



BİLGE INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY RESEARCH

Yıl
Year 2018

Cilt
Volume 2

Special Issue
Özel Sayı

p-ISSN: 2651-401X
e-ISSN: 2651-4028

Owner:

Dr. Hamza KANDEMİR

Editor in Chief:

Prof. Dr. Kürşad ÖZKAN

Co-Editor:

Prof. Dr. Alireza HEIDARI
Asst. Prof. Dr. Mustafa KARABOYACI

Technical Editors:

Res. Asst. Abdullah BERAM
Instructor Serkan ÖZDEMİR

Technical Assistant:

Alican ÇIVGA
Aslan MERDİN
Tunahan ÇINAR
Uysal Utku TURHAN
Ahmet ACARER
Hasan ÇULHACI

Office Work:

Instructor Doğan AKDEMİR

Cover designer:

Instructor Serkan ÖZDEMİR

Press:

Copy32 press-Isparta

Contact:

Kutbilge Association of Academicians,
32040, Isparta, TURKEY

Web : dergipark.gov.tr/bilgesci

E-mail : kutbilgescience@gmail.com

Editorial Advisory Board:

Ahmet AKSOY, Prof. Dr.
Akdeniz University, Turkey

Amer KANAN, Prof. Dr.
Al-Quds University, Palestine

Cüneyt ÇIRAK, Prof. Dr.
Ondokuz Mayıs University, Turkey

Ender MAKİNECİ, Prof. Dr.
İstanbul University, Turkey

Gülcan ÖZKAN, Prof. Dr.
Süleyman Demirel University, Turkey

İbrahim ÖZDEMİR, Prof. Dr.
Süleyman Demirel University, Turkey

Kari HELİÖVAARA, Prof. Dr.
University of Helsinki, Finland

Kırali MÜRTEZAOĞLU, Prof. Dr.
Gazi University, Turkey

Mehmet KILIÇ, Prof. Dr.
Süleyman Demirel University, Turkey

Mehmet KİTİŞ, Prof. Dr.
Süleyman Demirel University, Turkey

Mohamed Lahbib BEN JAMAA, Prof. Dr.
INRGREF, Tunisia

Rene van den HOVEN, Prof. Dr.
University of Vet. Med. Vienna, Austria

Semra KILIÇ, Prof. Dr.
Süleyman Demirel University, Turkey

Steve WOODWARD, Prof. Dr.
University of Aberdeen, United Kingdom

Editorial Board:

Ali Cesur ONMAZ, Assoc. Prof. Dr.
Erciyes University, Turkey

Asko Tapio LEHTIJÄRVİ, Assoc. Prof. Dr.
Bursa Technical University, Turkey

Halil GÖKÇE, Assoc. Prof. Dr.
Giresun University, Turkey

Kubilay AKÇAÖZOĞLU, Assoc. Prof. Dr.
Niğde Ömer Halisdemir University, Turkey

Ahmet MERT, Asst. Prof. Dr.
Süleyman Demirel University, Turkey

Ayşe KOCABIYIK, Asst. Prof. Dr.
Süleyman Demirel University, Turkey

Aziz ŞENCAN, Asst. Prof. Dr.
Süleyman Demirel University, Turkey

Fecir DURAN, Asst. Prof. Dr.
Gazi University, Turkey

Kubilay TAŞDELEN, Asst. Prof. Dr.
Süleyman Demirel University, Turkey

Nuri ÖZTÜRK, Asst. Prof. Dr.
Giresun University, Turkey

Ramazan ŞENOL, Asst. Prof. Dr.
Süleyman Demirel University, Turkey

Şule Sultan UĞUR, Asst. Prof. Dr.
Süleyman Demirel University, Turkey

İmtiyaz Sahibi:
Dr. Hamza KANDEMİR

Editör:
Prof. Dr. Kürşad ÖZKAN

Yardımcı Editörler:

Prof. Dr. Alireza HEIDARI
Yrd. Doç. Dr. Mustafa KARABOYACI

Teknik Editörler:

Arş. Gör. Abdullah BERAM
Öğr. Gör. Serkan ÖZDEMİR

Teknik Yardımcılar:

Alican ÇIVGA
Aslan MERDİN
Tunahan ÇINAR
Uysal Utku TURHAN
Ahmet ACARER
Hasan ÇULHACI

Büro İşleri:

Öğr. Gör. Doğan AKDEMİR

Kapak Tasarım:

Öğr. Gör. Serkan ÖZDEMİR

Baskı:

Copy32 Matbaa-Isparta

İletişim:

Kutbilge Akademisyenler Derneği,
32040, Isparta, TÜRKİYE

Web : dergipark.gov.tr/bilgesci

E-mail : kutbilgescience@gmail.com

Danışma Kurulu:

Ahmet AKSOY, Prof. Dr.
Akdeniz Üniversitesi, Türkiye

Amer KANAN, Prof. Dr.
Al-Quds Üniversitesi, Filistin

Cüneyt ÇIRAK, Prof. Dr.
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye

Ender MAKİNECİ, Prof. Dr.
İstanbul Üniversitesi, Türkiye

Gülcan ÖZKAN, Prof. Dr.
Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye

İbrahim ÖZDEMİR, Prof. Dr.
Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye

Kari HELİÖVAARA, Prof. Dr.
Helsinki Üniversitesi, Finlandiya

Kırali MÜRTEZAOĞLU, Prof. Dr.
Gazi Üniversitesi, Türkiye

Mehmet KILIÇ, Prof. Dr.
Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye

Mehmet KİTİŞ, Prof. Dr.
Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye

Mohamed Lahbib BEN JAMAA, Prof. Dr.
INRGREF, Tunus

Rene van den HOVEN, Prof. Dr.
Viyana Veterinerlik Üniversitesi, Avusturya

Semra KILIÇ, Prof. Dr.
Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye

Steve WOODWARD, Prof. Dr.
Aberdeen Üniversitesi, Birleşik Krallık

Editör Kurulu:

Ali Cesur ONMAZ, Doç. Dr.
Erciyes Üniversitesi, Türkiye

Asko Tapio LEHTIJÄRVİ, Doç. Dr.
Bursa Teknik Üniversitesi, Türkiye

Halil GÖKÇE, Doç. Dr.
Giresun Üniversitesi, Türkiye

Kubilay AKÇAÖZOĞLU, Doç. Dr.
Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Türkiye

Ahmet MERT, Yrd. Doç. Dr.
Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye

Ayşe KOCABIYIK, Yrd. Doç. Dr.
Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye

Aziz ŞENCAN, Yrd. Doç. Dr.
Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye

Fecir DURAN, Yrd. Doç. Dr.
Gazi Üniversitesi, Türkiye

Kubilay TAŞDELEN, Yrd. Doç. Dr.
Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye

Nuri ÖZTÜRK, Yrd. Doç. Dr.
Giresun Üniversitesi, Türkiye

Ramazan ŞENOL, Yrd. Doç. Dr.
Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye

Şule Sultan UĞUR, Yrd. Doç. Dr.
Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye

BİLGE INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY RESEARCH

ISSN: 2651-401X
e-ISSN: 2651-4028

A peer reviewed journal, published biannually by
Kutbilge Association of Academicians.

Yılda iki sayı olarak yayımlanan hakemli bir dergidir.
Kutbilge Akademisyenler Derneği tarafından
yayımlanmaktadır.

Year/Yıl: 2018, Volume/Cilt: 2, Special Issue / Özel Sayı

The journal is indexed in Researchbib, AcademicKey, International Institute of Organized Research (I2OR), Cosmos Index, Google Scholar, Journal Factor, Index Copernicus, JIFACTOR, Science Library Index, Sindexs, Rootindexing, Eurasian Scientific Journal Index (ESJI), Directory of Research Journals Indexing (DRJI).

Dergimiz Researchbib, AcademicKey, International Institute of Organized Research (I2OR), Cosmos Index, Google Scholar, Journal Factor, Index Copernicus, JIFACTOR, Science Library Index, Sindex, Rootindexing, Eurasian Scientific Journal Index (ESJI), Directory of Research Journals Indexing (DRJI) 'de taranmaktadır.



Bilge International Journal of Science and Technology Research

Year / Yıl: 2018, Volume / Cilt: 2, Special Issue / Özel Sayı

**Editorial to the Special Issue on Selected Papers from
International Conference on Science and Technology, ICONST 2018**

This special issue of the Bilge International Journal of Science and Technology Research contains selected papers from ICONST 2018 which was held on September 5-9, 2018 in Prizren, Kosovo with international attendance.

The 1st International International Conference on Science and Technology (ICONST 2018) organised by Kutbilge Association of Academicians is held on the September 5-9, 2018 in Prizren, Kosovo. The aim objective of “ICONST 2018” is to bring together leading academicians, researchers, scholars and administrators from all over the world to exchange and share their experiences and research results about all aspects of Basic Sciences, Natural Sciences, Engineering and Technology and discuss the practical challenges encountered and the solutions adopted.

388 papers have been submitted for presentation at ICONST 2018. Based on review reports by experts in the Scientific Committee, 278 papers (226 oral, 21 posters, and 31 virtual presentation) have been accepted for presentation at the conference.

We would like to thank the contributing authors for accepting our invitation, and also to the anonymous reviewers who helped us ensure the high technical quality of the accepted papers.

The Organizing Committee

Bilge International Journal of Science and Technology Research

Year / Yıl: 2018, Volume / Cilt: 2, Special Issue / Özel Sayı

CONTENTS

- Bioengineering Methods in the Production, Development and Metabolism of Essential Oil in Plants
Özlem Karaboyacı, Semra Kılıç 1-9
- Production and characterization of natural lemonade powder using β -Cyclodextrin particles
Yasemin İncegül, Mustafa Karaboyacı, Ebru Aydın, Muhammed Mustafa Özçelik, Gülcan Özkan 10-18
- Preparation and Performance of Electroless Nickel on HVOF (High-Velocity Oxygen Fuel) Sprayed Inconel 625 Nickel Coating for Corrosion Protection Applications
Ramazan Haldun Topçu, Harun Mindivan 19-24
- Ti_3SiC_2 MAX Phase From TiC-Si-Ti Mixture
Ahmet Atasoy, Emre Saka 25-31
- A Research As Mobbing Examination in Maritime Sector
Leyla Tavacioğlu, Neslihan Gökmen, Özge Eski, Vedat Sarı, Aslı Ceren Yılmaz 32-39
- Investigation of peroxidation kinetics in oil-in-water emulsions induced by Cu(II)
Temel Kan Bakır, Reyhan Arabacıoğlu, Fatma Kandemirli, İzzet Şener 40-46
- An Electrodeposition Method of Nickel–Graphene Composite Coatings on Ti–6Al–4V alloy
Osman Özkan, Harun Mindivan 47-52
- The Faintest and Closest Clusters in CFHTLS W4
Mukadder İğdi-Şen 53-58
- Effect of Different Ratios of Hungarian Vetch with Cereal Crop Mixtures on Hay Nutrient Value
Fırat Alatürk, Ahmet Gökkuş, Harun Baytekin, Altungül Özasan Parlak, Selçuk Birer 59-70
- Mapping Urban Green Spaces Based on an Object-Oriented Approach
Derya Gülçin, Abdullah Akpınar 71-81
- Haşhaş Hasat Makinası Geliştirilmesi
Cengiz Özarslan, Türker Saraçoğlu, Ahmet Fatih Hacıyusufoğlu 82-91
- Farklı Çamur Türlerinde Hücre Dışı Polimerik Madde Konsantrasyonu Belirlenmesi
Nazlı Baldan Pakdil, Murat Solak, Cemre Karshoğlu, Yalçın İpek, Burcu Uzun 92-97
- Elma İşleme Atıklarının Özelliklerinin Belirlenmesi ve Bertaraf Yöntemlerinin İncelenmesi
Kemal Sülük, İsmail Tosun, Kamil Ekinci 98-108
- Müzik Notalarının MATLAB Yazılımıyla Belirlenmesi
Hayati Mamur, Ayberk Aktaş, Sergen Kuzey 109-115
- Alüminyum Sülfat'ın Poliüretan Vernik Uygulamalarındaki Etkilerinin İncelenmesi
Murat Özalp, Sinan Sarı 116-123

- Senaturk Akademisi Göğüs Sağlığı İzleme Uygulamasının Kullanılabilirlik Değerlendirmesi
Fidan Kaya Gülağz, Hikmetcan Özcan, Suhap Şahin, Sertaç Ata Güler 124-131
- Orman Köylülerinin Odun Dışı Orman Ürünlerini Kullanım Olanakları (Eğirdir Yöresi Örneği)
Ramazan Raimov, Hüseyin Fakir 132-144
- Türkmen Dağı'nda Farklı Meşcerelerde Yayılış Gösteren Toprak Solucanları (Clitellata, Megadrili) Hakkında Bir Ön Araştırma
İbrahim Tavuç, Mete Mısırhoğlu, Aliye Sepken Kaptanoğlu, Nejat Çelik 145-154

Received: 03.12.2018

Accepted: 27.12.2018

DOI: 10.30516/bilgesci.491360

ISSN: 2651-401X

e-ISSN: 2651-4028

2(Special Issue), 1-9, 2018

Bioengineering Methods in the Production, Development and Metabolism of Essential Oil in Plants

Özlem Karaboyacı^{1*}, Semra Kılıç²

Abstract: Essential oils are odorous oily liquids derived from plant material. Essential oils have been used extensively from pre-history times as, bactericidal, fungicide, insecticidal, and medical purposes. Many of these components are produced as secondary metabolites in plants. Therefore, the development of production of these components are important in terms of medicine and industry. In this study, bioengineering methods used in the production, development and metabolism of essential oils in plants were investigated. Recent developments on this issue have been summarized and reported.

Keywords: Essential oils, bioengineering, seconder metabolites

1. Introduction

People use plants to obtain an important portion of the essential foods they need to survive. Plants are a crucial source of nutrients such as carbohydrates, protein, fat, minerals and vitamins. They also contain highly important chemicals for pharmaceutical, chemical, cosmetic and agricultural control industries. These chemicals are referred to as “secondary metabolites” and some plant products are considered under this category. High diversity in the number and structure of secondary metabolites is a specific characteristic of secondary metabolites. They are understood to have a very complicated mechanism specific to plants for defence, protection, adaptation, survival and continuation of next generations. The available written historical sources mention that ancient humans used plants for the treatment of various diseases. It is doubtless that this type of usage was not based on the secondary products that are active substances but on the plant itself or its extracts obtained through different means. Today, plants are used as pharmaceutical active ingredients. Medical and aromatic plants are those ones that are used to prevent diseases, maintain health or treat diseases. Medicinal plants are used in nutrition, cosmetics, body care, incense or religious ceremonies while aromatic plants are used for good smell and taste (Bayram et al., 2010).

Essential oils are mixtures that are extracted from plant roots, bodies, leaves, fruits, barks and flowers by different methods; are in liquid form at room temperature, volatile with a strong scent, can be easily crystalized, are usually colourless or light yellow, give the plant its characteristic smell and flavour, contain several compounds, have lipoid structure that can be drifted with water, contain oxygenated terpenoid derivatives, benzoid compounds, nitrogen or sulphur and are usually comprised of terpens (Adams, 2004;, Bayrak, 2006;, Çalikoğlu et al., 2006;, Evren and Tekgüler 2011;, Yaylı, 2013;, Kaya and Ergönül 2015). They exist in the glandular hair, secretion pocket, secretory canals or secretory cells depending on the family of the relevant plant (Çelik and Çelik, 2007).

¹Suleyman Demirel University, Faculty of Engineering Bioengineering
Dpt. 32260, Isparta, TURKEY

²Suleyman Demirel University, Faculty of Arts and Science, Biology
Dpt. 32260, Isparta, TURKEY

*Correspondingauthor: ozlemkaraboyaci@gmail.com

Citation (Atrf): Karaboyacı, Ö., Kılıç, S., (2018). Bioengineering Methods in the Production, Development and Metabolism of Essential Oil in Plants. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 1-9.

1.1. What is Essential Oil?

Essential oil is a natural, usually colourless or light yellow product with a strong scent that is obtained from plant leaves, fruits, barks or roots, is in liquid form at room temperature and can be easily crystallized.

It is also referred to as essence or etheric oil because of its nice scent. It does not mix with water, which makes it different from the fatty oil although it is defined as oil (Ceylan, 1983). Essential oils in plants are obtained by various methods. Once their components have been identified, their use can be determined. Generally, in order to determine the amount of this essential oil in the plants, certain parts must be subjected to distillation with green or dried. After this process, the determination of volatile oil compositions is made by methods such as GC and GCMS (Gülsoy and Merdin, 2017).

1.1.1. Chemical Characteristics of Essential Oils

Terpenes constitute the largest group in the chemical structure of essential oils. Some compounds also contain low amount of alcohols, aldehydes, esters, phenols, nitrogen and sulphur. The oxygenated derivatives that are formed due to the oxidation of terpenes give plants their scent and flavour while they are also therapeutic (Linskens, 1997).

1.1.2. Pharmacological Properties of Essential Oils

The activity of an essential oil is confused with the action of the plant from which it is extracted. For example, the essential oil of *Rosmarinus* is antimicrobial while the infusion of the plant has an antispasmodic and choleric effect.

The activities found in some essential oils are as follows;

Antiseptic activity: They are often antiseptic against strains that are resistant to antibiotics. Some essential oils are also effective against fungi and yeasts. Almost all of them are used as preservative. *Melisa officinalis*, *Rosmarinus officinalis*, *Mentha piperita*, *Lavandula*, *Eucalyptus*, *Eugenia*... vs. *Sitral*, *Geraniol*, *Linalol* and *Timol* are more antiseptic than phenols.

Spasmolytic and sedative effect: They reduce and suppress GIS (gastro intestinal system) spasms. They often increase gastric secretion and have “digestive” and “stomachic” effect. They are effective in various psychosomatic problems. *Thymus*, *Ocimum*, *Angelica*, *Matricaria*, *Eugenia*, *Melisa*, *Mentha* are spasmolytic. *O. Anisi* is used internally as spasmolytic. *O. Menthae* shows spasmolytic effect by preventing calcium entry into cells.

Irritant properties: Products such as turpentine increase blood flow in capillary vessels, local rash, sense of burn and show slightly local anaesthetic effect in some cases if used externally. Oils such as *Eucalyptus*, *Pinus* and *O. Niaouli* stimulate the cells in the mucosa and increase the mobility of the epithelium of the bronchi (expectorant). Essential oils that are used in various sectors such as cosmetic, perfumery, pharmacology and food industries have been extracted by different methods since the Romans.

Essential oils are used as spasmolytic, irritant, antiseptic, antimicrobial, antifungal, antiviral, antimutagenic and antibiotic agents in the pharmacology (Evren and Tekgüler, 2011).

2. Bioengineering Methods for Essential Oil Production and Metabolism

Increased industrial interest in plant-based chemicals has also been increasing the attention to the plants' secondary metabolisms and the physiology and biochemistry of plant products. It is important to change the phytochemical production positively through conventional and non-conventional biotechnological methods. Most of the plants' secondary metabolites (SM) depend directly and indirectly on the plants' reactions to various environmental factors and stimuli. They are usually produced at baseline level in their normal course that is triggered by cell damage or as a reaction to external factors, and function as phytopharmaceuticals. Secondary metabolites are usually produced in their normal course. They are triggered in case of cell damage or as a reaction to external factors and start functioning as phytopharmaceuticals. Moreover, bioactive compounds are used widely directly in cosmetics, aroma and perfumery industries, as paint and pigment,

food additives, insecticides or as an important component in various formulations. The use of plant-based bioactive compounds in modern medicine has successfully focused the global attention on the research of medicinal plants at global level. The need for plant-based therapeutic molecules in the pharmaceutical industries across the world has increased. The main ways of obtaining such components include extraction from natural resources and chemical synthesis. Non-environmental friendly nature of conventional extraction method that is non-renewable, uneconomical and time-consuming has increased the interest of global scientific community in the biotechnology-based production systems (Dubey et al. 2017).

2.1. Plant Tissue Culture

It refers to the process of obtaining new tissues, plant or plant products (such as metabolites) from the whole plant, plant parts such as cells (meristematic cells, cell concentration or callus cells), tissues or organs (apical meristem, root etc.) under aseptic conditions (in an environment free from any kind of microorganisms) in an *in vitro* medium. The main objectives of tissue culture are to develop a new variety and create genetic diversity in the existing varieties. Furthermore, various tissue culture methods are routinely used to save and endangered species and production of species that are difficult to propagate (Babaoğlu et al. 2001).

2.2. Secondary Metabolites

They are produced by a very complicated mechanism that plants develop for defence, protection, adaptation, survival and continuation of next generations. Secondary metabolites have important functions such as resistance to various abiotic agents such as drought, salinity, UV beams; defence against herbivores and microorganisms; attracting animals and other carriers for pollination and seed distribution. Moreover, they also have an economic value. For example; they are used as pharmaceutical ingredients, food supplements and in perfumes and agricultural control products. Since they are important not only for plants' defence against pathogens but also in economic and medical aspects, plant tissue culture techniques have become one of the most important means for their production. (Atar and Çölgeçen 2013)

Plants are used as pharmaceutical active ingredients for most of the world population. Particularly in the developing countries, 80% of the population meet their health requirements primarily through medicinal products. Given that 80% of the world population live in the developing countries, 64% of the total world population use plants for therapeutic purposes. In the developed countries, however, 25% of the prescribed drugs are plant-based chemicals. There is no doubt that the exploration and assessment of plants used by people for the treatment of various diseases, which are named as folk remedy, have played an important role in their discovery (Babaoğlu et al. 2001).

Today, secondary metabolites have a huge potential for use. There are some challenges and disadvantages in extracting them from plants under natural conditions. Plants are raised in small quantities and at certain development stages under natural conditions, during which they occupy agricultural fields; constant collection of some plant species from the nature may pose extinction threat, while it is difficult and expensive to collect some of them. Furthermore, the amount and quality of secondary metabolites are influenced by the climate conditions. They can be produced in desired quantities at the desired time through biotechnological means, extinction danger is also eliminated, while they can be produced in abundant amounts at standard quality.

There are basically 3 systems to produce secondary metabolites through plant cell and tissue culture, which can be summarized as follows.

2.2.1. Metabolite Production through Differentiated and Organized Cultures

Root Cultures: With this method, in cases where metabolites are synthesized in the root, the parts taken from it are cultured in an appropriate medium. Moreover, adventive root cultures (root formed in another organ of a plant apart from its normal root growth region) that are obtained by stimulating different tissues of the plant (laves, body, nodes etc.) for root growth are preferred to produce secondary metabolites from some plants (Erkoyuncu and Yorgancılar 2016).

2.2.2. Metabolite Production through Non-Differentiated and Non-Organized Cultures

Callus is a stack of differentiated cells formed by plant cells or tissues placed in in vitro culture media. Callus is usually formed on the surfaces of injured or cut tissues (Babaoğlu et al. 2001). Callus cultures can be described as masses with morphological irregularities formed by in vitro culturing of organs or tissue pieces excised from the main plant that still retain their mitotic capabilities. The origin of the tissue where callus culture is initiated plays an important role for the production of secondary metabolites (Erkoyuncu and Yorgancılar 2016.).

2.2.3. Micro Propagation Method

Micro propagation is a tissue culture technique used to propagate high number of genetically similar plants quickly from the plant parts (embryo, seed, body, shoot etc.) that have the potential to form a whole plant in the in vitro media under microorganism-free conditions (Özkaynak and Samancı 2005).

Micro propagation also enables the vegetative propagation of several medicinal and aromatic plants fast and in high quantities. If the nutrient requirements of plants, growth regulator and culture requirements are known very well, all plant species can be produced using the micro propagation technique. The micro propagation of medicinal and aromatic plants has considerable advantages such as availability of plants at any time in a year, shorter culturing time, protection of endangered medicinal plants, phenotypic and genotypic homogeneity of plants produced, easier production of challenging species in addition to the benefits of in vitro propagation methods (Erkoyuncu and Yorgancılar 2016).

Cell concentration is another non-differentiated and non-organized culture method for metabolite. The difference in the culture medium of cell concentration from that of callus culture is that a thickening agent is added to the callus culture medium whereas it is not added in the concentration medium. Therefore, concentration medium is liquid. Callus cultures are used in order to get a good result from cell concentration cultures, which is technically more advantageous. Parts taken from callus culture that has adapted to in vitro medium can adapt to liquid medium more easily than those parts taken from the main plant (Atar and Çölgeçen 2013).

Micro propagation is a production method that also allows vegetative propagation of medicinal and aromatic plants fast and in high quantities. It is defined as obtaining new plants under in vitro conditions from the plant parts that have the potential to form a whole plant (embryo, seed, body, shoot, root, callus, one cell or pollen grain etc.). If the nutrient requirements of plants, growth regulator and culture requirements are known very well, all plant species can be produced using the micro propagation technique. (Erkoyuncu and Yorgancılar 2016).

Hairy root method can be suggested as the most effective method of all the abovementioned ones. Hairy root culture is more advantageous for secondary metabolite production compared to other culture systems because of its various characteristics such as a high growth rate and genetic and biochemical stability. Hairy root cultures form model systems for plant metabolism and physiology. Plant cell concentration is one of the culture stages of manufacturing special chemical substances and pharmaceuticals. Hairy roots are also used as a source in transgenic plant regeneration (Atar and Çölgeçen 2013)

Biotechnological intervention makes it possible to remove the time, cost and geopolitical constraints of crop production and overcome the challenging issues such as climate and disease without compromising the sustainability of the nature. Majority of the biotechnology-based production systems include "the production of plant-based therapeutic molecules using in-vitro plant cultures". As regards the reasons of the of plants for therapeutic purposes, we think that any plant-based metabolite has a significant medicinal value or it act as a precursor to start the medicinal action. Components that provide medicinal effect are usually the products of secondary metabolites and thus they are produced in small quantities as they are not essentially required for plant growth. Besides, production of plants that have medicinal metabolites may take several months or years for the maturation of plants. Moreover, they are vulnerable to environmental and seasonal changes and thus

cannot strike the supply and demand equilibrium. Due to their complex chemical complexes, their chemical synthesis is boring and complicated. (Dubey et al. 2017)

In vitro plant culture under selective and nutritional conditions is a promising production technique, through which bioactive compounds are produced using isolated cells and/or organs. This technique is divided into two categories as production based on cell concentration cultures and production based on roots/ hairy roots. As regards the comparison of cell concentration culturing method with plant root cultures and hairy root cultures, the former has some limitations such as metabolite production in specialized cells at different development stages and genetic instability of these cells. Features such as high growth rate and low culture cost make hairy root cultures be superior to plant root cultures. Hairy root culture method have distinctive features such as high growth potential, genetic and biochemical binding, low doubling time and etc. Moreover, when optimized for liquid cultures, they can display their final growth and metabolite production capabilities even at large-scale productions. There are research reports and reviews in the literature regarding therapeutic SM production by hairy root culture method (Dubey et al. 2017).

3. Hairy Root Culture Method

Hairy root is indeed a plant disease. It is caused by *Agrobacterium* bacteria that are gram-negative bacteria in the family of *Rhizobiaceae* which lives in the soil. *Agrobacterium tumefaciens* causes root collar tumours while *Agrobacterium rhizogenes* leads to hairy root formation. This disease manifests itself as small and excessive enlargements in the parts of trunks and roots that are closer to the soil surface. At early development stages, tumours are more or less globular, white or nude coloured and very soft. At later stages, external tissues become brown or black due to cell death and decay. They transfer their own DNA region to the plant's genome through the genes they carry in both their own genomes and plasmids, which leads to hairy root disease (Hooykaas and Schilperoort 1984).

Hairy root culture has the following advantages: easy to apply, affordable, high genetic transformation rate, stable metabolite yield as the stable settlement of the transferred gene in the genome, fast root growth without need for external auxin use, same and even higher potential to produce secondary metabolites compared to the main plant, allowing genetic manipulations targeted in the metabolic pathway where the synthesis realized. Therefore, it is preferred for the production of several root-driven or non-root driven metabolites in cases when other cell and tissue culture techniques are not appropriate (Erkoyuncu and Yorgancılar 2016).

Low production rate and high production costs are the main reasons why there is failure at industrial scale as regards the production of secondary metabolites. Various strategies have been used to make hairy root culture technology affordable for the production of therapeutic molecules. They include ambient optimization, precursor feeding, elicitation and metabolic engineering. They have been extensively explored at a global scientific platform for not only secondary metabolite production but also better understanding of natural gene transfer and its physiological, molecular and biochemical results.

3.1. Ambient Optimization

Hairy root formation is followed by medium optimization. Hairy roots can basically grow in any basal tissue culture medium as underlined in the studies of Murashige and Skoog, Gamborg's B5, Nitsch and Nitsch. Nutritional requirements may vary depending on the plant system and purpose of establishing the roots. Hairy roots of some plant species grow well in a medium enhanced with additional vitamin while those of some other plant species require half and even a quarter of regular growth environment. Furthermore, the amount of both carbohydrate source and nitrogen source and its type play an important role in growth and SM production. Sometimes ambient optimization is needed to assess the relation between food supplement and desired metabolite flow. The presence of a certain nutrient in the medium of hairy root cultures of some plant species is important for not only growth but also accumulation of the desired metabolite (Murthy et al. 2014) (Pudersell et al. 2012). Media are optimized with hairy roots; while they are also considered as a preliminary strategy to optimize metabolite production using hairy root cultures (Sung et al. 2000).

3.2. Elicitation

Elicits are compounds that stimulate any kind of plant defence. A wider definition of elicits includes exogenous elicitors and compounds released by plants due to the movement of pathogenic substances (pathogen (endogenous elicitors). Plants display a wide range of defence strategies against pathogen attacks. Resistance to pathogens is realized by the existing (founder) and evoked defence systems. Induction defence reactions are triggered after the recognition of a series of chemical factors named 'elicitors'. Indeed, the term elicitor is used for molecules that can induce phytoalexin but it is currently used for compounds that stimulate any kind of plant defence (Angelova et al. 2006).

Elicitation is the induced and/or extended biosynthesis of SMs due to the initiation of a physical, chemical or biological elicitor (information molecule) in a plant system (Namdeo A. 2007). Information molecule activates the inducible defence variables in a plant system and leads to the activation of its various protection mechanisms. The biosynthesis of the same or new SMs in the sstem is induced or extended through such mechanisms. As in robust plants, physical, chemical and biological factors trigger quantitative and qualitative change in the biochemical profile of hairy roots due to the induced enzymatic pathways. Therefore, elicitation is a widely acknowledged strategy applied to increase the production of therapeutic SMs that are preferred to hairy root culture of medicinal plants. Root tissue's response to the elicitor molecule requires a well-defined signal transmission network on cell surface and inside cells. The interaction between signal transducers and regulation of the next SMs' biosynthetic pathway genes is the main reason for the changes in the biochemical profiles of the hairy roots obtained (Goel et al. 2011) .

3.3. Precursor feeding, Biotransformation and Co-Culture Systems

Limitation of precursor molecules in the system is one of the main reasons for low SM yield of hairy roots. Addition of metabolic pathway precursors to the medium may induce or improve the deired metabolite synthesis or accumulation. In most of the cases, enzyme machine is available to proceed the desired metabolites but the system cannot achieve optimum or sufficient yield due to the lack of close and remote precursors. To solve this problem, biotransformation of precursors required to obtain the desired metabolite has been explored for several plants (Murthy et al. 2014).

Plant-based pharmaceutical compounds that grow naturally acquire better therapeutic properties due to the changes introduced to their molecular structures. There is an increasing commercial demand for these analogues of natural compounds due to decreased toxicity, sufficient resolution and better pharmacokinetics. Hairy root based biotransformation creates compounds with better therapeutic potential in which any substrate transforms to the analogue of its molecule. It is known that there are remarkable therapeutic compounds produced using the method of enzymatic transformation of medicinal plants' hairy roots and chemical reactions such as hydroxylation, glycosylation, glucosylation, oxidoreduction, hydrogenation and hydrolysis caused by the enzymatic reactions (Srivastava V. 2015) .

3.4. Metabolic Engineering

Every biological system has a well-regulated information flow from genes to metabolites. At molecular level, the activated regulatory network causes defined physiological and biochemical changes to keep the system balanced during the initiation of excitatory signals. Due to their proximity to local plants, hairy root cultures are globally used to investigate various aspects of plant behaviour and its regulation at molecular level under variable conditions. Production of therapeutic SMs and their regulation by way of genetic manipulation attract scientists. Metabolic engineering of hairy root based SM pathways can be manipulated through the following ways.

3.4.1. Engineering of Metabolic Pathway Genes

Under this method, genetic manipulation directly leads to the desired metabolic shift. The concerned gene may go through early or late /final biosynthesis step but engineering at the late/final steps results in more satisfactory production. Target genes are usually on the rate-limiting step, which is followed by reactions

catalysed by non-limiting enzymes. Multiple gene engineering is also a common trend. This approach has been used to increase therapeutic molecules in tropane alkaloids (TA) and terpenoid indole alkaloids (TIA) (Moyano et al. 2003).

3.4.2. Transcription Factor Engineering

Plant SMs are primarily involved in plant-environment interactions. Such interactions are mediated by a series of gene expression modulations through hormonal signalling followed by transcription factors (TF). The reason why hairy root cultures produce high amount of SMs is because stress-related hormones that regulate TFs are identified and used (Yang et al. 2012) .

3.4.3. Simultaneous Engineering of Metabolic Pathway Genes and Transcription Factors

Sometimes overexpression of TFs does not result in an increase in distinct metabolites. This is the result of the regulation of multiple metabolic pathways which does not change the overall result significantly (Li et al. 2015) .

3.5. Addition and Expression of a Relevant Gene Isolated from a Different Source

Under this method, an unwanted molecule can only be produced by transferring a relevant gene segment to the hairy root cells of host plants from a non-plant source. This approach is considered to be a logical action to suppress the activity of unwanted genes related to the concerned property or metabolite. In general, this strategy is used to define the significance of a gene in a biosynthetic pathway. Moreover, in hairy root culture based SM production, the strategy is also used to produce unnatural metabolites or manipulate a metabolic pathway (Runguphan et al. 2009).

3.6. Changing Chromosome Number

The purpose of this method is to increase the metabolite production potential by doubling or multiplying the number of basal chromosomes, thereby increasing the overall plant potential. This method may originate from the of conventional breeding which has a high productivity potential in polyploid plants. This superiority also applies to the other properties of the plant including SM production. There is a correlation between Changing Chromosome Number and enhancement of phytopharmaceuticals (Lavana et al. 2005).

4. Biotransformation

All of the above-mentioned secondary metabolite production methods can be collected under the heading of biotransformation. Plants are living organisms and they can consider as a biosynthetic laboratory for each kind of metabolites. The interest in the production of secondary metabolites using there techniques stems from there being commonly of high value but required in relatively small quantities. Biotransformation is also a important technique for production of metabolite. Biotransformation is defined as the conversion of a small part of chemical molecule by means of biological system (Dave et all 2014). Biotransformation explores the unique properties of biocatalysts, namely their stereo-and region-specificity and their ability to carry out reactions at no extreme pH values and temperatures. Biotransformation may be used to carry out specific conversions of complex substrates using plant, animal or microbial cells or purified enzymes as catalyst (NPTEL).

Biotransformation is an important implementation area for the production of secondary metabolites using plant tissue and cell cultures. It has is a technology with the same synthesis cycle and applied to transform less-beneficial to more-beneficial.

For example, digitoxin and digoxin are isolated from *Digitalis lanata*, which are the most important ingredients of drugs that regulate heart rhythm. Although digitoxin is more available, digoxin is preferred more commonly for treatment purposes. For that reason, transformation is realized via chemical synthesis (Baydar and Telci 2015).

Medical and aromatic volatile components can be produced in large quantities by biotransformation techniques. In this review, biotransformation methods have been investigated and it is aimed to get an idea about the possibilities of use of essential oil production techniques. therefore, understanding the importance of the issue will allow new working groups to develop this techniques.

References

- Adams R.P. (2004). Identification of essential oil components by gas, quadropole spectroscopy. Allured publishing Co, Carol Stream, IL, USA, pp.1-456.
- Angelova, Z., Georgiev, S., Roos, W. (2006). Elicitation of plants. *Biotechnology Biotechnological Equipment*, 20(2), 72-83.
- Atar, H., Çölgeçen, H. (2013). Bitki doku kültüründe iridoit glikozitler. *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, 25(3), 115-133.
- Babaoğlu, M., Gürel, E., Özcan, S. (2001) Bitki Biyoteknolojisi I. Doku Kültürü ve Uygulamaları. Selçuk Üniversitesi Basımevi, 374.
- Baydar, H., Telci, İ. (2015). Tıbbi ve aromatik bitkilerde ıslah, tohumluk, tescil ve sertifikasyon. *Türktop Dergisi* 5(15): 12-21
- Bayrak, A. (2006). Gıda Aromaları. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın no: 32. 497 s., Baran Ofset, Ankara.
- Bayram, E., S. Kırıcı, S. Tansı, G. Yılmaz, O. Arabacı, S. Kızıl, İ. Telci (2010). Tıbbi Ve Aromatik Bitkiler.
- Ceylan, A. (1983). Tıbbi Bitkiler-II. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını No:481, Bornova-İzmir.
- Çalikoğlu, E., Kırılan, M., Bayrak, A., (2006). Uçucu Yağ Nedir, Nasıl Üretilir ve Türkiye'deki Durumuna Genel Bir Bakış Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26.
- Çelik, E., Çelik, G.Y. (2007). Bitki uçucu yağlarının antimikrobiyal özellikleri. *On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 5(26).
- Dave, V., Khirwadkar, P., Dashora, K. (2014). A review on biotransformation. *Indian Journal of Research in Pharmacy and Biotechnology*, 2(2), 1136.
- Dubey, S. K., Pandey, A., Sangwan, R. S. (2017) *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering*. ISBN: 978-0-444-63661-4 pages, Pages 259–282. Elsevier B.V Amsterdam, Netherlands.
- Erkoyuncu, M. T., Yorgancılar, M. (2016). Bitki Doku Kültürü Yöntemleri İle Sekonder Metabolitlerin Üretimi. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 2(1), 66-76.
- Evren M., Tekgüler B., (2011). Uçucu Yağların Antimikrobiyel Özellikleri" *Mikrobiyoloji Dergisi* , 9(3), 28-40.
- Gülsoy, S., Merdin, A. (2017). Boylu Ardiç (*Juniperus excelsa* Bieb.) Türünün Yapraklarında Uçucu Yağ Miktarı ve Bileşenleri. *Bilge International Journal of Science and Technology*, 1 (2): 119-128.
- Goel M.K. ,Mehrotra S. ,Kukreja A.K. (2011). Elicitor-induced cellular and molecular events are responsible for productivity enhancement in hairy root cultures: an insight study, *Applied Biochemistry and Biotechnology* 165 (5-6) (2011) 1342-1355.
- Hooykaas P. J. J., Schilperoort R. A. (1984). The moleculer genetics of crown gall tumorigenesis. In: Scandalios Jg, Caspari EW (eds), *Advances in Genetics, Volume 22, Molekuler Genetics of Plants.*, pp. 209-283.
- Kaya, D., Ergönül, PG. (2015). Obtaining methods of volatile oils. *GIDA-Journal of Food*, 40(5), 303-310.
- Lavania, U. C. (2005). Genomic and ploidy manipulation for enhanced production of phyto-pharmaceuticals." *Plant Genetic Resources* 3.2 (2005): 170-177.

- Linskens, H. F., Jackson, J.F. (1997). *Modern Methods of Plant Analysis*, Vol. 12: Essential Oils and waxes, Springer, Germany,
- Li B., Wang B. ,Li H. , Peng L. , Ru M. , Liang Z. (2016). Establishment of *Salvia castanea* Diels f. *tomentos* Stib. hairy root cultures and the promotion of tanshinone accumulation and gene expression with Ag, methyl jasmonate, and yeast extract elicitation, *Protoplasma* 253 (1) (2015) 87-100.
- Mehrotra, S., Srivastava, V., Rahman, L. U., Kukreja, A. K. (2015). Hairy root biotechnology—indicative timeline to understand missing links and future outlook. *Protoplasma*, 252(5), 1189-1201.
- Moyano E. , Jouhikainen K. , Tammela P., Palazo'n J., Cusido R. M., Pin ol M. T. (2013). Effect of pmt gene overexpression on tropane alkaloid production in transformed root cultures of *Datura metel* and *Hyoscyamus muticus*, *Journal of Experimental Botany* 54 (381) (2003) 203-211.
- Murthy, H. N., Lee, E. J., Paek, K. Y. (2014). Production of secondary metabolites from cell and organ cultures: strategies and approaches for biomass improvement and metabolite accumulation. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 118(1), 1-16.
- Namdeo, A. G. (2007). Plant cell elicitation for production of secondary metabolites: a review." *Pharmacogn Rev* 1.1 69-79.
- NPTEL Courses, IIT Guwahati Module 4 : Application of Cell Culture Systems in Metabolic Engineering Lecture 38 : Biotransformation National Programme on Technology Enhanced Learning. Retrieved at 03-OCTOBER-2012
- Özkaynak, E., Samancı, B. (2005). Mikroçoğaltımda Alıştırma. *Selçuk Tarım Ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 19(36), 28-36.
- Pudersell, Katrin. (2012). Inorganic ions in the medium modify tropane alkaloids and riboflavin output in *Hyoscyamus niger* root cultures. *Pharmacognosy magazine* 8.29 (2012): 73.
- Runguphan, Weerawat, Justin J. Maresh, Sarah E. O'Connor. (2009). Silencing of tryptamine biosynthesis for production of nonnatural alkaloids in plant culture. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106.33 (2009): 13673-13678.
- Sung L.S. , Huang S.Y. (2000). Medium optimization of transformed root cultures of *Stizolobium hassjoo* producing L-DOPA with response surface methodology, *Biotechnology Progress* 16 (6) (2000) 1135-1140.
- Yang C.Q., Fang X., Wu X.M., Mao Y.B., Wang L.J., Chen X.Y.(2012) Transcriptional regulation of plant secondary metabolism, *Journal of Integrative Plant Biology* 54 (2012) 703-712.
- Yaylı, N. (2013). Uçucu Yağlar ve Tıbbi Kullanımları. 1. İlaç Kimyası, Üretimi, Teknolojiisi, Standardizasyonu Kongresi, Kimyagerler Derneği, 29-31 Mart 2013, Antalya

Received: 09.11.2018

Accepted: 27.12.2018

DOI: 10.30516/bilgesci.480942

ISSN: 2651-401X

e-ISSN: 2651-4028

2(Special Issue), 10-18, 2018

Production and characterization of natural lemonade powder using β -Cyclodextrin particles

Yasemin İncegöl¹, Mustafa Karaboyacı², Ebru Aydın¹,
Muhammed Mustafa Özçelik¹, Gülcan Özkan^{1*}

Abstract: Encapsulation of lipophilic food ingredients with cyclodextrin improves the stability of aromas, vitamins and coloring matter, as well as the prolongation of the product shelf life by preserving the product both physically and chemically. In this study, we aim to produce natural lemonade powder contains lemon peel oil, lemon juice, riboflavin, citric acid and stevia with β -cyclodextrin. Total moisture content, total oil content, pH, titration acidity, and color of the encapsulated lemonade were analysed. As well as total phenolic content, free radical scavenging activity, antidiabetic activity, volatile profile and sensory properties were determined. As a result, total moisture content, total oil content as lemon oil, pH, titration acidity, and color (L^* , a^* , b^*) of the encapsulated lemonade were 7.14 %, 8.3%, 3.79, 0.48 mg citric acid/g, and 56.6 (L^*), -4.38 (a^*), 10.93(b^*). While total phenolic content and major volatile compound (limonene) of encapsulated lemonade sample were 5.69 GAE/g and 59.58 %, the activity of antidiabetic and free radical scavenging as antioxidant were not found. In assessing sensory characteristics, a hedonic scale was used in the range of 1 to 9, and that the samples are liked by taking points around 7. In our study, it is predicted that the antidiabetic and antioxidant activity of encapsulated lemonade could not be determined because capsules could be produced only by using a little amount of lemon oil and lemon juice.

Keywords: β -Cyclodextrin Encapsulation, Lemonade, Antioxidant, Antidiabetic, Volatile, Sensory

1. Introduction

In recent years, consumers prefer natural ready mix of food that provide various health benefits due to including functional bioactive components. Lemonade is one of them and traditionally a homemade drink using lemon juice and peel, water, and a sweetener such as cane sugar or honey. Citrus fruits such as lemon are used lemonade production and has been used in food, medicine and perfumery industry for centuries due to a unique nutritional value (Bruno et al., 2014). Especially Citrus peels are the waste product of fruit processing industry rich in essential oil (EO) and the oil contains limonene and linalool major volatile components (Min-Hsiung et al., 2009). The EOs has been widely used as preservatives in pharmaceuticals, foods and other industries, and are generally regarded as safe (GRAS) (Kıdem and Garba, 2017).

As pharmaceutically, the lemon peel also has high antioxidant, anticarsinogen and antimicrobial properties, and a diabetes lowering effect due to its high polyphenol content, which promotes stimulation or regeneration of β -cells (Naim et al., 2012; Kıdem and Garba, 2017). Lemon peel extract was studied on mice with diabetes and significantly reduced blood glucose levels (Naim et al., 2012).

¹Suleyman Demirel University, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, Isparta, TURKEY

²Suleyman Demirel University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, Isparta, TURKEY

*Corresponding author: gulcanozkan@sdu.edu.tr

Citation (Atıf): İncegöl, Y., Karaboyacı, M., Aydın, E., Özçelik M. M., Özkan, G. (2018). Production and Characterization of Natural Lemonade Powder Using β -Cyclodextrin particles Bilge International Journal of Science and Technology Research, 10-18.

In food industry, lemon EOs is used as a flavoring agent in food products such as confectionery, bakery products, desserts, ice creams and soft drinks due to its volatile components having a characteristic aroma profile (González-Molina et al., 2010; Mei et al., 2009; Reineccius et al., 2005). Lemon oil also is used for providing a non-sour citrus aroma in lemon peel beverage such as lemonade and food formulations (Cannon et al., 2015).

It has been recently dwelled on the different encapsulation methods and mixture of coating materials to produce powder of the beverages. Encapsulation is employed to protect chemically sensitive bioactive compounds from degradation due to adverse environmental conditions and is also used to control the release of the encapsulate and the different coating materials used for the encapsulation of bioactive compounds due to their long-term storage stability (Szente and Szejtli, 2004; Mourtzinis et al., 2008; Astray and Mejuto, 2009). Cyclodextrins (α , β and γ) are one of the best methods used in the encapsulation of many hydrophilic and hydrophobic molecules, flavor substances and the powder beverages production of fruits, vegetables and herbs in the food industry (Reineccius and Risch, 1986); (Reineccius et al., 2006; Avcı and Dönmez, 2010) because of their shapes of three-dimensional and cylindrical. (Eastburn and Tao, 1994; Crini and Morcellet, 2002; Singh et al., 2002; Magnusdottir et al., 2002; Valle, 2004; Vermonden et al., 2009; Astray and Mejuto, 2009; Song et al., 2009).

In this study, it was aimed to produce natural lemonade powder. The mix of lipophilic food ingredients (lemon peel oil and riboflavin) and hydropylic ingredients (lemon juice, citric acid and stevia) encapsulated with β -cyclodextrin method to improve the stability of aromas, acidity and coloring matter, as well as to prolong of the product shelf life by preserving the product both physically and chemically.

2. Material and Method

2.1. Material

Materials used in this study are lemon juice, lemon peel oil, riboflavin, citric acid, stevia and beta cyclodextrin. Cold-pressed 100 % lemon peel oil obtained from Botalife, β -cyclodextrin (Cavamax W7 pharma), and lemon juice were used as raw materials in the microencapsulation process. After encapsulation citric acid monohydrate (Sigma), riboflavin-5-phosphate sodium (DSM) and stevia powder (Takita) were added to the paste.

2.2. Encapsulation Method

Microencapsulation method is designed like Bhandari and colleagues' (1999) method. They use 70 ml of distilled water for 100 grams of β -cyclodextrin. In this research, we used 9 mL of lemon juice for preparing 10 grams of β -cyclodextrin for to obtain more taste and flavor. If the liquid is used at a lower rate, the dough becomes solid too quickly and after that the additional components can not be dissolved in the dough solution. The ratio of β -cyclodextrin to lemon oil was 88:12 in dry basis like Bhandari and colleagues (1998). They found this ratio as an optimum amount (Bhandari et al., 1998). For preparing 10 grams of encapsulated lemon oil 8.8 grams of β -cyclodextrin dissolved in 9 mL of lemon juice and stirred in mechanical stirrer at 60 rpm. After dispersion of β -cyclodextrin than 1.2 mL of lemon oil added to mixture and stirred 15 minutes. Bhandari and colleagues (1999) found that 15 minutes is optimum kneading time for microencapsulation of lemon oil. After 15 minutes, 0.0125 g (12.5 ppm) of riboflavin-5-phosphate sodium added to the mixture. Followed by 1.2 g (6,000 ppm) citric acid and 6 g (30,000 ppm) stevia were added to dough mixture. The mixture was stirred until it becomes dense. The resulting dough mixture was dried at 70 °C for 24 hours in oven. Hardened dough is ground in the mortar and sieved from a 100-mesh sieve (Bhandari et al., 1999). And thus, instant lemonade powder is obtained.

2.3. Total Moisture Content Analysis

The total moisture content of lemon oil filled cyclodextrin powder complexes was determined by AOAC 925.45 method (AOAC, 1996). 2 g of samples was weighed into aluminum weighing container and dried in a

at 70 C. After drying, the container was covered and cooled to 25 C in a desiccator with silica gel for about 20 min before weighing. This process was repeated every hour until the mass change was less than 2 mg.

2.4. Total Oil Extraction Analysis

For determination of total oil content of the cyclodextrin inclusion complexes, 2 grams of encapsulated cyclodextrin with constant weighing was boiled in hexane (powder hexane ratio is 1 to 20) for 30 minutes by using modified method of Bhandari et al. (1992) and Anandaraman and Reineccius (1987). After 30 minutes 100 mL distilled water was added to the solution and filtered. Filtrate was rinsed with hexane again and this process was repeated for 3 times. The last filtrate was analysed with GCMS to be sure about there are no oil in

the filtrate. Obtained residue was dried in an oven at 70 °C over a night. The amount of mass lost by the cyclodextrin was calculated as the oil ratio of the complex.

2.5. Determination of pH value

Lemonade pH values were determined using a pH meter (Hanna Instruments USA). The liquid product was read by directly immersing the probe.

2.6. Determination of Titration Acidity

5g of lemonade at room temperature is removed and titrated with 0.1 N NaOH adjusted to pH 8.1. The result is expressed as citric acid.(Cemeroğlu, 2007)

2.7. Color Analysis

Lemonade color values are determined by automatic color device (3nh, nh310). L*, a*, b* values were determined with the device.

2.8. Total phenolic content

Total phenolic content (TPC) of the extracts was determined according to the method of Li et al., (2006). Briefly, 0.4 mL of diluted extracts were mixed with 2 mL of 10-fold diluted Folin–Ciocalteu’s phenol reagent and 1.6 mL of 7.5% Na₂CO₃ was added. The mixture was allowed to stand for 1 hour. The absorbance versus prepared blank was read at 760 nm. Six different concentrations of gallic acid solutions (20– 200 mg/L) were used for calibrations. The final results were expressed as mg gallic acid equivalent (GAE) g of dry lemonade.

2.9. Free radical scavenging activity

Free radical scavenging activity as antioxidant properties is under the influence of holding free radicals and it’s been determined by using 1, 1-diphenyl-2-picrilhidrazil (DPPH) method (Dorman et al., 2003). The powder of lemonade (2 g) was solved in 250 mL water. The solved lemonade in water were added 450 IL of Tris-HCL solution (50 mM - pH 7.4) and 1 ml DPPH (0.1 mM) and were incubated for 30 minutes. The absorbance of the standard and the samples were measured at 517 nm. Before calculating IC₅₀ value, antiradical activity % of the extracts at different doses was determined using the following formula:

Free radical scavenging activity % = 100 x (absorbance of the control - absorbance of the sample/absorbance of the control)

2.10. Determination of antidiabetic activity

The initial steps of method development involved determining the activities of sucrose, in an acetone-extract of rat intestinal tissues and improving a previously published method (Aydin, 2015) by analysing glucose production from sucrose with the hexokinase assay.

2.11. Volatile compounds analysis

The 2 g lemonade sample is transferred to a 15 ml volumetric vial that is sealed with a silicone septum. The sample is placed in a 45 °C heater block with stirring by means of a magnetic stirrer. Balancing was performed for 15 minutes and then, a Carboxen/polydimethylsiloxane manual SPME fibre (75 mm Fused Silica, Supelco Ltd., Bellefonte, PA, USA) was inserted into the vial and maintained in the head-space for 30 min at 45 °C to extract volatile compounds from the lemonade. Finally, the fiber was placed in the injection block of the gas chromatograph at 250 °C for 5 minutes to determine the flavor compounds obtained from lemonade (Cevik et al., 2016).

2.12. Sensory analysis

Sensory analysis was carried out at Süleyman Demirel University Faculty of Engineering Department of Food Engineering. A hedonic scale was used between 1 and 9. The number 1 on the scale is very bad, 5: the middle and 9 were expressed in perfect form.

3. Results and Discussion

3.1. Physicochemical properties of encapsulated lemonade

The moisture content of the β -cyclodextrin inclusion complex was calculated 7.14 % by the vacuum-drying method (AOAC, 1990). Bhandari et al., (1999) used this method and the calculate moisture content of the β -cyclodextrin 9.94%. Results are similar, and the moisture content of a sample is influenced by the climate of the studied area and the humidity in the air.

The resulting total oil extraction results can also be evaluated as inclusion efficiency. As a result of the analysis, it was determined that the cyclodextrin inclusion complex contains 8.3% lemon oil. Bhandari et al. (1998) used the same method and they reported that 94.51 mg of volatiles/g of cyclodextrin, that is 9.451 g of oil volatiles (or 9.68 g of lemon oil) per 100 g of β -cyclodextrin. Our total oil content is similar to this result. In our method we used hexane for to remove all lemon oil from hydrofobic cavity. Because hexan is an apolar solvent and apolar cavity wants to take this solvent inside. Out side of the cyclodextrin is polar so after boiling with hexane we add water to the flask for to solve cyclodextrin and than solution can be filter easily.

The lemonade pH and titration acidity values obtained by dissolving 2 g of lemonade preparation in 200 ml water were found to be 3.79 ± 0.01 and 0.48 ± 0.02 mg citric acid/g sample respectively. Lemon by-product characteristics were investigated, and the pH value was found to be 3.80. This value was found in the literature between 3.14-3.96 (M'hiri et al., 2018). Lemon peel oil is a by-product of lemon and is encapsulated in the production of lemonade and re-dissolved by dissolution in water. The pH value of lemonade produced by using lemon juice and lemon peel oil was found in the current range in the literature. It may be due to the presence of organic acids such as citric, ascorbic and malic acids in the lemon by-product and lemonade high acidity.

Lemonade L^* , a^* , b^* values were found to be 56.6 ± 0.56 , -4.38 ± 0.16 and 10.93 ± 0.22 respectively. When the color values of lemon wastes are examined, L^* , a^* and b^* values are found as 43.78, 4.13 and 12.72 respectively (M'hiri et al., 2018). When we compare our results withthe study, the value of a^* is very low, which can be explained by the greening of the resulting color of the lemonade enriched with riboflavin.

3.2. Total phenolic compounds and functional properties of encapsulated lemonade

As a result of total phenolic substance amount analysis performed, the phenolic content of lemonade was determined as 5.69 ± 0.18 mg GAE/g. In the study conducted by M'hiri et al. (2018) the composition of lemon waste products was investigated, and the total amount of phenolic substance was found to be 55.2 mg GAE / g. The waste consists of lemon peel, lemon seed, dough and water. In our work, only lemon oil and lemon juice are used. The phenolic content we found could be found to be lower because of the use of only lemon oil and water and because of the encapsulation process.

Free radical scavenging and anti-diabetic activities as functional properties of powder lemonade produced in the study have been reviewed. It is determined that, as a result of the analysis carried out, the anti-diabetic and antioxidant properties of the lemonade are not important due to the lowest content of lemonade oil and phenolic in encapsulated product. Also, it was found that prepared lemonade did not inhibit the sucrase activity. Therefore, it could conclude that lemonade does not have any anti-diabetic activity.

3.3. Volatile properties of encapsulated lemonade

The oil obtained from the colored parts of the citrus peels consists of more than 100 compounds. The results of analysis of the lemonade volatile compounds are given in the following Table 1. Composition of these oils was terpenecarbons, oxygenated compounds and non-volatile compounds. Some important compounds in citrus oils found as α -pinene, β -pinene, myristine, lemonine, γ -terpinene, valencene, sabinene, neral and geranial (Karhan, 2006). The main component was determined that as limonene in proportion to one of the most important components of essential oil (37.63-69.71%) of sour lemon peel by Bourgou et al. (2012). In another study also conducted on lemon oil, it was stated that volatile oil predominates mainly of Limonen (61.64%), β -pinene (13.85%) and γ -terpinene (9.95%) (Hasani et al., 2018). In our study, limonene, β -pinene and γ -terpinene and fractions encapsulated with β -cyclodextrin were determined as 59.58% and 12.29% and 4.39% respectively. When these ratios are examined it can be concluded that the essential components of lemon oil are successfully encapsulated with CD's. The main constituents encapsulated in the study were limonene (59.58%), γ -terpinene (12.29%), β -pinene (4.39%), β -piceabolene (3.89%) and β -myrcene (2.59) %.

Table 1. Lemonade volatile components

Name of volatile compounds	Area	Area%
α -Thujene	193910	0.06
α -Pinene	3328894	1.00
Camphene	532726	0.16
Sabinene	340410	0.10
β -Pinene	14591282	4.39
β -Myrcene	8627343	2.59
l-Phellandrene	704094	0.21
α -Terpinene	1765288	0.53
p-Cymene	6160958	1.85
Limonene	198119060	59.58
Z-Ocimene	492894	0.15
β -Ocimene	1020180	0.31
γ -Terpinene	40880843	12.29
Isolimonen	176928	0.05
α -Terpinolene	5277306	1.59
p, α -Dimethylstyrene	7506035	2.26
Nonanal	127328	0.04
E-Sabinene hydrate	262164	0.08
β -Fenchyl alcohol	364244	0.11
Decanal	89169	0.03
Z-Citral	1266660	0.38
E-Citral	4044566	1.22
δ -Elemene	121603	0.04
Citronellyl acetate	84169	0.03
Neryl acetate	5133534	1.54
Linalyl acetate	4729812	1.42

β -Elemene	232858	0.07
Caryophyllene	1828104	0.55
α -Bergamotene	6030590	1.81
(E)- β -Farnesene	640090	0.19
β -Santalene	210499	0.06
β -Himachalene	157143	0.05
Curcumene	137105	0.04
Isocaryophyllene	297755	0.09
β -Selinene	120377	0.04
Valencene	191172	0.06
α -Selinene	208172	0.06
α -Bisabolene	1610211	0.48
(E,E)- α -Farnesene	958931	0.29
β -Bisabolene	12941173	3.89
α -Cedren	373112	0.11
Cadinene	173281	0.05
α -Patchoulene	136253	0.04
α -Humulene	365568	0.11
TOTAL	332553794	100.00

3.4. Sensory properties of encapsulated lemonade

The color, odor, flavor, sweetness, bitterness, sourness lemon flavor, taste of lemonade and overall appreciation were evaluated sensory using hedonic scale. It is expressed that the smell and aroma of the lemonade evaluated by the panelists is likes and resembles the classical lemonade. Likewise, it was determined that lemon flavor was enough and liked. These results show us that the encapsulation process using cyclodextrin particles is successful in lemonade odor, taste and aroma. Lemonade has parallel scores when assessed for bitterness and sourness originating from phenolics, and this value is around 7. So, the product is liked by bitter taste and sourness taste. The results obtained are given in Figure 1.

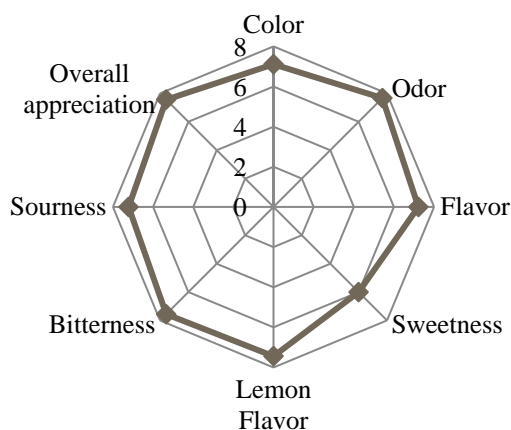


Figure 1. Sensory properties of lemonade

Conclusions

In summary, the mixture of lemon oil, lemon juice, citric acid, stevia and riboflavin was successfully encapsulated by using beta cyclodextrin to produce the powder of natural lemonade. Also, the volatile

substances of lemon oil was encapsulated successfully and the sensory properties of the last product were highly liked by the panelist. However, the functional properties as radical scavenging activity and antidiabetic activity of the powder of natural lemonade were not determined. As a result, the encapsulated lemonade product could be using home appliances and industry as natural powder formulation in practical.

References

- Anandaraman, S., and Reineccius, G. (1987). Analysis of encapsulated orange peel oil. *Perfumer and Flavorist* 12, 33-39.
- AOAC. (1990). In *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*, 5th ed.; Helrich, K., Ed.; AOAC International: Arlington, VA, p. 1010.
- Astray, G., and Mejuto, J. C. (2009). A Review on The Use of Cyclodextrins in Foods, *Food Hydrocolloids* 23, 1631-1640.
- Avcı, A., and Dönmez, S. (2010). Cyclodextrins and Their Usage in The Food Industry. *Gıda Dergisi*, 35, 305-312.
- Aydin, E., (2015). Effects of Natural Products on Sugar Metabolism and Digestive Enzymes (Doctoral dissertation, University of Leeds).
- Bhandari, B. R., Dumoulin, E. D., Richard, H. M. J., Noleau, I., and Lebert, A.M. (1992). Flavour encapsulation by spray drying: Application to citral and linalyl acetate. *J. Food Sci.* 57, 217-221.
- Bhandari, B. R., Arcy, B. R. D., Le, L., and Bich, T. (1998). Lemon Oil to β -Cyclodextrin Ratio Effect on the Inclusion Efficiency of β -Cyclodextrin and the Retention of Oil Volatiles in the Complex. *J. Agric. Food Chem.*, 46, 1494-1499.
- Bhandari, B. R., Arcy, B. R. D., and Padukka, I. (1999). Encapsulation of Lemon Oil by Paste Method Using β -Cyclodextrin: Encapsulation Efficiency and Profile of Oil Volatiles. *J. Agric. Food Chem.*, 47, 5194-5197.
- Bruno, L., Spadafora, N.D., Iaria, D., Chiappetta, A., Bitonti, M.B. (2014). Developmental stimuli and stress factors affect expression of CIGLP1: an emerging allergen-related gene in Citrus limon. *Plant Physiol. Biochem.* 79, 31–40.
- Bourgou, S., Rahali, F. Z., Ourghemmi, I., and Sa, M. (2012). Changes of Peel Essential Oil Composition of Four Tunisian Citrus during Fruit Maturation. *The scientific World Journal*, 1-10.
- Cannon, R.J., Kazimierski, A., Curto, N.L., Li, J., Trinnaman, L., Janczuk, A.J., Agyemang, D., Da Costa, N.C., Chen, M.Z., 2015. Identification, synthesis, and characterization of novel sulfur-containing volatile compounds from the in-depth analysis of Lisbon lemon peels (*Citrus limon* L. Burm f. cv. Lisbon). *J. Agric. Food Chem.* 63, 1915–1931.
- Cemeroğlu, B. (2007). *Gıda Analizleri (Gıda Tekno)*. Bizim Büro Basımevi, 535s, Ankara.
- Cevik, S., Ozkan, G., and Mustafa, K. (2016). Optimization of malaxation process of virgin olive oil using desired and undesired volatile contents *LWT* 73.
- Crini, G., and Morcellet, M. (2002). Synthesis and applications of adsorbents containing cyclodextrins. *J. Sep. Sci.*, (25), 789-813.
- Dorman, H. J. D., Koşar, M., Kahlos, K., Holm, Y., and Hiltunen, R. (2003). Antioxidant Properties and Composition of Aqueous Extracts from Mentha Species, Hybrids, Varieties, and Cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(16), 4563-4569.
- Eastburn, S., and Tao, B. (1994). Application of modified cyclodextrins. *Biotechnol Adv.*, 12, 325-339.
- González-Molina, E., Domínguez-Perles, R., Moreno, D. A., and García-Viguera, C. (2010). Natural bioactive compounds of Citrus limon for food and health. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 51(2), 327–345.

- Hasani, S., Mahdi, S., and Ghorbani, M. (2018). International Journal of Biological Macromolecules Nanoencapsulation of lemon essential oil in Chitosan-Hicap system. Part 1: Study on its physical and structural characteristics. *International Journal of Biological Macromolecules*, 115, 143-151.
- Karhan, M. (2006). Turunçgil Kabuk Yağlarının Elde Edilmesi ve Gıda Endüstrisinde Kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3, 71-77.
- Kıdem, H.U., and Garba, U. (2017) Citrus peel essential oils: a review on composition and antimicrobial activities. *International Journal of Food Safety, Nutrition, Public Health and Technology*; Coimbatore, 9 (5), 38-44.
- Kwak, S. H., Jung, C. S., Shim, Y. S., and Ahn, J. (2002). Removal of Cholesterol from Cheddar Cheese by β -Cyclodextrin. *J. Agric. Food Chem.*, 50, 7293-7298.
- Kwak, H. S., Kim, S. H., Kim, J. H., Choi, H. J., and Kang, J. (2004). Immobilized β -Cyclodextrin as a Simple and Recyclable Method for Cholesterol Removal in Milk. *Arch Pharm Res*, 27(8), 873-877.
- Li, Y., Guo, C., Yang, J., Wei, J., Xu, J., and Cheng, S. (2006). Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. *Food Chemistry*, 96, 254-260.
- Magnusdottir, A., Mason, M., and Loftsson, T. (2002). Cyclodextrins. *J Inclusion Phenom Macrocylic Chem.*, 44, 213-218.
- Mei, L., Choi, S. J., Alamed, J., Henson, L., Popplewell, M., McClements, D. J., et al. (2009). Citral stability in oil-in-water emulsions with solid or liquid octadecane. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(1), 533-536.
- M'hiri, N., Ghali, R., Nasr, I. Ben, and Boudhrioua, N. (2018). Effect of different drying processes on functional properties of industrial lemon byproduct. *Process Safety and Environmental Protection*, 116.
- Min-Hsiung P. (2009). Chemopreventive effects of natural dietary compounds on cancer development. Second Symposium on FranceTaiwan Frontiers of Science Tentative Program.
- Mourtzinou, I., Kalogeropoulos, N., Papadakis, S. E., Konstantinou, K., and Karathanos, V. T. (2008). Encapsulation of Nutraceutical Monoterpenes in β -Cyclodextrin and Modified Starch. *Sensory and Food Quality*, 73(1), 89-94.
- Naim, M., Amjad, F. M., Sultana, S., Isalm, S. N., and Amjad, M. (2012). A Comparative Study of Antidiabetic Activity of Hexane-Extract of Lemon Peel (Limon citrus) and Glimepiride in Alloxan-Induced Diabetic Rats. *Bangladesh Pharmaceutical Journal*, 15(2), 131-134.
- Reineccius, G. A., and Risch, S. J. (1986). Encapsulation of artificial flavors by β -cyclodextrin. *Perfumer and Flavorist*, 11(4), 1-6.
- Reineccius, T. A., Reineccius, G. A., Peppard, T. L. (2005). The effect of solvent interactions on α -, β -, and λ -Cyclodextrin/Flavouring molecular inclusion complexes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(2), 388-392.
- Reineccius, T. A., Reineccius, G. A., and Peppard, T. I. (2006). Flavor Release from Cyclodextrin Complexes: Comparison of Alpha, Beta, and Gamma Types. *Journal of Food Science* (68).
- Reineccius, T., Reineccius, G., and Peppard, T. (2008). Utilization of β -Cyclodextrin for Improved Flavor Retention in Thermally Processed Foods. *Journal of Food Science* (69).
- Singh, M., Sharma, R., and Banerjee, U. C. (2002). Biotechnological Applications of Cyclodextrins. *Biotechnol Advances*, 20, 341-359.
- Song, X. Le, Bai, L., Xu, M. X., He, J., and Pan, Z. S. (2009). Inclusion Complexation, Encapsulation Interaction and Inclusion Number in Cyclodextrin Chemistry, 253, 1276-1284.
- C, J. (1998). Introduction and General Overview of Cyclodextrin Chemistry. *Chem Rev.*, 98, 1743-1753.
- Szente, L., and Szejtli, J. (2004). Trends in Food Science and Technology, 15, 137-142.

Valle, E. M. M. Del. (2004). Cyclodextrins and their uses: a review. *Process Biochemistry*, 39, 1033-1046.

Vermonden, T., Nostrum, C. F. Van, Hennink, W. E., and van de Manakker, F. (2009). Cyclodextrin-Based Polymeric Materials: Synthesis, Properties and Pharmaceutical/Biomedical Applications. *Biomacromolecules*, 10(12), 3157-3175.

Received: 30.10.2018

Accepted: 27.12.2018

DOI: 10.30516/bilgesci.476434

ISSN: 2651-401X

e-ISSN: 2651-4028

2(Special Issue), 19-24, 2018

Preparation and Performance of Electroless Nickel on HVOF (High-Velocity Oxygen Fuel) Sprayed Inconel 625 Nickel Coating for Corrosion Protection Applications

Ramazan Haldun Topcu¹, Harun Mindivan^{1*}

Abstract: High Velocity Oxy-Fuel (HVOF) spraying is one of the preferred surface engineering technologies that can offer advantages such as user-friendliness and cost-efficiency in mass production of coatings for various applications. While the main applications of the HVOF process are related to wear, corrosion resistance can be one of the important desired features of the surface engineering process. However, the porosity of HVOF sprayed coatings is usually a problem when coatings are used in corrosion applications. Low carbon steel substrates were High-Velocity Oxygen Fuel (HVOF) sprayed with Inconel 625 and then coated with a thin film of electroless nickel (electroless nickel plating). Characterizations of the coatings were carried out by using X-Ray diffraction analyses (XRD), Optical Microscopy (OM), Scanning Electron Microscope (SEM) and microhardness measurements. Their corrosion behaviours were evaluated by electrochemical polarization measurements in 3.5 wt. % NaCl solution. Results showed that sequential application of HVOF spraying and electroless coating processes provided the multi-layered coating consisting of an inner inconel 625 based layer and an outer Ni-P layer. Electroless Ni-P also caused the remarkable increasing in the corrosion resistance as compared to the as-HVOF sprayed state.

Keywords: Corrosion, HVOF Spraying, Inconel 625, Electroless Nickel.

1. Introduction

The use of thermal sprayed corrosion-resistant coatings to protect an underlying steel substrate has received much interest over the past few years (Johnson et al., 2011). The advantage of this method is the substantial weight and cost reduction compared to using bulk alloys (Hjornhede and Nylund, 2004). A number of thermal spraying methods are available including flame spraying, plasma spraying, arc thermal spraying, and high velocity oxy-fuel (HVOF) spraying (Sidhu et al., 2005). In particular, HVOF is the most extended method to process Inconel 625 coatings (Johnson et al., 2011). However, deposited Inconel 625 coating designed for use in harsh service environments can be damaged because some residual oxides and porosity remain at splat boundaries (Rakhes et al., 2011; Poza et al., 2014). To protect the HVOF sprayed Inconel 625 coating from the above aspects, extensive research is going on in the field of laser cladding onto the Inconel 625 coating by HVOF process (Nemecek et al., 2014). Nevertheless, it was found that the laser coating demonstrated poor corrosion performance because cracking due to rapid melt pool solidification acted as sites for crevice and pitting corrosion (Abioye et al., 2015). Therefore, we additionally carried electroless deposition process to improve the corrosion performance onto the HVOF sprayed Inconel 625 coating to reduce corrosion attack at the coating surface to any open porosity or splat boundaries. According to the available literature, there is no such report on the HVOF sprayed Inconel 625 coating deposited with

¹Bilecik Şeyh Edebali University, Engineering Faculty, 11210, Bilecik, Turkey

* Corresponding author: *hmindivan@gmail.com

Citation (Atıf): Topcu, R.H., Mindivan, H. (2018). Preparation and Performance of Electroless Nickel on HVOF (High-Velocity Oxygen Fuel) Sprayed Inconel 625 Nickel Coating for Corrosion Protection Applications. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 2 (Special issue): 19-24.

electroless Ni-P. In the present study, the HVOF-sprayed Inconel 625 coating has been subjected to Ni-P coating and then its structural characterization and corrosion properties have been evaluated.

2. Material and Method

Commercially available spheroidal, gas atomized powder (Diamalloy-1005) manufactured by Sulzermetco company with a nominal particle size range of -45 to $+11$ μm was used for this study. These particles are similar to Inconel 625 properties and composition (Table 1). It is used in corrosive and erosive applications like seawater environments. Inconel 625 was deposited onto rectangular low carbon steel substrates with dimensions of 100 mm x 50 mm x 4 mm (length x width x thickness). The oxide film on the substrate was removed with sandblasting followed by cleaning acetone to eliminate any residuals prior to HVOF spray process.

Table 1. Chemical Composition of Diamalloy-1005 Powder.

Powder Material	Chemical Composition (wt. %)				
	Ni	Cr	Mo	Fe	Co
Inconel 625	66.5	21.5	8.5	3	0.5

Before electroless Ni-P coating, the surfaces of the HVOF sprayed Inconel 625 coating were ground using 1200 grit SiC paper and mechanically polished with a fine grade Al_2O_3 paste to achieve a certain surface uniformity. Finally, the surfaces were thoroughly degreased with acetone, ultrasonically cleaned and etched in a 30 vol. % HCl solution for 1 min. The commercial Ni-P electroless solution (Durni-Coat DNC 520-9) containing 5 g/L nickel, 40 g/L NaH_2PO_2 and suitable amounts of additive and stabilizer were used. The stirring rate of plating bath was about 250 r/min, using a magnetic stirrer and a polytetrafluoroethylene (PTFE) coated magnet with 2 cm length and 5 mm in diameter. The deposition was carried out in a 250 ml thermostated double wall beaker at 90 °C and pH 4.6 for 1 h to achieve a thickness of 11.5 μm .

Characteristics of the HVOF sprayed Inconel 625 and Ni-P treated coatings were investigated by microscopic examinations, X-ray diffraction (XRD) analyses, microhardness measurements and corrosion tests. The cross-sectional microstructure of the coatings was inspected with an Optical Microscopy (OM) and a Scanning Electron Microscope (SEM) equipped with an Energy Dispersive Spectroscopy (EDS). The cross-sectional microhardness measurements were carried out using a Vickers microhardness tester (Shimadzu) with a load 50 g and a dwell time of 10 s.

The electrochemical corrosion tests of the coatings were performed utilizing a typical three electrode potentiodynamic polarization test unit in the corroding media of aerated solution of 3.5 wt. % NaCl at room temperature. Before potentiodynamic polarization measurements, an initial delay of 30 min. was employed in order to measure the open circuit potential between working and reference electrodes. Potentiodynamic polarization curves were generated by sweeping the potential from cathodic to anodic direction at a scan rate of 1 mVs^{-1} , starting from -0.8 up to -0.2 V. The corrosion potential (E_{corr}) and corrosion current density (i_{corr}) were determined using the Tafel extrapolation method. Finally, the surface images of the corroded coatings were examined using an OM in order to determine the morphology of the developed corrosion.

3. Results and Discussion

Figure 1 shows OM images of the cross section of the HVOF sprayed Inconel 625 coating on low carbon steel substrate. The characteristic structure of an as-sprayed Inconel 625 coating with thickness of approximately 350 μm , formed by incremental deposition of powder particles which deform on impact is shown in Fig. 1 (a). Three discernable levels of contrast, white, black, and gray, were seen in the microstructure. The black regions mostly located along the interface of the splats were identified as pores (Fig. 1 b, as shown by the white arrows). EDS characterization was conducted to determine the composition of the white and gray areas. According to the EDS results, white regions represented the base material (Inconel 625) and the gray region represented oxide.

Figure 2 depicts surface morphology and cross-sectional micrograph of the Ni-P deposit. Because of the low amount of nodules on the Ni-P deposit (Fig. 2 a), it seems that the Ni-P coated surface had a low roughness value $R_a = 0.16 \pm 0.01 \mu\text{m}$. Using the EDS analysis, it was determined that the Ni-P deposit contains 13 wt. % phosphorous and 87 wt. % nickel. The coating with thickness of approximately $11.5 \mu\text{m}$ was rather compact without macro-defects such as porosity and showed a relatively good adherence to the HVOF sprayed Inconel 625 coating (Fig. 2 b). After electroless Ni-P coating, a 1.16 fold increase in hardness ($415 \text{HV}_{0.05}$) was achieved compared to the HVOF sprayed Inconel 625 coating not subjected to electroless deposition ($355 \text{HV}_{0.05}$).

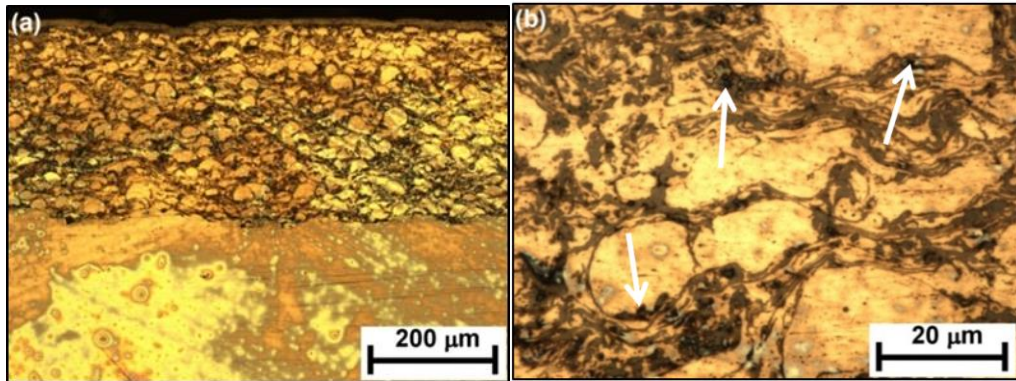


Figure 1. Cross sectional observations of HVOF sprayed Inconel 625 coating (a) low-magnification and (b) high-magnification.

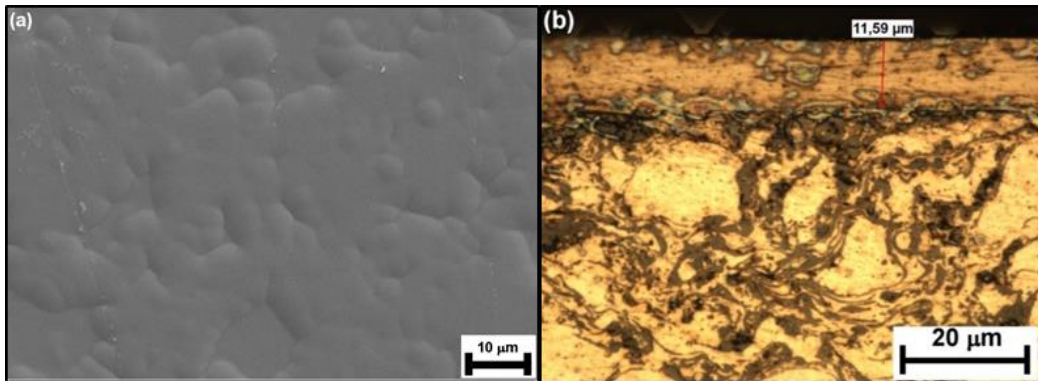


Figure 2. (a) Surface morphology and (b) cross-section image of the Ni-P deposit.

The XRD patterns of the examined coatings are presented in Figure 3. The HVOF sprayed Inconel 625 coating presented FeNi, Ni, Fe_2O_3 and NiO phases. After electroless plating on the HVOF sprayed Inconel 625 coating, Ni-P fully coated on the surface as shown in XRD pattern of the Ni-P deposit. XRD pattern of the Ni-P deposit exhibited a single broad peak indicative of the amorphous nature of the coating along with the presence of a small crystallite in the coating microstructure (Fig. 3).

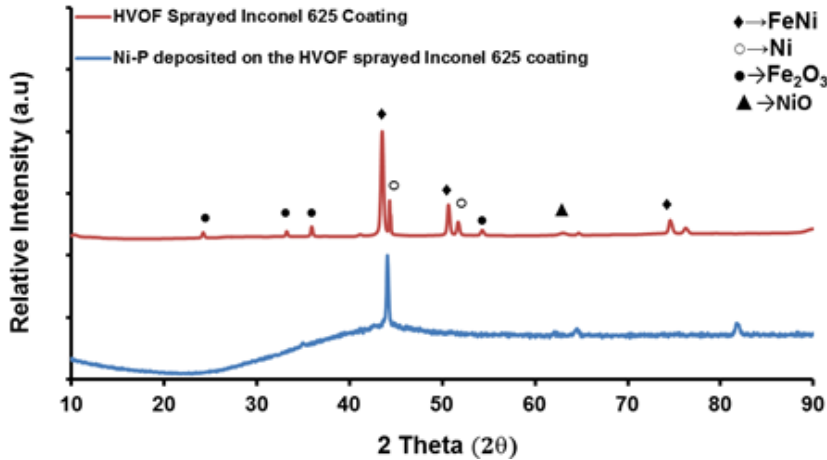


Figure 3. XRD patterns of the examined coatings.

Representative potentiodynamic polarization curves obtained for all the coatings are displayed in Fig. 4. The corresponding electrochemical corrosion parameters are shown in Table 2. As can be seen from Fig. 4, the equilibrium corrosion potential (E_{corr}) of the HVOF sprayed Inconel 625 coating was -575 mV, and the corrosion current density (I_{corr}) was $3.38 \times 10^{-6} \text{ Acm}^{-2}$. The corrosion potential and corrosion current density of the Ni-P deposit were changed. The Ni-P deposit's E_{corr} was -487 mV, which was positively shifted 88 mV. Besides, the I_{corr} was $2.04 \times 10^{-6} \text{ Acm}^{-2}$ which was reduced $1.34 \times 10^{-6} \text{ Acm}^{-2}$. E_{corr} indicates the tendency of the sample to corrode. The more negative the value is, the more likely it is that electrochemical corrosion will occur. I_{corr} indicates how quickly the sample corrodes once it has been corroded. Therefore, from the analysis results shown in Fig. 4 and Table 2, the improved corrosion resistance for Ni-P deposit in comparison with the HVOF sprayed Inconel 625 coating is ascribed to dense and porosity free coating as revealed from microhardness evaluation.

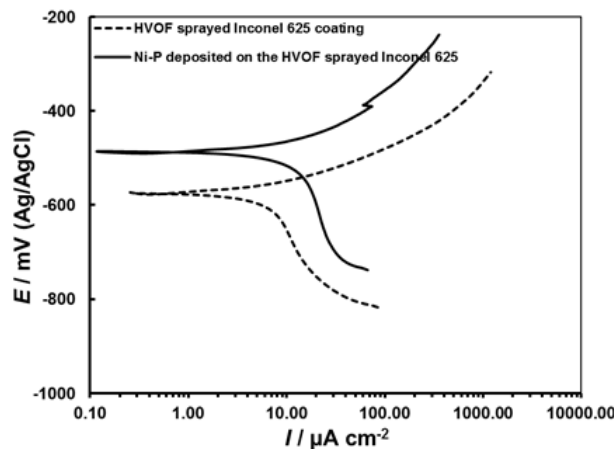


Figure 4. Potentiodynamic polarisation curves for the examined coatings in a 3.5 wt.% NaCl solution.

Table 2. Corrosion potential and corrosion current density values obtained from the polarization curves.

Type of coating	E_{corr} , (mV)	I_{corr} , Acm^{-2} , ($\times 10^{-6}$)
HVOF sprayed Inconel 625 coating	-575	3.38
Ni-P treated coating	-487	2.04

Figure 5 shows the corroded surfaces of the coatings. After polarization testing in 3.5 wt. % NaCl solution, the HVOF sprayed Inconel 625 coating showed an isolated corrosion pits on the surface. However, a lower Inconel 625 layer obtained by HVOF thermal spray process with an upper electroless Ni-P deposit was quite smooth and did not show sign of corrosion. The results suggest that the Ni-P deposit is more protective in nature than HVOF sprayed Inconel 625 coating. In agreement with these results, this significant enhancement in the corrosion resistance of amorphous electroless Ni-P (with high P content) coating is due to the absence of grain boundaries and the possible formation of a protective layer of nickel oxide and phosphorus compound (Yan et al., 2015).

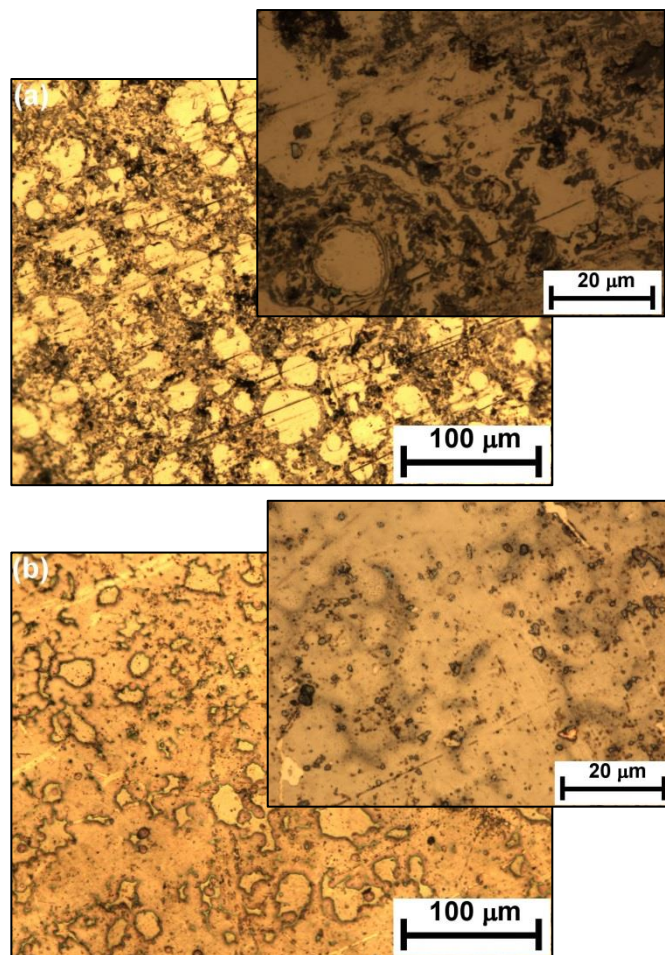


Figure 5. OM images of the (a) HVOF sprayed Inconel 625 coating and (b) Ni-P treated coating after polarization test.

4. Conclusions

HVOF thermal spray layer (Inconel 625) was coated with electroless Ni-P. The coatings were characterised by microstructure analysis, microhardness measurements and corrosion tests, and the most relevant conclusions can be summarised as follows:

- HVOF sprayed Inconel 625 coating followed by electroless Ni-P showed higher hardness and denser structure without porosity when compared to the coating without Ni-P deposit.
- The corrosion resistance of Inconel 625 coating obtained by HVOF thermal spray technology has been enhanced by adding an upper layer of a Ni-P deposit.

References

- Abioye, T.E., McCartney, D.G., Clare, A.T. (2015). Laser cladding of Inconel 625 wire for corrosion protection. *Journal of Materials Processing Technology*, 217, 232-240.
- Hjornhede, A., Nylund, A. (2004). Adhesion testing of thermally sprayed and laser deposited coatings. *Surface and Coatings Technology* 184, 208–218.
- Johnson, L., Niaz, A., Boatwright, A., Voisey, K.T., Walsh, D.A. (2011). Scanning electrochemical microscopy at thermal sprayed anti-corrosion coatings: Effect of thermal spraying on heterogeneous electron transfer kinetics. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 657, 46–53.
- Nemecek, S., Fidler, L., Fišerova, P. (2014). Corrosion resistance of laser clads of Inconel 625 and Metco 41C. *Physics Procedia*, 56, 294 – 300.
- Poza, P., Múnez, C.J., Garrido-Maneiro, M.A., Vezzù, S., Rech, S., Trentin, A. (2014). Mechanical properties of Inconel 625 cold-sprayed coatings after laser remelting. Depth sensing indentation analysis. *Surface & Coatings Technology*, 243, 51–57.
- Rakhes, M., Koroleva, E., and Liu, Z. (2011). Improvement of corrosion performance of HVOF MMC coatings by laser surface treatment. *Surface Engineering*, 27 (10), 729-733.
- Sidhu, T. S., Prakash, S., and Agrawal, R. D. (2005). Studies on the properties of high-velocity oxy–fuel thermal spray coatings for higher temperature applications. *Materials Science*, 41(6), 805-823.
- Yan, D., G. Yu, B. Hu, J. Zhang, Z. Song, X. Zhang. (2015). An innovative procedure of electroless nickel plating in fluoride-free bath used for AZ91D magnesium alloy. *Journal of Alloys and Compounds* 653, 271-278.

Ti₃SiC₂ MAX Phase from TiC-Si-Ti Mixture

Ahmet Atasoy^{1*}, Emre Saka¹

Abstract: There are more than ten MAX phase systems and more than fifty MAX phases. This work is focused to produce Ti₃SiC₂ MAX phase using Si, C, TiC powders. On the DTA curve of the mixture showed two exothermic peaks at temperature 970 and 1250 °C which were related with the formation of the MAX structure on the carbide layer. TiSi, SiC, TiC and Ti₃SiC₂ phases were detected in the sintered samples at temperature above 1300 °C for 3 h sintering time. At higher temperature and longer reaction time, SiC decomposes depending on the holding and reaction temperature. The silicon to titanium carbide and carbon ratios should be in stoichiometric but the silicon content of the starting composition requires more than 20% excess.

Keywords: TiC, Silicon, Carbide, Machinable Ceramic

1. Introduction

Max phase was discovered by Nowontny and co-workers(Nowontny 1970, 1982), but these new discovered phases did not receive much attention until pure Ti₃SiC₂ phase purely produced(Barsoum 1996). MAX phase, M is early group of 2 elements, A is transition elements and X is C or N in the system. There are more than ten discovered MAX phase systems can be classified according to the stoichiometric structure of the phases which are 211, 312, 431, 523 and 735(Hu 2013). There are growing interests on the MAX materials family at the last two decades because of the MAX phase materials combine metal and ceramic material properties (Rodovic 2013; Barsoum 2001). The materials are very stable and desired at high temperature applications (Chen 2001; Sunberg 2004). They have unique mechanical, thermal and chemical properties which are used wide range of applications from cutting tools (Gilbert 2000), to as a radiation shielding material in nuclear reactants(Hoffman 2012). These materials are new generation materials which replaced with the advanced ceramics in the near future. The decomposition temperatures of the materials change between 850-2300°C, depending upon the type and number of impurities present (Li 2003; Bao 2004; Zhen 2005). Preparation and processing methods of MAX phase include solid state synthesis, mechanical alloying (Raoult 1994; Orthner 2002), arc melting (Gupta 2004), hot pressing (Zhou 2000a), chemical vapour deposition(Zhou 2000b), spark plasma sintering (Zhou 2000c), pulse discharge sintering, pressure less sintering(Sun 2002) and self-propagation (Merzhanov 2004; Mishra 2011). Among the MAX phase ceramics, Ti₃SiC₂ is one of the most attraction material which is half of the published papers were about it (Barsoum 2001; Raoult 1994). It is usually processed from pure Ti, Si, SiC and TiC powders or combinations at high temperature (Barsoum 2000; Eitzkorn 2007; Sun 2004; Pampunch 1989; El Saeed 2012). In our previous studies, high purity and composite powders were synthesized successfully using a number of different starting materials and compositions by pressure less and thermic processes. Depending on the starting composition, the desired MAX phase was obtained by the aluminothermic reduction and carburizing of TiO₂/SiO₂/C/Al powders at 1400 °C for 2h. (Atasoy, 2016). A series of experimental studies have been carried using high purity Ti, Si and graphite powders at a time temperature schedule of 1350 °C for 2 and 4 h. Addition of the Ti₃SiC₂, SiC and TiC phases were formed. The formation of the MAX phase is more favourable at lower temperature. It was found that, the carbon content has significant effect on the formed MAX phase in which it decomposes

¹ Department of Metallurgy and Materials Engineering Sakarya University of Applied Sciences, Sakarya, Turkey.

Citation (Atif): Atasoy, A., Saka, E., (2018). Ti₃SiC₂ MAX Phase from TiC-Si-Ti Mixture. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 2(Special issue), 25-31.

to the carbides of Ti and Si at higher temperatures (Atasoy 2017). Based on our experimental studies, the aim of the work presented here is to investigate the processing and formation of 312 TiSiC MAX phase from the mixture of TiC, Ti and Si.

2. Materials and Method

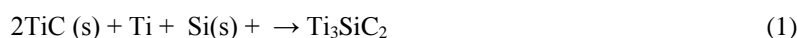
In the present study, high purity TiC, Ti and Si powders were used as starting materials to synthesis Ti_3SiC_2 phase. The characteristic of the powders are given in Table 1. Titanium and silicon powders were provided from the Alfa Aesar company. TiC powder was provided from.

Table 1. Some properties of the starting powders.

	Mp °C	D (g.cm ⁻³)	Par. size	Purity (%)
TiC	3200		4.93	5-20µm 99.99
Ti	1668		4.506	5-7 µm 99.99
Si	1412		2.33	2-5 µm 99.5

To prepare homogeneous mixture corresponding to the desired stoichiometric, the powders were ball milled with silicon carbide balls for 6 h. After the mixing operation, green compacts were obtained from the cold compaction of mixture with a uniaxial pressure of 300 MPa. After words the green compacts were placed in a graphite crucible and sintered at temperatures between 1300-1500 °C under Ar atmosphere for various holding times. The density of the green and the sintered samples were measured by Archimedes method. For the determination of mineral in the starting mixtures and the obtained phases in the products, X-ray diffraction method (D/max Rigaku, Japan) was used at the condition of Cu K α radiation ($\lambda=0.15418$ nm) with a step size of 0.02° (2 θ) and a scanning rate of 2° min⁻¹. Energy dispersive analytical X-ray (EDAX) was also used for basic chemical analysis. Thermal analysis of the mixture was performed on a simultaneous thermal analyser (Netzsch STA 400, Germany). TG/DTA was performed in an alumina crucible, under nitrogen atmosphere in the temperature range of 20-1450 °C and heating rate of 10 °C/min. For microstructure and morphology of the starting and the reduced samples were investigated by scanning electron microscopy (SEM) coupled energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX).

For the preparing of ternary compound Ti_3SiC_2 in a single stage, the solid-state reaction method was chosen. Overall reaction to produce Ti_3SiC_2 by given reactions.



To prepare homogeneous mixture corresponding to the desired stoichiometric, to minimize any contaminations, the powders were ball milled with SiC balls for 6 h. After the mixing stage, green compacts were obtained from the cold compaction of mixture with a uniaxial pressure of 300 MPa. After words the green compacts were placed in a graphite crucible and sintered at temperatures between 1300-1500 °C under argon atmosphere for various holding times.

For the determination of crystalline of the starting mixtures and the obtained phases in the products, X-ray diffraction method (D/max Rigaku, Japan) was used at the condition of Cu K α radiation ($\lambda=0.15418$ nm) with a step size of 0.02° (2 θ) and a scanning rate of 2° min⁻¹. Energy dispersive analytical X-ray (EDAX) was also used for basic chemical analysis.

Thermal analysis of the mixture was performed on a simultaneous thermal analyser (Netzsch STA 400, Germany). TG/DTA was performed in an alumina crucible, under nitrogen atmosphere in the temperature range of 20-1450 °C and heating rate of 10 °C/min.

For microstructure and morphology of the starting and the reduced samples were investigated by scanning electron microscopy (SEM) coupled energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX).

3.Results

For the preparing of ternary compound Ti_3SiC_2 in a single stage, the solid-state reaction method was chosen. The first step is the preparation of TiC, Ti and Si powder according to the reaction 1 in a stoichiometric ratio. A green compact is prepared with this homogeneous mixture and put in an graphite crucible. They were sintered at temperatures between 1300-1500 °C for various holding times under Ar.

In Figure 1 shows the X-ray diffraction pattern of the starting composition (at the bottom line). As expected it consisted TiC, Si and Ti. This figure also presents the X-ray diffraction patterns of the sintered samples at 1300 °C for various holding times. depending on the sintering time, it was clear that the figure displays different patterns and different newly formed phases such as SiC, TiSi inter metallic and Ti_3SiC_2 . At this sintering temperature, the sintering time has key role on the formation of the desired structure which needs more than 2 h. At the experimental condition, the high percentage of the MAX phase was formed in 4 h. holding time.

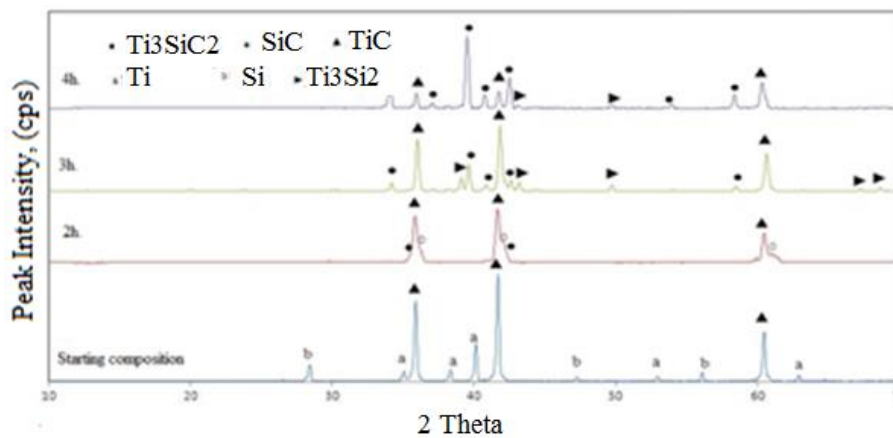


Figure 1. XRD pattern of the sintered sample at 1300 °C for various times.

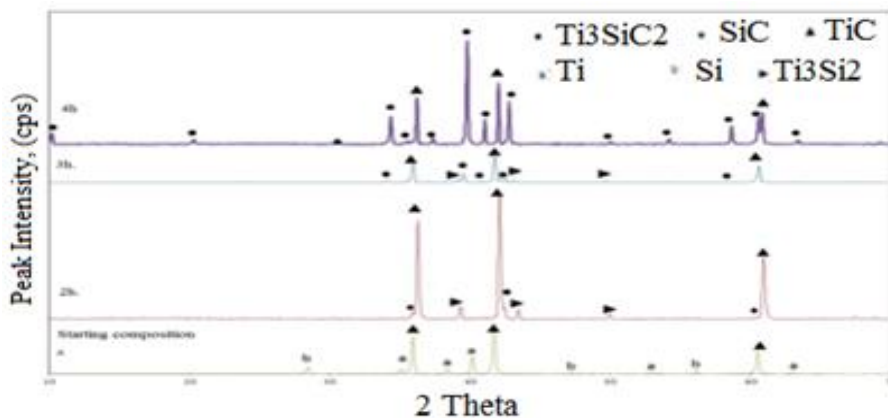


Figure 2. XRD pattern of the sintered sample at 1400 °C for various times.

Figure 2 shows the sintered samples at 1400 °C which displays different patterns and the new formed phases. At this temperature, the first reaction products were inter metallic phases of Ti-Si system where were TiSi, $TiSi_2$ and Ti_5Si_3 . When the sintering time increases they were converted into the carbides and Ti_3SiC_2 phases. This observation and the results suggests that the formation of the phase starts with inter metallic and carbide phases both depending on the sintering temperature and holding time.

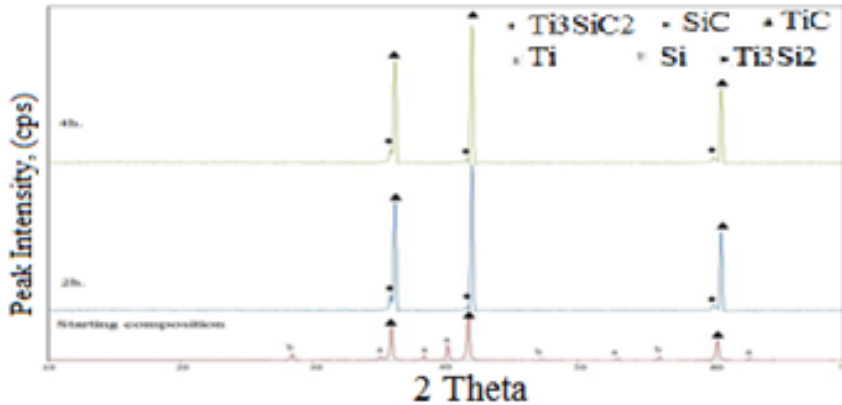


Figure 3. XRD pattern of the sintered sample at 1500 °C for various times.

Final X-ray diffraction patterns of the sintered samples at 1500 °C for various holding times were presented in Figure3. As seen from it, TiC phase was increased and SiC was formed. It was very amazing results that at his temperature, the formed MAX phase was disappeared. Our experiments showed that, the formed Ti_3SiC_2 phase was decomposed to TiC and SiC at both holding time. It was also assumed that the type of the used crucible was important that when graphite crucible was used the formation of carbide phases was accelerated as well as it decomposes the formed Ti_3SiC_2 phase to carbides at higher temperatures. Our results showed that, the stability of Ti_3SiC_2 phase was related with the carbon content of the initial composition and the type of crucible used.

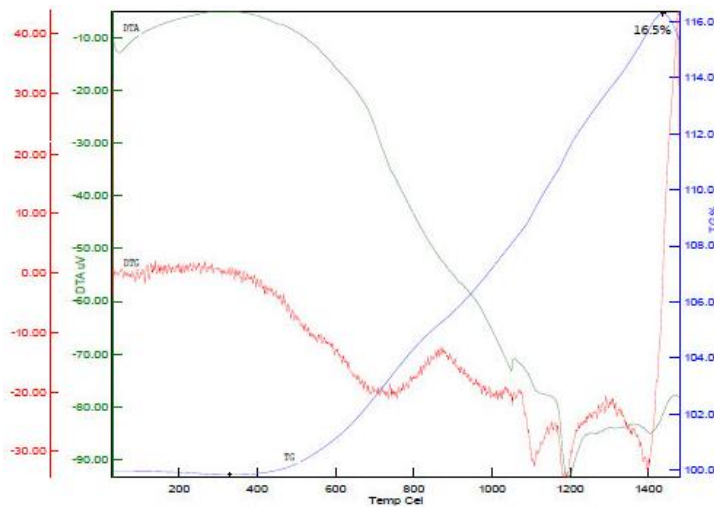


Figure 4. TG/DTA curves of mixture powders of Ti, TiC, Si and C powders.

Thermal analysis of the mixture of TiC, Ti and Si powder was presented in Figure 4. As seen from the TG curve of the mixture, there is weight gain during the experiment. It can be seen that the weight gaining starts at temperature above 400 °C and continuous with sintering temperature. Under the experimental conditions, both of the starting powders were stable and the experiment was carried out in argon flow. This kind of weight gaining can be explained by the oxidation of carbide or metallic portion of the starting composition. More investigations are necessary to clarify the weight gaining of the mixture. On the other, three endothermic and one exothermic peaks are observed on the DTA curve of the mixture. When compared them, they were resulted in conflicting conclusions. Again, in presence of Ar flow, any oxidation reaction should not take place in the mixture. However, some oxide content may come from the ball which was used for milling stage. This kind of contamination may resulted weight gain in the sintered samples.

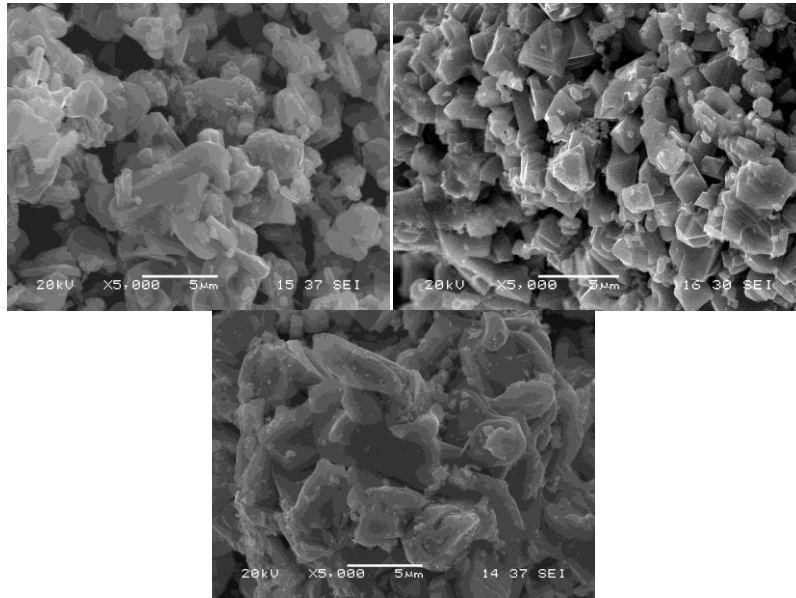


Figure 5. SEM micrograph of the sintered samples at 1300, 1400 and 1500 °C for 2h holding times.

Figure 5 shows the selected SEM micrograph after heat treating at different sintering temperatures for 2h. The particles were composed of TiC, SiC and Ti_3SiC_2 . At 1400 °C, the structure seems to be layered and has more Ti_3SiC_2 particles than the right and left side pictures. As confirmed by the X-ray diffraction patterns (Figure 3) the particles on the right side of the Figure 5 belongs to TiC and SiC.

The reaction mechanism of the Ti_3SiC_2 phase depends on the used powders. When thermo chemically stable powders were used the reaction mechanism controls by diffusion model with solid state reaction between the reactants. In the case of TiC-Ti and Si powders, the formation of Ti_3SiC_2 phase rate controlling by the overall reaction. The first nucleation of the Ti_3SiC_2 starts on the surface of TiC and grows epitaxial.

4. Discussion and Conclusions

Many attempts have been reported the formation of the 312 phase. It was reported the phase composition and the reaction mechanism of the MAX phase depends on the starting powders, the sintering conditions and parameters and even depends on used crucible. When TiC and Si were used as starting powders, the Ti_3SiC_2 forms on the TiC phase. The wet ability of Si is more feasible and covers all around TiC particles during the sintering stage. The growth mechanism of the Ti_3SiC_2 is epitaxial.

It was very interesting results that there was no MAX phase at sintering temperature of 1500 °C for the shorter or the longer holding times. The phase was decomposed into the carbides of Si and Ti. The tendency of decomposition reaction may be related with the used crucible which was graphite where creates carbon source that plays critical point in the system. The DTA curve showed a big exothermic peak nearly the same temperature as those determined by the XRD analysis.

The results of X-Ray diffraction analysis were presented in Fig 1-3 showing the relative intensity of the newly formed phases of the sintered samples. As the sintering time was increased, the formation of the desired phase increased linearly except the highest sintering temperature of the mixture.

The results of TG/DTA experiments were reported in Fig 4 showing the relative mass variations and its derivative as a function of temperature with a heating rate of 10 °Cmin⁻¹. A significant mass gaining was observed at temperature between 400-1500°C.

Ti₃SiC₂ is a bridge material between ceramics and metals. It is also new generation ceramics. TiC, Ti and Si powders used for synthesis of Ti₃SiC₂MAX phase by solid state method at a time-temperature schedule of 1300-1500 °C in Ar atmosphere condition. Depending on the reaction temperatures and the sintering time, TiSi, SiC and Ti₃SiC₂ phases were formed. TiC and SiC with elongated or equiaxed shape distributed in Ti₃SiC₂ matrix. The formation of Ti₃SiC₂ depends on Ti-Si binary phases. Silicon content plays an important role in the wetting of TiC particle and the formation of Ti₃SiC₂ phase. Ti₃SiC₂ phase was successfully obtained at 1300 °C for 3 h sintering time, and it was decomposed into TiC and SiC at higher temperature.

The further work should be performed to optimize the sintering process parameters and to investigate the mechanical properties of the sintered samples.

Acknowledgements

The study was financially supported by the Scientific Research Project Unit of Sakarya University under the project number of 2016-50-01-005.

Emre Saka has a scholarship of the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK) on the priority research areas program (2210-C) with the project no of 1649B021508867.

References

- Atasoy, A., Saka, E. (2016). Synthesis of the MAX phase of Ti₃SiC₂ ceramic from oxide. 18. Inter Metall and Materials Congr. (IMMC 2016) Istanbul, 71-74.
- Atasoy, A. (2017). Synthesis and characterization of Ti₃SiC₂ based composite. Fresenius Environmental Bulletin, 26 (8), 5163-5169.
- Bao, Y.W., Zhou Y.C. (2004). Mechanical properties of Ti₃SiC₂ at high temperature. Acta Metall 17: 4 65-70.
- Barsoum, M.W., El-Raghy T. (1996). Synthesis and characterization of a remarkable Ceramic: Ti₃SiC₂. J Amer Cer Soc. 79; 1953-1956.
- Barsoum, M.W. (2000). The MN+1AX_n phases: a new class of solids; thermodynamically stable nano laminates. Prog Solid State Chem. 28.201-81.
- Barsoum, M.W., El-Raghy T. (2001). The max phases: unique new carbides and nitride materials. Amer Scientific. 89: 334-343.
- Chen, D., Shirato, K., Barsoum, M.W., El-Raghy, T., Ritchie, R.O. (2001). Cyclic fatigue-crack growth and fracture properties in Ti₃SiC₂ ceramics at elevated temperatures. J Am Ceram Soc. 84(12): 2914-2920.
- El Saeed, M.A., Deorsola, F. A., Rashad, R.M. (2012). Optimization of the MAX phase synthesis. Int J Ref Metals Hard Mat. 35: 127-131.
- Etzkorn, J., Ade, M., Hillebrecht, H. (2007). Ta₃AlC₂ and Ta₄AlC₃-single-crystal investigations of two new ternary carbides of tantalum synthesized by the molten metal technique. Inorg Chem. 46: 1410-1418.
- Gilbert, C.J., Bloyer, D.R., Barsoum, M.W., El-Raghy, T., Tomsia, A.P., Ritchie, R.O. (2000). Fatigue-crack growth and fracture properties of coarse and fine grained Ti₃SiC₂. Scripta Mat. 238:761-767.
- Gupta, S. Barsoum, M.W. (2004). Syntheses and oxidation of V₂AlC and (Ti_{0.5} V_{0.5})₂AlC in air. J Electro Chem Soc. 151: 24-29.
- Hoffman, E.N., Vinson, D.W., Sindelar, R.L., Tallman, D.J., Kohse, G., Barsoum, M.W. (2012). MAX phase carbides and nitrides: Properties for future nuclear power plant in-core applications and neutron transmutation analysis. Nuc Eng & Design. 244: 17-24.

- Hu, C., Xhang, H., Li, F., Huang, Q., Bao, Y. (2013). New phases discovery in MAX family. *Int J Ref Metals Hard Mat.* 36: 300-312.
- Li, S.B., Chang L.F., Zhang L.T. (2003). Oxidation behavior of Ti₃SiC₂ at high temperature in air. *Mat Science Eng Struc Mat Prog Microstructure Process.* 341:112-120.
- Merzhanov, A.G. (2004). The chemistry of self-propagating high-temperature synthesis. *J Mat Chem.* 14: 1779-1786.
- Mishra, S.K., Khusboo, A., Sherbokov, V. (2011). Fabrication of in-situ Ti-Si-C fine grained composite by the selfpropagating high temperature synthesis. *Int J Ref Met Hard Mat.* 29: 209-213.
- Noontny, H. (1970). Struktu chemite einiger verbindungen der ubergangs metallemit den elementen C Si GeSn. *Prog Solid State Chem.* 2: 27-62.
- Noontny, H., Schuster J.C., Rogl P. (1982). Structural chemistry of complex carbides and related compounds, *J Solis State Chem.* 44: 126-133.
- Orthner, H.R., Tomasi R., Botta F.W.J. (2002). Reaction sintering of titanium carbide and titanium silicide prepared by high energy milling. *Mater Sci Eng.* 336:202-208.
- Pampunch, R., Lis J., Stobierski L., Tymkiewicz M. (1989). Solid combustion synthesis of Ti₃SiC₂S. *J Eur Ceram Soc.* 5: 283-287.
- Raoult, C. Langlais F., Naslain R. (1994). Solid state synthesis and obtain and characterization of the ternary phase Ti₃SiC₂. *J Mat Sci.* 29: 3384-3394.
- Rodovic, M., Barsoum, M.W., (2013). Max phases: Bridging the gap between metals and ceramics. *Amer Ceram Soc.* 92(3):20-27.
- Sun, Z.M., Zhang Z.F., Hashimoto H., Abe T. (2002). Tannery compound Ti₃SiC₂: Part 1.Pulse discharge sintering synthesis. *Mat Trans.* 43: 428-431.
- Sun, Z.M., Yang S., Hohimoto H. (2004). Ti₃SiC₂ powder synthesis. *Ceram Int.* 30: 1873-1877.
- Sunberg, M., Malmgvist, G., Magnusson, A., El-Raghy T. (2004). Alumina forming high temperature silicides-carbides, *Ceram Inter.* 30: 899-1904.
- Yoo, H.I., Barsoum, M.W., El-Rabhy, T. (2000). TiSiC; A material with negligible thermo power over an extended temperature. *Natura.* 407:581-582.
- Zhang, Z.F., Sun, Z.M., Hashimoto, H., Abe, T. (2004). Effect of sintering temperature and Si content on the purity of Ti₃SiC₂ synthesis from Ti/Si/TiC powders. *J Alloy Comp.* 352:283-288.
- Zhen, T., Barsoum, M.W., Kalidindi, S.R. (2005). Effect of temperature, strain rate and grain size on the compressive properties of Ti₃SiC₂. *Acta Mater* 53: 4163-71.
- Zhou, Y., Sun, Z. (2000). Temperature fluctuation/hot pressing synthesis of Ti₃SiC₂. *J Mat Sci.* 35: 4343-46.
- Zhou, Y., Sun, Z. (2000). Pulsed electro spark deposition of MAX phase Cr₂AlC based coating on titanium alloy. *Surf Coat Tech.* 235:454-460.
- Zhou, Y., Sun Z. (2000). Low temperature thermal expansion, high temperature electrical conductivity and mechanical properties of Nb₄AlC₃ ceramic synthesized by spark plasma sintering. *J Alloys Compd.* 487:675-81.

Received: 28.11.2018

Accepted: 27.12.2018

DOI: 10.30516/bilgesci.489095

ISSN: 2651-401X

e-ISSN: 2651-4028

2 (Special Issue), 32-39, 2018

A Research As Mobbing Examination in Maritime Sector

Leyla Tavacıoğlu^{1*}, Neslihan Gökmen¹, Özge Eski¹, Vedat Sarı¹, A. Ceren Yılmaz¹

Abstract: In the maritime industry, a person of lower class or rank is exposed to mobbing, which can easily be observed. In Turkey, instead of expressing mobbing in a specific word as "bullying in the workplace", replaced it as "emotional harassment", "psychological violence at work", "intimidation". The aim of the study is to determine the factors that affect the mobbing. Survey participants are 178 volunteers, almost all of the maritime university faculties and several private companies participated the survey. Data were collected in May 2018 in Turkey. Mobbing Scale (Leymann's LIPT-The Leymann Inventory of Psychological For Social Sciences) was used. Mobbing scale has 5 factors: relationship, threat and harassment, business and career-related obstacles, private life, commitment to work. Statistical analysis were applied in SPSS (Statistical Package for Social Sciences v24). According to demographics, relationships between factors were assessed by correlation analysis. Multiple linear regression analysis was used to determine the factors affected the mobbing. 5 regression models were set up for each 5 factors. Bivariate correlations with Spearman's rho coefficients between all factors are utilized. According to regression results, it is seen that variables affected mobbing significantly. Demographics are effective in determining mobbing. Theoretical and practical implications of the findings are discussed.

Keywords: Mobbing, LIPT, Mobbing Scale, Maritime.

1. Introduction

From hospitals to universities, employees encounter various problems in work environment. Mobbing is one of the most serious of these problems. Mobbing is psychological harassment or violence that is continuously or systematically applied by employees or employers for psychological or social reasons (Leymann 1990; Zapf, 1999; Einersen et al., 2003; Lewis, 2003; Tınaz, 2006). Mobbing is a term used to describe psychological terror, emotional lynching, abuse, bullying and terrorization in the workplace. There are many studies related to mobbing in the literature. In 1960, the definition of mobbing was first used to analyze animal behavior by Konrad Lorenz. Brodsky (1976) defines mobbing as repressive, frightening, scary and uncomfortable behaviors that are repeatedly and intentionally displayed by one repeatedly and persistently to intimidate and annihilate another. Thylefors (1987) defines mobbing as repetitive negative behaviors against one or more people by one or more people. Matthiesen, Raknes ve Rrökkum (1989) defines mobbing as repetitive negative behaviors that one or more people carry out against one or more persons in the working environment. Leyman (1990) defines mobbing as hostile and unethical behaviors carried out by one or more people systematically. Kile (1990) defines mobbing as a derogatory action that a superior is performing openly or secretly. Wilson (1991) defines mobbing as continuous and intentional maltreatment towards an employer. Adams (1992) defines mobbing as behaviors aimed at giving spiritual suffering to those who are unable to defend themselves. Vartia (1993) defines mobbing as regularly humiliating behavior against one person by one or more people. Björkqvist, Österman ve Hjelt-Back (1994) defines mobbing as a superior authority to use subordinates in humiliating, arbitrary punishment (Einarsen, 2000). Zapf, Knorz ve Kulla (1996) describe mobbing as any negative

¹Istanbul Technical University, Faculty of Maritime, 34940, Istanbul, Turkey

*Corresponding author (İletişim yazarı): tavaciog@itu.edu.tr

Citation (Atıf): Tavacıoğlu, L., Gökmen, N., Eski, Ö., Sarı, V., Yılmaz, A.C. (2018). A Research As Mobbing Examination in Maritime Sector. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 2 (special issue): 32-39.

behavior that affects both the psychology and the physical well-being of the victim. Davenport, Schwartz, and Elliott define mobbing as a collection of evil movements, ideals and actions that are intended to force a person or group of a worker to resign (2003).

Mobbing is an universal problem and can be observed in any industry. Regardless of their demographic characteristics, every employee can be exposed to mobbing. Mobbing has different negative effects on employees' work life and private life; such as insomnia, anxiety, depression, irritability (Einarsen, 1999; Leymann, 1990), lack of concentration (Namie, 2008), loneliness (Huse and Cummings, 1985), alienation from work/organization (Tolan, 1981), desensitization to organizational values, goals and ethical rules (Tutar, 2004). Mobbing is a process that can be end up with the resignation of the employee (Paparella et al., 2004).

There are several studies on mobbing-personal and organizational reasons, mobbing-organizational culture and organizational climate. These studies indicate that mobbing has negative effect on performance and productivity of the employee and the organization (Vartia, 2003). The maritime sector is one of the sectors where mobbing is often encountered. Yıldırım and Tavacıoğlu (2017), determined the relationship between the job performance and job stress of the seafarers and carried out that mobbing increases working stress and decreases personal performance. But, there is a big gap in this issue in the literature. The aim of this study is to examine the mobbing perceptions of seafarers in terms of general variables such as age, gender, education level, experience on board, and position at work.

2. Material and Method

Data were collected from 220 seafarers, but, in total, 178 seafarers participated in the survey (Response rate: 81%). Data were gathered online and anonymously through SurveyMonkey. Sample was recruited by sharing the SurveyMonkey link with our network and through e-mails. To understand and measure mobbing, the Leymann Inventory for Psychological Terrorisation (LIPT) scale was used. Questionnaire form was derived from LIPT. The questionnaire consists of two parts. First part includes demographic characteristics of the participants. The second part of the questionnaire includes mobbing questions. 7-point Likert scale ranging from "strongly disagree" through to "strongly agree" was used. Descriptive statistics were calculated for continuous variables (mean, standard deviation (SD), minimum, maximum, median), categorical variables (N, %) and distribution of scales showed in Table 1. Pearson correlation analysis was used to determine two normally distributed variables and Spearman's rho correlation analysis was used to determine two non-normally distributed variables. It is shown in Table 2 and Figure 1. Comparison of two independent and normally distributed variables Student's t test was used, to compare two independent and non-normally distributed variables Mann Whitney U test was used. Comparison of more than two independent and normally distributed variables One Way ANOVA test was used, to compare more than two independent and non-normally distributed variables Kruskal Wallis test was used. It is shown in Table 3. Multiple linear regression modeling was used to examine the effect of independent variables on the continuous dependent variable, and the Backward variable selection method was used. It is shown in Table 4. Statistical significance level was determined as 0.05. The analysis was conducted by utilising SPSS 24.0 (Statistical Package for the Social Sciences).

According to Table 1, 22 women (12,4%) and 156 men (87,6) participated in this study. 83 of 178 participants (46,6%) are between 18-25 years. The educational status of 128 of 178 participants (71,9%) is bachelor degree. 55 of 178 participants (31,1%) have worked on board for 3-6 months. 80 of 178 participants (45,2%) are deck/engine cadets.

Table 1. Demographic characteristics of the participants (N=178) and distributions of scales

		N	%
Age (years)	18-25	83	46.6
	25-30	51	28.7
	30-45	33	18.5
	45-60	9	5.1
	60 and older	2	1.1
Gender	Female	22	12.4
	Male	156	87.6
Education	High School	7	3.9
	Associate Degree	8	4.5
	Bachelor Degree	128	71.9
	Graduate Level	35	19.7
Department	Deck	128	71.9
	Engine	50	28.1
Experience (on board)	3-6 months	55	31.1
	6-12 months	45	25.4
	1-3 years	28	15.8
	3 years and over	49	27.7
Position	Deck/Engine Cadet	80	45.2
	3.Officer /4. Engineer	18	10.2
	2.Officer /3. Engineer	27	15.3
	Chief Officer /2. Engineer	24	13.6
	Master/Chief Engineer	17	9.6
	Other	11	6.2
	N	Mean±SD	Median (Min.-Max.)
Relationship with Colleagues	178	2.45±1.18	2.18 (1-7)
Threat and Harassment	178	1.64±0.84	1.43 (1-7)
Barriers Related to Job and Career	178	2.92±1.5	2.44 (1-7)
Interference in Private Life	178	2.05±1.22	1.88 (1-7)
Commitment to Work	178	2.56±1.63	2.00 (1-7)

3. Results

According to correlation analysis, there is no significant relationship between relationship with colleagues and other scales (Spearman's rho $p > 0.05$). There are positive moderate statistically significant correlations between threat and harassment and barriers related to job and career; interference in private life and commitment to work. There is a positive weak correlation between barriers related to job and career and interference in private life. There is a positive moderate statistically significant correlations between barriers related to job and carrier and interference in private life (Table 2) (Zou et al., 2003; Rumsey, 2007). Figure 1 supports the correlation results.

Table 2. Correlation analysis between scales

r; p	Relationship with Colleagues	Threat and Harassment	Barriers Related to Job and Career	Interference in Private Life	Commitment to Work
Relationship with Colleagues	1.000				
Threat and Harassment	-0.056	1.000			
Barriers Related to Job and Career	-0.002	0.471	1.000		
Interference in Private Life	-0.143	0.609	0.379	1.000	
Commitment to Work	-0.023	0.544	0.705	0.481	1.000

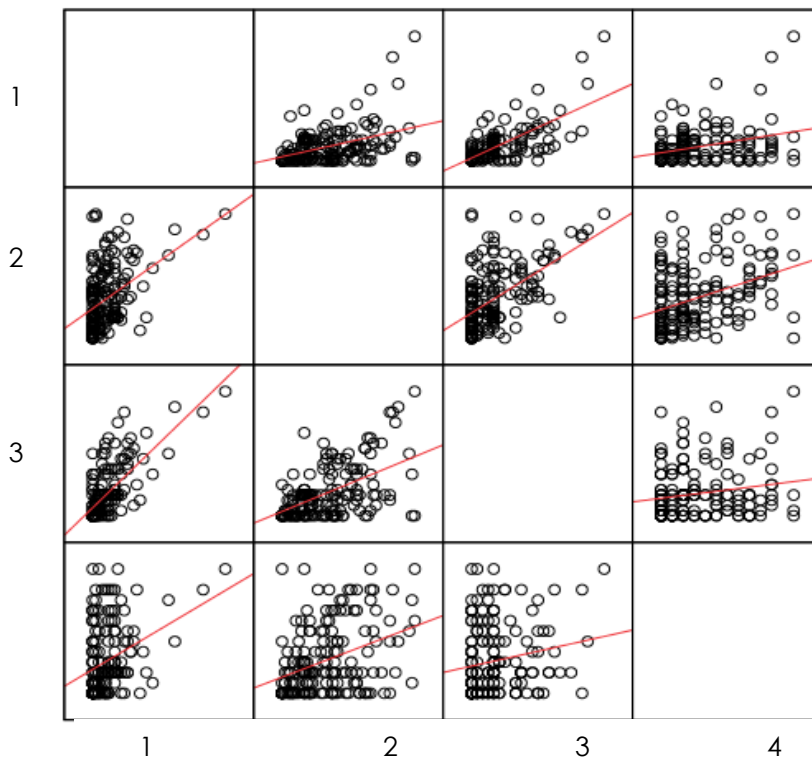


Figure 1. Scatter plots of correlations (1. Threat and Harassment 2. Barriers Related to Job and Career 3. Interference in Private Life 4. Commitment to Work)

Table 3. Comparison of Scales According to Demographics

Mean±SD Median (Min.-Max.)		Relationship with Colleagues	Threat and Harassment	Barriers Related to Job and Career	Interference in Private Life	Commitment to Work
Age	18-25	2.6±1.2 2.3 (1-7)	1.7±0.9 1.6 (1-7)	3.1±1.5 3 (1-7)	2.2±1.3 2 (1-7)	2.7±1.7 2 (1-7)
	25-30	2.4±1.4 2 (1-6.4)	1.5±0.9 1.1 (1-6)	3.1±1.7 2.7 (1-7)	1.9±1.3 1.5 (1-6.2)	2.8±1.7 2.5 (1-7)
	30-45	2.2±0.6 2.3 (1.2-3.7)	1.5±0.5 1.4 (1-2.4)	2.5±1.06 2.1 (1-5.2)	1.8±0.9 1.7 (1-4.5)	2.1±1.2 2 (1-5)
	45 and older	2.1±0.8 2.1 (1.2-4.1)	1.8±0.9 1.7 (1-3.4)	1.7±0.7 1.7 (1-3.4)	1.9±1.1 2 (1-5)	2.1±0.7 2 (1-3.5)
	p*	0.199	0.165	0.006	0.576	0.285
Gender	Female	2.7±1.1 2.3 (1.3-5.3)	1.9±0.9 1.6 (1-4.4)	2.9±1.2 2.7 (1-5.1)	2.4±1.3 2 (1-5)	2.6±1.6 2 (1-6)
	Male	2.4±1.2 2.2 (1-7)	1.6±0.8 1.3 (1-7)	2.9±1.5 2.4 (1-7)	2±1.2 1.7 (1-7)	2.5±1.6 2 (1-7)
	P	0.221	0.068	0.456	0.191	0.658
Education	High School	3.3±1 3.6 (1.9-4.6)	2.3±0.9 2 (1-3.7)	3.1±1.2 3 (1.9-5)	2.6±1.3 2 (1-5)	2.7±1.5 2.5 (1-5)
	Associate Degree	2.4±0.9 2.1 (1.3-4.5)	1.5±0.7 1.2 (1-3.1)	3.5±2.6 2.1 (1.2-7)	1.6±0.7 1.5 (1-3)	3.2±1.4 3.2 (1-5.5)
	Bachelor's Degree	2.5±1.3 2.1 (1-7)	1.7±0.9 1.4 (1-7)	2.9±1.6 2.7 (1-7)	2.1±1.3 1.9 (1-7)	2.6±1.7 2 (1-7)
	Graduate Level	2.1±0.7 2.2 (1-4.7)	1.5±0.5 1.3 (1-2.7)	2.5±0.9 2.2 (1-4.9)	1.8±1 1.5 (1-4.7)	2.1±1.2 2 (1-7)
	p*	0.177	0.221	0.532	0.261	0.263
Department	Deck	2.4±1.1 2.1 (1-7)	1.6±0.8 1.4 (1-7)	2.9±1.5 2.4 (1-7)	2±1.2 2 (1-7)	2.6±1.6 2 (1-7)
	Engine	2.5±1.2 2.2 (1-6)	1.7±0.9 1.4 (1-6)	2.9±1.6 2.4 (1-6.7)	2.1±1.3 1.6 (1-6)	2.5±1.6 2 (1-6)
	P	0.937	0.569	0.826	0.938	0.726
Experience (on board)	3-6 months	2.6±1.1 2.3 (1-5.1)	1.7±0.6 1.7 (1-3.7)	3.2±1.7 3 (1-7)	2.1±1.1 2 (1-5.5)	2.5±1.6 2 (1-7)
	6-12 months	2.5±1.4 2.2 (1.1-6.4)	1.5±0.7 1.3 (1-4.4)	3.2±1.6 3.2 (1-6.9)	2.1±1.2 1.7 (1-6)	2.8±1.9 2 (1-6)
	1-3 years	2.7±1.4 2.3 (1-7)	1.9±1.5 1.5 (1-7)	2.9±1.4 2.4 (1.2-7)	2.3±1.7 2 (1-7)	2.9±1.7 2.5 (1-7)
	3 years and more	2.1±0.7 2 (1-4.7)	1.4±0.6 1 (1-3.4)	2.2±1.1 2 (1-5.2)	1.8±0.9 1.7 (1-5)	2.2±1.3 2 (1-7)
	p*	0.163	0.028	0.005	0.444	0.194
Position	Deck/Engine Cadet	2.6±1.3 2.3 (1-7)	1.7±0.8 1.5 (1-7)	3.4±1.6 3.3 (1-7)	2.1±1.3 2 (1-7)	2.8±1.8 2 (1-7)
	3.Officer /4.Engineer	3±1.4 2.4 (1.41-6.24)	1.7±0.9 1.2 (1-4.71)	3.0±1.7 2.3 (1.25-6.75)	2.2±1.5 1.8 (1-6.25)	2.2±1.3 1.7 (1-5)
	2.Officer /3.Engineer	2.1±0.9 2.1 (1-6)	1.6±0.9 1.4 (1-6)	2.5±1.1 2.2 (1-6)	2.0±1.2 1.7 (1-6)	2.4±1.5 2 (1-7)
	Chief Officer /2. Engineer	2.1±0.6 2.1 (1-4.29)	1.4±0.6 1 (1-3.14)	2.2±1.0 2 (1-4.75)	1.7±0.8 1.5 (1-4.25)	2.1±1.5 1.2 (1-7)
	Master/Chief Engineer	1.9±0.6 1.9 (1.18-3.65)	1.4±0.4 1.1 (1-2.43)	2.2±1.3 2 (1-5.25)	1.6±0.7 1.2 (1-3.75)	2.2±1.2 2 (1-5)
	Other	2.5±0.9 2.3 (1.35-4.18)	2.0±0.7 2 (1-3.43)	2.6±1.1 2.2 (1.25-5.13)	2.4±1.2 2 (1-5)	2.5±1.2 2.5 (1-6)
	p*	0.064	0.066	0.004	0.454	0.218

There is a statistically significant difference in terms of threat and harassment distribution relative to the length of time they have been working on board (Kruskal Wallis $p < 0.05$). Threats and harassment averages were found to be higher among those who worked 1-3 years (Mann-Whitney U $p < 0.008$ Bonferroni correction). There is a statistically significant difference in terms of barriers related to job and career relative to the length of time they have been working on board, age and position (Kruskal Wallis $p < 0.05$). Participants with age group 45 and above had a lower average of barriers related to job and career than the other age groups. Employees on board for 3 years and more were found to have lower average barriers to job and career (Mann-Whitney U $p < 0.008$ Bonferroni correction). Deck / Engine Cadets' average of barriers related to job and career

were statistically significantly higher than those of Chief Officers/ 2. Engineers (Mann-Whitney U $p < 0.005$ Bonferroni correction).

After the comparison of the demographics, the regression model given in Table 4 was formed. Barriers to job and career is dependent variable; age, position and experience on board were modeled as independent variables and Backward variable selection method was used. There is no multicollinearity ($VIF < 10$) and autocorrelation (Durbin-Watson ≤ 2). So, model can be interpreted and was found statistically significant ($p < 0.001$). Age group of 25 to 30 were reduced the barriers related to job and career by 1.25 (1/0.794) times according to the age group of 18 to 25 and were reduced that scale by 1.15 (1/0.871) times according to the age group of 30 to 45. 2.Officer/3.Engineer were reduced the barriers related to job and career by 1.49 times according to the Deck/Engine Cadet and Chief Officer/2.Engineer were reduced that scale by 1.84 times according to the Deck/Engine Cadet. Master/Chief Engineer were reduced the barriers related to job and career by 1.50 times according to the Deck/Engine Cadet and Other position were reduced that scale by 1.11 times according to the Deck/Engine Cadet.

Table 4. Regression analysis

	Unstandardized β	Standard Deviation	Standardized β	t	p	VIF
Constant	3.287	0.165		19.936	<0.001	
Age 25-30	0.794	0.286	0.240	2.775	0.006	1.486
Age 30-45	0.871	0.394	0.226	2.210	0.028	2.082
Position 3.Officer /4.Engineer	-0.656	0.382	-0.132	-1.721	0.087	1.176
Position 2.Officer /3.Engineer	-1.491	0.371	-0.357	-4.020	<0.001	1.573
Position Chief Officer /2. Engineer	-1.836	0.427	-0.419	-4.296	<0.001	1.892
Position Master/Chief Engineer	-1.501	0.426	-0.295	-3.523	0.001	1.393
Position Other	-1.114	0.467	-0.179	-2.385	0.018	1.124
R^2	0.390					
F/p	4.318/ <0.001					

Discussion and Conclusions

In this study, it is aimed to examine seafarers' mobbing perceptions depending on the general variables, such as age, gender, education level, experience on board, and position at work. It is found that gender and education level didn't make any difference on mobbing perceptions of the seafarers. Maritime sector is a men-oriented sector. According to the Fourth European Working Conditions Survey (2007), women are more exposed to mobbing than men. Ness et al. (2000) indicated that men are more exposed to mobbing than women. In the study conducted by Mikkelsen and Einarsen (2002), there was no significant difference according to gender. Regardless of educational level of seafarers, they can be exposed to mobbing on board.

Age, experience on board and position at work made difference on mobbing perceptions of the seafarers. With the increase of the age and the experience on board, seafarers are less exposed to mobbing. This result is parallel with the findings of Acar and Dündar (2008) and Özyer and Orhan (2012). The height of the deck/engine cadets' mobbing average can be explained in this way.

Working on board is a tough and complex situation, there are lots of stressor factors such as being far away from home and loved ones, fatigue, long working hours, limited space, insufficient sleep and multinationality (Amy, 2015). Effects of mobbing on seafarers can be decreased by improving work environment on board.

The first limitation of the study was sample characteristics in terms of gender. Our participants consist mostly of men. Therefore, we cannot generalize our findings to women. The second limitation of the study was that

all participants were from Turkey. The study can be expandable by choosing multinational seafarers coming from different countries.

Acknowledgements

This study was published as an full text paper in International Conference on Science and Technology (ICONST 2018) hold from September 5 to 9, 2018, in Prizren, Kosovo.

Kaynaklar

- Acar, A.B., Dündar, G. (2008). İş yerinde psikolojik yıldırma (mobbing) maruz kalma sıklığı ile demografik özellikler arasındaki ilişkinin incelenmesi. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 37(2), 111-120.
- Amy, S.I. (2015). The rationale of the workplace issues of a stress management event; an approach to address this issue in organisations and on -board vessels. *International Journal of Business and General Management*, 4, 1-8.
- Davenport, N., Schwartz, R. D., Elliott, G. P. (2003). *Mobbing işyerinde duygusal taciz* (O. C. ÖnerToy Çev.). Sistem Yayıncılık, İstanbul.
- Einarsen, S. (1999). The nature and causes of bullying at work. *International Journal of Manpower*, 20(1-2), 16-28.
- Einarsen, S. (2000). Harassment and bullying at work: A review of the Scandinavian approach. *Aggression and Violent Behavior*, 5(4), 379-401.
- Einarsen, S., Hoel, H., Zapf, D., Cooper, C. L. (2003). *Bullying and emotional abuse in the workplace: international perspectives in research and practice*. Taylor & Francis Books, London.
- Fourth European Working Conditions Survey (2007). *Preventing violence and harassment in the workplace*. European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions.
- Huse, E. F., Cummings, T. G. (1985). *Organization development and change*. West Publishing Company, USA.
- Lewis, D. (2003). Voices in the social construction of bullying at work: exploring multiple realities in further and higher education. *International Journal Management and Decision Making*, 4(1), 65-81.
- Leymann, H. (1990). Mobbing and psychological terror at workplaces, *Violence and Victims*, 5(2), 119-126.
- Mikkelsen, E.G., Einarsen, S. (2002). Relationships between exposure to bullying at work and psychological and psychosomatic health complaints: the role of state negative affectivity and generalized self-efficacy. *Scandinavian Journal of Psychology*, 43, 397-405.
- Namie, G. (2008). *The Workplace Bullying & Trauma Institute*. www.workplacebullying.org/.../N-N-2000.pdf (Erişim Tarihi: 01.08.2018).
- Ness, G.J., House, A., Ness, A.R. (2000). Aggression and violent behaviour in general practice: population based survey in the north of England. *BMJ*, 320, 1447-1148.
- Ozyer, K., Orhan, U. (2012). Akademisyenlere uygulanan psikolojik tacize yönelik ampirik bir araştırma. *Ege Academic Review*, 12(4), 511-518.
- Paparella, D., Rinolfi, V., Cecchini, F. (2004). Eurofound. <https://www.eurofound.europa.eu/publications/article/2004/increasing-focus-on-workplace-mobbing> (Erişim Tarihi: 01.08.2018)
- Rumsey, D. (2007). *Intermediate Statistics for Dummies*. Wiley. Hoboken, NJ.
- Tınaz, P. (2006). *İşyerinde psikolojik taciz (mobbing)*. Beta Basım Yayım, İstanbul.
- Tolan, B. (1981). *Çağdaş toplumun bunalımı: Anomi ve yabancılaşma*. İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Yayınları, Ankara.

- Tutar, H. (2004). İşyerlerinde psikolojik şiddet. Platin Yayıncılık, Ankara.
- Vartia, M. (1996). The sources of bullying-psychological work environment and organizational climate. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 2, 203-214.
- Yıldırım, H., Tavacıoğlu, L. (2017). Behavioral dimensions of seafarers and self-confidence analysis. *Eurasian Academy of Sciences Eurasian Business & Economics Journal*, 9, 33-44.
- Zapf, D. (1999). Organisational, work group related and personal causes of mobbing/bullying at work. *International Journal of Manpower*, 20(1/2), 70-85.
- Zapf, D., Knorz, C., Kulla, M. (1996). On the relationship between mobbing factors, and job content, the social work environment and health outcomes. *Europe Journal of Work Organizational Psychology*, 5(2), 215-237.
- Zou, K.H., Tuncali, K., Silverman, S.G. (2003). Correlation and simple linear regression. *Radiology*, 227, 617-628.

Received: 30.11.2018

Accepted: 30.12.2018

DOI: 10.30516/bilgesci.490775

ISSN: 2651-401X

e-ISSN: 2651-4028

2(Special Issue), 40-46, 2018

Investigation of Peroxidation Kinetics in Oil-in-water Emulsions Induced by Cu(II)

Temel Kan Bakır^{1*}, Reyhan Arabacıoğlu², Fatma Kandemirli³, İzzet Şener⁴

Abstract: In this study, peroxidation of olive oil, corn oil, sunflower oil, walnut oil, argan oil, rosehip oil emulsions was carried out in the presence of copper (II) ion at 37 ° C and pH 7 in a ventilated incubation environment. Primer products (hydroperoxides) were monitored by Fe (III) SCN method and secondary products (malondialdehyde) were analyzed by TBARS analytical methods. In addition, GC-MS analysis were performed on the oils studied to identify compounds that behave as free radical scavengers or hydrogen donors. Before preparation of the oil emulsions in water, iodine index determinations of the degrees of unsaturation in the oils were made and found to be 86.28, 128.12, 140.22, 164.97, 97.29 and 183.58 gI₂ / 100g for olive oil, corn oil, sunflower oil, walnut oil, argan oil and rosehip oil respectively. The rate constants were calculated $k_{\text{walnut oil}} > k_{\text{argan oil}} > k_{\text{krosehip oil}} > k_{\text{ksunflower oil}} > k_{\text{kcorn oil}} > k_{\text{kolive oil}}$ for FeSCN method and $k_{\text{krosehip oil}} > k_{\text{kwalnut oil}} > k_{\text{kargan oil}} > k_{\text{kolive oil}} > k_{\text{ksunflower oil}} > k_{\text{kcorn oil}}$ for TBARS method, respectively. As a result, pseudo first order kinetics of hydroperoxides and aldehydes were observed in copper-catalyzed oil emulsions at 37 ° C and pH 7, and the absorbance values obtained as a function of the incubation period gave sigmoidal curves. This study showed that the oxidation rates of fats are closely related to the conjugated fatty acids. It was thought that the kinetic data obtained could be used to accurately calculate the shelf life of oils used as food components.

Keywords: TBARS Method, Ferric Thiocyanate Method, Olive oil, Corn oil, Sunflower oil, Walnut oil, Argan oil, Rosehip oil, Lipid emulsion

Introduction

Nutritional oils, which have an important place among daily consumables, are among the most frequently discussed topics in our country (Çabukel et al. 2009). Oils are one of the main nutrients necessary for people to carry on their vital activities. An adult person has about 93 gr daily. oil is required. Apart from the contents of other nutrients, the total amount of fat that should be taken directly is 63 grams. According to European norms, if you consume about 24 kg of fat per person per year, it can be mentioned without a healthy diet (Kolsarıcı et al. 2005).

Deterioration of lipid compounds is accelerated by increased oxidation in many circumstances such as increase of metals in the medium, pH and temperature change (Das and Pereira, 1990). Lipids become aggravated as the result of oxidation, and this oxidative aggravation is the main cause of food impairment. The acceptability of a food product depends on the degree to which this degradation occurs. For this reason, it is very important to evaluate the degree of oxidation (Grey, 1978). In addition, flavonoids found naturally

¹Kastamonu University, Faculty of Science and Letters, Department of Chemistry, 37150, Kastamonu, Turkey

²Kastamonu University, Institute of Science (Msc Student), 37150, Kastamonu, Turkey

³Kastamonu University, Faculty of Engineering, Department of Biomedical Engineering, 37150, Kastamonu, Turkey

⁴Kastamonu University, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, 37150, Kastamonu, Turkey

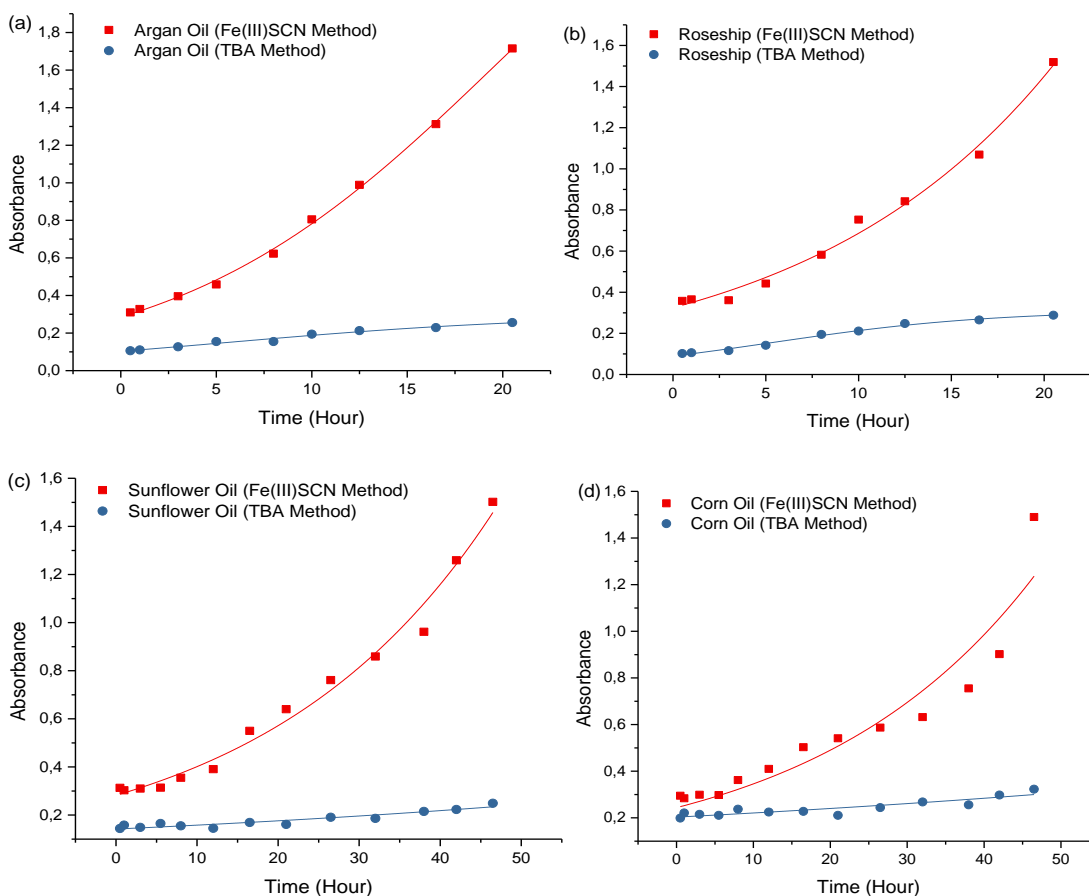
Citation (Atıf): Bakır, T.K., Arabacıoğlu, R., Kandemirli, F., Şener, İ. (2018). Investigation of Peroxidation Kinetics in Oil-in-water Emulsions Induced by Cu(II). *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 2 (Special Issue): 40-46.

in plants such as argan, rosehip, walnut and carnation oils are regarded as important compounds in order to maintain stability against oxidation on the lipids of plant sources (Das and Pereira, 1990). It is very important to examine the antioxidant action mechanisms of these compounds which inhibit or delay lipid oxidation in the lipid oxidation process.

In this study, lipid peroxidation rates of natural walnut oil, sunflower oil, olive oil, corn oil, Argan oil and Rosehip oil were examined at 37 ° C and pH 7. In the experimental phase of this study, Fe (III) SCN was used to examine the primary oxidation products and TBARS analytical methods were used to examine the secondary oxidation products. Trans fat rates of these oils were also examined by chromatographic methods and iodine numbers were determined.

Materials and Methods

Absorption measurements were recorded with SHIMADZU UVM-1240 UV-Visible spectrophotometer (Shimadzu Corp., Kyoto, Japan). All experiments were performed at 37 ° C in a NUVE BM 30 Circulation Water Bath. Chromatographic measurements were performed using a Shimadzu GCMS QP 2010 ULTRA instrument at RTX-5MS Capillary column (30m; 0.25mm; 0.25µm) and 200oC ion source temperature. All chemical compounds of the analytical reagent grade were purchased from Sigma-Aldrich Co. LLC. Distilled water was used for all operations. The oils used were fresh from Doğavita İlaç Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş. (Çiftçizade, Türkiye) and the production methods are summarized in Table 1.



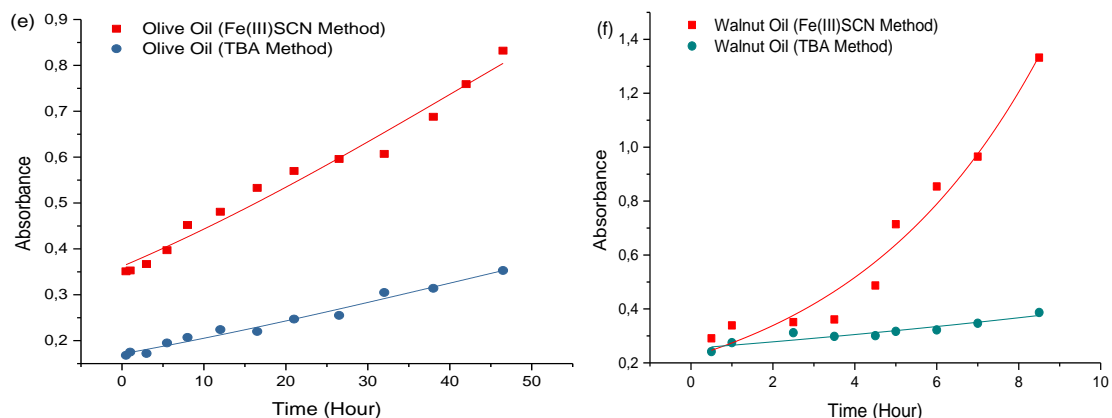
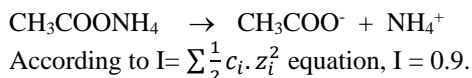


Figure 1: Absorbance-time graph of oxidation of (a)Argan, (b)Rosehip, (c)Sunflower,(d) Corn,(e) Olive, and (f)Walnut oils (Fe (III) SCN, and TBARS method measurements)

Preparation of Oil Emulsions

Span 80 and Tween 80 emulsifier mixture for all O / W emulsions was prepared as HLB value 10. A stock solution of CuCl₂, as a chelator for catalytic oxidation of oils, was prepared at a Cu(II) concentration of 0.01 M. Ammonium acetate buffer (1M, pH = 7) solution were used for incubation medium. (The concentration in the emulsion solution is 0.9 M as 90 mL NH₄Ac in 100 mL emulsion solution).



0.3 g of oil was weighed into a 100 mL volumetric flask. 3 mL of stock solution was added as an emulsifier (Tween 80 + Span 80, HLB: 10, 0.3 g in 3 mL ethanol) (Hassan, 2015). 2 mL of ethanol and 90 mL of NH₄Ac (1M, pH = 7) buffer solution was slowly added to the mixture and emulsified by stirring through a magnetic stirrer.

Measurements by GC-MS for fatty acid methyl ester (FAME) analysis

The oils were analyzed by GC-MS fatty acid methyl ester analysis (FAME) according to the IUPAC standard method (IUPAC, 1992). Accordingly, the esterification pretreatment was carried out by treating 0.1 g of sample with 10 ml of n-hexane and adding 0.5 ml of 2N methanolic KOH solution. The oven temperature program is 5 minutes at 90°C, 4°C / min increase from 90°C to 250°C, 5 minutes at 250°C.

Kinetic Measurements:

For spectrophotometric measurements, 0.1 mL samples were taken at different time intervals throughout the incubation. This 0.1 mL sample; 4.7 mL of liner containing 0.02 M iron (II) chloride solution prepared in 0.15 mL of 75% ethanol, 0.1 mL of 30% ammonium thiocyanate and 0.1 mL of 3.5% HCl was added. The mixture was then allowed to stand for 3 minutes and the absorbance at 500 nm was read across the blanks containing all the components except the oil emulsion and sigmoidal curves were obtained giving changes in absorbance versus time (Yıldıoğan-Beker et al., 2011).

Secondary oxidation products, symbolized as malondialdehyde in the oil emulsion, were determined by the TBARS method. At certain time intervals from the standard and sample solutions incubated for this, 0.1 mL of the sample was mixed with 0.15 mL of Trichloroacetic Acid (TCA, 2.8%), 0.1 mL of Thiobarbituric Acid (TBA, 1%). And then 2.65 mL purified water was added to test tubes to give a total volume of 3 mL. It was

stored for 15 min in a water bath at 95-100 ° C. It was cooled and 1 mL of ethanol was added. Shaken and the absorbance was measured against a control band of 532 nm (Ohkawa et al., 1979).

Results and Discussion

Iodine Indexes in Oils

Iodine indices, a measure of the degree of unsaturation of the oils, were assigned to six different fat samples. According to this, as shown in Table 1, the iodine indices are bigger and smaller for Kuşburnu, Walnut, Sunflower, Corn, Argan and Olive oils 183,58> 164,97> 140,22> 128,12> 97,29> 86,28 was found. As can be seen, Rosehip and Walnut oils have more unsaturated fatty acids, while Argan and Olive oil have less unsaturated fatty acids. Although nutritional experts appreciate the high levels of unsaturation of fatty acids found in vegetable oils, they cause serious technological problems due to their greater susceptibility to oxidation (Kowalski, 2007).

Table 1: Provision of oil used in working

Oil name	Oil Botanical Name	Obtaining Method	Iodine Indexes (gI ₂ / 100g)
Walnut Oil	Juglans Regia	Cold Press	164.97
Rosehip Oil	Rosa canina	Cold Press	183.58
Argan oil	Argania Spinosa	Cold Press	97.29
Sunflower oil	Helianthus annuus	Extraction	140.22
Corn oil	Maize oil	Extraction	128.12
Olive Oil	Olea europaea	Precision and extraction	86.28

GC-MS data in fats

GC-MS analyzes carried out using IUPAC standard method are given in Table 2 for Argan, Sunflower, Corn, Olive, Walnut and Rosehip oils. The gas chromatograms of each oil found are shown by the nomenclature based on the carbon number. According to this, in each oil, the 18-carbon fatty acids are found as linoleic acid (9,12-Octadecadienoic acid (Z, Z)), oleic acid (9-Octadecenoic acid, (E)) and stearic acid methyl ester a variety of fatty acids are generally observed between 16 and 24 carbons. Unlike these oils, Argan oil also has fatty acids ranging from 8 to 14 carbon atoms.

Table 2: Fatty acid composition and trans fatty acid content (%) of Argan, Sunflower, Corn, Olive, Rosehip and Walnut oils

Fatty acids	Argan Oil	Sunflower Oil	Corn Oil	Olive Oil	Rosehip Oil	Walnut Oil
C 8:0	0.12					
C 10:0	0.06					
C 12:0	0.57					
C 14:0	0.25				0.05	
C 16:0	6.66	6.29	10.9	12.7	6.35	6.66
C 17:0	0.03	0.02	0.05	0.14		0.03
C 18:0	4.15	4.85	2.8	3.97	4.2	3.16
C18:0 c9,c10 (ep.-9)**	0.11					
C 20:0	0.53	0.27	0.46	0.56	0.35	0.14
C22:0			0.25			
C23:0 (iso-20)	1.09	0.82		0.15	0.92	0.06
C24:0		0.22				

Σ SFA*	13.57	12.47	14.46	17.52	11.87	10.05
C16:1w7	0.08	0.06	0.07	0.86	0.08	0.08
C17:1				0.21		
C18:1						31.07
C18:1w9	33.74	30.38	31.81	74.46	32.29	
C20:1w9	0.33	0.11	0.34	0.31	0.16	0.21
Σ MUFA*	34.15	30.55	32.22	75.84	32.53	31.36
C14:2 c1,c13 (T)*						
C16:3						0,3
C18:2w6	49.93	56.99	53.12	6.64	55.6	57.5
C18:3			0.15			
C18:3 c9,c12,c15-(Butyl)**						0.16
C20:2						0.06
Σ PUFA*	49.93	56.99	53.27	6.64	55.6	58.02
C18:1 t9 (1,3-Dielaidin)						0.27
C18:2 c9,t11			0.05			
C18:3 c9,t11,t13	2.22					
Σ Trans	2.22		0.05			0.27
Bicyclo[10.1.0]tridec-1-ene						0.18
Decyl cyclohexanecarboxylate						0.11
Σ Diğer						0.29

Evaluation of kinetic parameters for primary and secondary oxidation product formation:

In accordance with the pseudo first order equation during the oxidation of the oils, hydroperoxides and k_2 velocity constants as primary products and aldehyde and ketones as secondary products are formed with k_1 rate constant. In the following autocatalytic parallel and successive reactions;



L, LOOH and MDA respectively represent lipid, lipid hydroperoxide and malondialdehyde. Pseudo first order velocity constant (k) is calculated from the slope of the $\ln [(1 - A) / A]$ curve according to t ;

$$\ln (1 - A_t) / A_t = \ln (1 - A_0) / A_0 - kt \quad (3)$$

A_0 is the absorbance at the beginning and A_t is the absorbance (A_{500} nm or A_{532} nm), which is proportional to the total concentration of hydroperoxides or aldehydes at time t. Ferric thiocyanate (Fe (III) SCN) (pseudo first-order rate constants measured by Fe (III) SCN) and thiobarbituric acid-reactive substances (TBARS) methods were specifically named k_1 and k_2 , respectively. In addition, the absorbance-time graphs of the oxidation of Argan, Rosehip, Sunflower, Corn, Olive and Walnut oil are shown in Figure 1 after Fe (III) SCN and TBARS measurements.

The rate of hydroperoxide formation was reported to be higher than the rate of degradation in the first two hours of oxidation (Bondet et al., 2000). According to this, when the formation of primary oxidation products of oils were examined, it was seen that Walnut oil oxidation occurred in 0-8 hour period and the maximum speed constant was $(5.11 \pm 1.45) \times 10^{-1}$ hours⁻¹. The lowest oxidation rate constant was $(0.42 \pm 0.02) \times 10^{-1}$ hours⁻¹

in olive oil. Hydroperoxide formation rates for oils Walnut oil> Argan oil> Rosehip oil> Sunflower oil> Corn oil> Olive oil followed the order. The autoxidation rate is largely dependent on the rate of formation of the fatty acid or acylglycerol alkyl radical. The relative oxidation rate of oleic, linoleic and linolenic acids has been reported to be 1:40 to 50: 100 depending on the uptake of oxygen (Min et al., 1992).

Unsaturated fatty acids prevent atherosclerosis and coronary heart disease, and monounsaturated fatty acids have been shown to reduce plasma LDL-cholesterol levels (Wolfram, 2003). Although unsaturated fatty acids are highly effective in health, saturated fatty acids are subject to less peroxidation than unsaturated equivalents (Rael et al., 2004). Fatty acid composition is composed of unsaturated fats and oils are oxidized faster (Parker et al., 2003). Accordingly, we can associate the oxidation rates of walnut oil, argan oil, rosehip oil, sunflower oil, corn oil and olive oils with the saturated and unsaturated fat ratios in Table 3. When the total percentages of total polyunsaturated fatty acids (Σ PUFA) and total monounsaturated fatty acids (Σ MUFA) are calculated in Table 2, Walnut oil (89.38% + 0.27% (trans) + 0.29% other fatty acids), Argan (84.08% + 2.22% (trans)), Corn (85.49% + 0.05%), Rosehip (88.13%), Sunflower (87.54%), Olive (82.48%) was found. These results are consistent with the large to small sequence of lipid oxidation rates calculated for primary oxidation products.

Table 3. Kinetic data obtained from Cu (II) -induced oxidation of argan, rosehip, olive, sunflower and corn oil emulsions.

Oil Species	<u>Fe(III)SCN Method</u>		<u>TBARS Method</u>	
	* $k_1 \pm S_k$ (min ⁻¹) x10 ⁻¹	r ²	* $k_2 \pm S_k$ (min ⁻¹) x10 ⁻¹	r ²
Walnut Oil	(5.11±1.45)	0.620	(0.69±0.06)	0.919
Rosehip Oil	(1.91±0.23)	0.917	(0.69±0.07)	0.928
Argan oil	(3.67±0.81)	0.767	(0.54±0.05)	0.944
Sunflower oil	(0.99±0.08)	0.929	(0.13±0.01)	0.858
Corn oil	(0.63±0.05)	0.920	(0.11±0.01)	0.777
Olive Oil	(0.42±0.02)	0.960	(0.21±0.01)	0.975

*(k1 and k2 are pseudo-first order rate constants with respect to hydroperoxides and malondialdehyde formation)

When the formation of secondary oxidation products of oils were examined, walnut oil and rosehip oil oxidation were found to have the same rate constant. In spite of this, Figure 1 shows that walnut oil has increased with higher absorbances in the range of 0-10 hours. Rosehip oil in the range of 0-20 hours compared to the walnut oil was observed to have lower absorbances. Corn oil was found to have the lowest rate constant in terms of secondary product formation.

Malondialdehyde and secondary product formation rates for oils Walnut oil = Rosehip> Argan oil> Olive oil> Ayçicek> Corn oil followed the order. The high proportion of unsaturated fats leads to the rapid development of secondary products, as in the case of primary products. Walnut and rosehip oils have been found to have nearly equal levels of unsaturated fat and equally equal rate constants. However, although olive oil has the lowest unsaturated fat content in total, it has a slightly higher rate constant than corn and sunflower oils in terms of secondary product formation. According to this, it is very difficult to explain secondary product formations with saturated and unsaturated fat ratios.

Conclusion

Today, many studies show that the degree of unsaturation in the oil is an effective factor in the rate of oxidation. However, we can see that in primary and secondary product formation in lipids, oxidation rates are associated with fatty acids in very few studies. These results, of course, alone are not sufficient to examine the rate constants. However, it can produce a comparative idea about the oxidation rates of oils. According to these results, the differences in the fatty acid structure, such as the level of unsaturation and the position of the double bonds and the stereoisomeric configuration, have shown that it can affect the fatty acid oxidation rate.

Acknowledgement:

This work was supported by Kastamonu University, Research Fund, KÜBAP Project No: KÜ-BAP01/2017-46. Dr. Bakır would like to thank Kastamonu University, Research Fund for these support. “This study was published as an abstract paper in International Conference on Science and Technology (ICONST 2018) hold from September 5 to 9, 2018, in Prizren, Kosovo.”

Referanslar

- Bondet, V., Cuvelier, M.E., Berset, C. (2000). Behavior of Phenolic Antioxidants in a Partitioned Medium: Focus on Linoleic Acid Peroxidation Induced by Iron/Ascorbic Acid System. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 77, 813–818.
- Çabukel, B., Gönül, K., Yalçınkaya, T., Misir, E. (2009). Vegetable oil industry and an alternative solution in Turkey, canola oil, Yildiz Technical University, Industrial Engineering Department, Istanbul, Turkey, 68 s.
- Das, N.P., Pereira, T.A. (1990). Effects of Flavonoids on Thermal Autoxidation of Palm Oil: Structure-Activin Relationships. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 67, 4, 255-258.
- Gray, J.I. (1978). Measurement of Lipid Oxidation. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 55, 539-546.
- Hassan, A.K. (2015). Effective Surfactants Blend Concentration Determination for O/W Emulsion Stabilization by Two Nonionic Surfactants by Simple Linear Regression. *Indian Journal Pharm. Sci.* 77, 4, 461–469.
- International Union of Pure and Applied Chemistry. (1992). *Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives*. 1st Suppl. to 7th Edn. Pergamon Press, Oxford (UK).
- Kolsarıcı, Ö., Gür, M.A., Kaya, M.D., İşler, N., Başalma, D. (2005). Yağlı Tohumlu Bitkiler Üretimi. VI.Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi I. Cilt 3-7 Ocak, Ankara, 41-62.
- Kowalski, R. (2007). GC Analysis Of Changes In The Fatty Acid Composition Of Sunflower And Olive Oils Heated With Quercetin, Caffeic Acid, Protocatechuic Acid, And Butylated Hydroxyanisole. *Acta Chromatographica*, 18, 15-23.
- Min, D.B., Bradley, G.D. (1992). Fats and Oils : Flavors. In *Wiley Encyclopedia of Food Science and Technology*; Hui, Y. H., Ed.; John Wiley and Sons, Inc: New York, 828–832.
- Ohkawa, H., Ohishi, N., Tagi, K. (1979). Assay for Lipid Peroxides in Animal Tissues by Thiobarbituric Acid Reaction. *Anal. Biochem.*, 95, 351-358.
- Parker, T.D., Adams, D.A., Zhou, K., Harris, M., Yu, L. (2003). Fatty acid composition and oxidative stability of cold-pressed edible seed oils. *Journal of Food Science*, 68,1240–1243.
- Rael, L.T., Thomas, G.W., Craun, M.L., Curtis, C.G., Bar-Or, R., Bar-Or, D. (2004). Lipid Peroxidation and the Thiobarbituric Acid Assay: Standardization of the Assay When Using Saturated and Unsaturated Fatty Acids. *Journal of Biochemistry and Molecular Biology*, 37, 749-752.
- Wolfram, G. (2003). Dietary fatty acids and coronary heart disease. *European Journal of Medical Research*, 8, 321-324.
- Yıldıoğan-Beker, B., Bakır, T., Sönmezöglü, İ., İmer, F., Apak, R. (2011). Antioxidant Protective Effect of Flavonoids on Linoleic Acid Peroxidation Induced by Copper(II)/Ascorbic Acid System. *Chemistry and Physics of Lipids*. 164: 732-739.

Received: 30.10.2018

Accepted: 27.12.2018

DOI: 10.30516/bilgesci.476442

ISSN: 2651-401X

e-ISSN: 2651-4028

2(Special Issue), 47-52, 2018

An Electrodeposition Method of Nickel–Graphene Composite Coatings on Ti–6Al–4V alloy

Osman Özkan¹, Harun Mırdıvan^{2*}

Abstract: The main objective of this work has been the deposition of Nickel (Ni)–Graphene nanoplatelets (GNPs) composites on a Ti-6Al-4V alloy substrate via a pulse current technique from a Watt's type bath. The characterization of the coatings was done by structural surveys, hardness measurements and wear tests. In this current work, XRD and SEM analysis demonstrated the better grained and compact property of the Ni-GNPs deposits. The surface roughness of the composite coatings was significantly decreased with the addition of GNPs. Furthermore, the addition of GNPs in the Ni matrix improved both hardness and wear behaviour of the composite coating compared to the pure Ni coating.

Keywords: Electrodeposition, Titanium, Surface modification, Wear.

1. Introduction

Titanium (Ti) and its alloys have been widely used in many sectors such as marine, medical, chemical, automotive, aircraft and aerospace components. Such a wide range of their applications is related to high tensile strength, low density and high resistance to corrosion (Roodposhti et al., 2018). However, their poor wear resistance due to the low resistance to plastic shearing and the relatively high friction coefficient is one of factors limiting their widespread usage in load bearing applications (Pohrellyuk et al., 2018). For this reason, some surface engineering methods can be applied to Ti and its alloys to enhance service life of many engineering components (Zhecheva et al., 2015).

Among the composite deposits, nickel (Ni) electrodeposition by the co-deposition with various particles in electrolytic bath seems to be promising due to their high hardness, high wear, lubricity and good corrosion resistance. Graphene nanoplatelets (GNPs) are one of the most promising carbon based materials due to its extremely high Young's modulus up to 1 TPa and fracture strength approaching 125 GPa (Rashad et al., 2015). According to the available literature, the electrodeposition of composites on difficult substrates such as Ti requires overcoming the major challenge of achieving high codeposition rates and a uniform distribution of particles in the Ni matrix (Baraka et al., 2002). Pulse electrodeposition is a well-known method in the field of composite coatings. If used instead of the direct current (DC), pulse current (PC) in the electrodeposition leads to several advantages including refinement of crystallites, reduction of porosity, enhanced adhesion to the substrate, more uniform distribution of the coating, and improvement of mechanical properties (Kumar et al., 2013).

In this paper, pulse electrodeposited Ni-GNPs composite coatings with different content of GNPs were obtained and the morphology and microstructure of Ni-GNPs composite coatings electroplated on Ti-6Al-4V alloy were investigated. In addition, wear resistance of resulted Ni-GNPs composite coatings were also studied.

¹Bilecik Şeyh Edebali University, Engineering Faculty, 11210, Bilecik, Turkey

²Bilecik Şeyh Edebali University, Engineering Faculty, 11210, Bilecik, Turkey

* Corresponding author: *hmirdivan@gmail.com

Citation (Atıf): Özkan, O., Mırdıvan, H. (2018). An Electrodeposition Method of Nickel–Graphene Composite Coatings on Ti–6Al–4V alloy. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 2 (Special issue): 47-52.

2. Material and Method

GNPs reinforced Ni composite coatings were prepared under PC method from Watt's-type bath. Chemical compositions and electrodeposition conditions are given in Table 1. GNPs supplied by GRAFEN-IGP2 (Grafen Chemical Industries, Turkey) with a lateral dimension of ~5 nm and a thickness of ~5–8 nm were added into a plating bath containing 50 ml of the solution. A nickel plate was used as the anode and Ti-6Al-4V alloy plate was used as the cathode. The bath was stirred by magnetic stirrer with a stirring rate of 300 rpm and heated to 50 °C. The electrodeposition was carried out using a PC power supplier. Before electrodeposition, the Ti-6Al-4V alloy substrates were polished mechanically with 1000 grit SiC paper. After polishing, the substrates were cleaned in distilled water, sonicated in acetone to remove the impurities, and subsequently dried in air. Immediately following further washing in 50 gL⁻¹ NaOH solution at room temperature for 1 min and activation in a mixture of 20% HNO₃ and 20% HF for 1 min, the substrate was immersed into the bath for electrodeposition.

Table 1. Chemical compositions and electrodeposition conditions.

NiSO ₄ .6H ₂ O	300 gL ⁻¹
NiCl ₂ .6H ₂ O	50 gL ⁻¹
H ₃ BO ₃	40 gL ⁻¹
SDS (Sodium dodecyl sulfate)	0.2 gL ⁻¹
GNPs	0-0.2 gL ⁻¹
Temperature	50 ± 5 °C
Substrate	Ti-6Al-4V
pH	4 ± 2
Current density	4 A/dm ²
Anode	Ni plate
Type of current	Pulse current (PC)
Magnetic stirring	300 rpm

After electrodeposition, the surface morphology and cross-sectional microstructure of Ni composite coatings were characterized using a Scanning Electron Microscopy (SEM) coupled with an Energy Dispersed Spectrometer (EDS) and an Optical Microscopy (OM), respectively. The phase constituents of the coatings were determined by X-ray diffraction (XRD) using CuK α radiation with a Panalytical Empyrean diffractometer. The cross-sectional microhardness of the coatings was measured using a Vickers diamond indenter at an applied load of 50 g for 15 s.

Dry sliding wear tests were performed on a reciprocating wear tester at 25 °C and 40% relative humidity under normal load of 5 N. A ball made of Al₂O₃ with diameter of 10 mm was used to wear samples with a constant sliding speed of 1.7 cm s⁻¹ for the total sliding distance of 50 m. During wear testing, friction coefficient data was continuously recorded. After the wear tests, wear tracks were analyzed by using a contact type profilometer and the worn surfaces were examined by a SEM.

3. Results and Discussion

The morphologies of Ni and Ni-GNPs composite coatings produced on the Ti-6Al-4V alloy substrate are illustrated in Figure 1. The pure nickel coating exhibited a dense structure with pyramidal Ni grains (Fig. 1 a). However, Ni-GNPs composite coatings with addition of the GNPs into the plating bath had finer and more regular grains than the GNPs-free ones. It may be concluded that introduction of GNPs leads to the refinement of the grains and improvement of the morphology uniformity in the composite coating surfaces. This claim was confirmed by roughness results that had been given in Table 2. By increasing embedded particles, the surface became smoother. Actually, the addition of GNPs increases the number of nucleation sites and prohibits matrix growth, which, in turn, facilitates the formation of fine grains (Algul et al., 2015). Figure 1 (b - c) clearly showed that the grain structure of the composite coating surfaces was uniaxial and uniform.

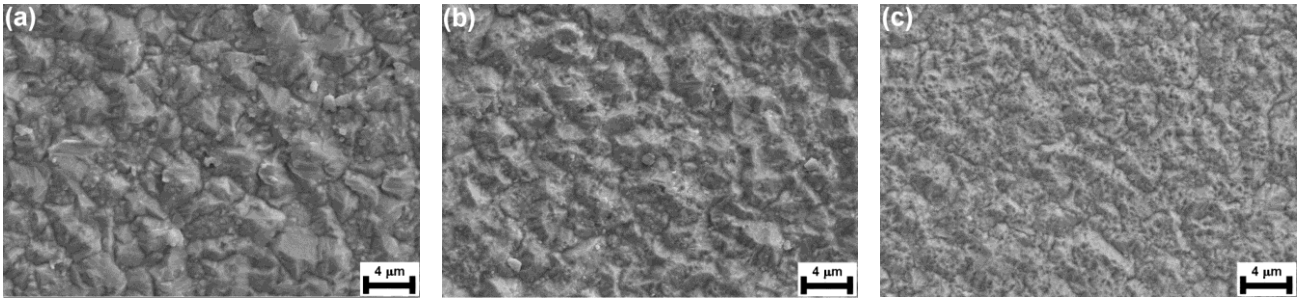


Figure 1. Surface morphologies of (a) pure Ni and Ni-GNPs composite coatings with (b) 0.1 gL^{-1} and (c) 0.2 gL^{-1} GNPs in the plating bath.

Table 2. Roughness results of pure Ni and GNPs reinforced Ni composite coatings.

GNPs Content (gL^{-1})	Roughness parameters		
	Ra	Rz	Rt
0	0.27	2.3	3
0.1	0.22	1.6	2.6
0.2	0.16	1.2	2.5

OM images of the cross-sections of Ni-GNPs composite coatings with 0.1 gL^{-1} and 0.2 gL^{-1} GNPs in the plating bath are shown in Figure 2. The obtained composite coatings were dense, homogenous, and uniform and no microcracks or pores were observed between the substrate/coating interfaces.

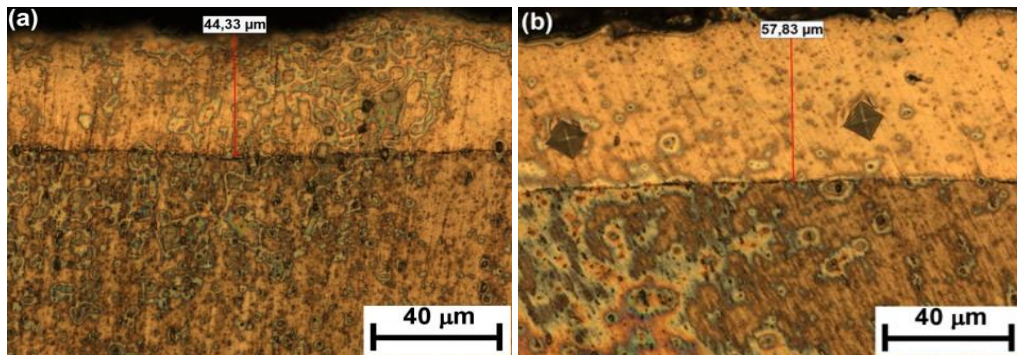


Figure 2. Cross-section OM micrographs of Ni-GNPs composite coatings with (a) 0.1 gL^{-1} and (b) 0.2 gL^{-1} GNPs in the plating bath.

XRD patterns for pure Ni as well as Ni-GNPs composite coatings are presented in Figure 3. According to the curves, with the incorporating of GNPs, the absorption intensity of the diffraction peak decreased. Also, the effect of grain refinement of the GNPs in the Ni matrix due to the peak broadening around $51\text{--}53^\circ$ as shown in Fig. 3 b improved the structure of composite coating and made it uniform, compact and fine grained (Algul et al., 2015). No carbon peak belong to GNPs was detected from the XRD pattern in Fig. 3, probably due to the formation of low quantity and highly dispersive distribution of the fine GNPs (Uysal et al., 2016). To confirm the existence of GNPs in the composite, EDS was used to measure the GNPs content (marked by white circle) and the result is shown in Fig. 4, which clearly confirmed the presence of GNPs in the Ni matrix.

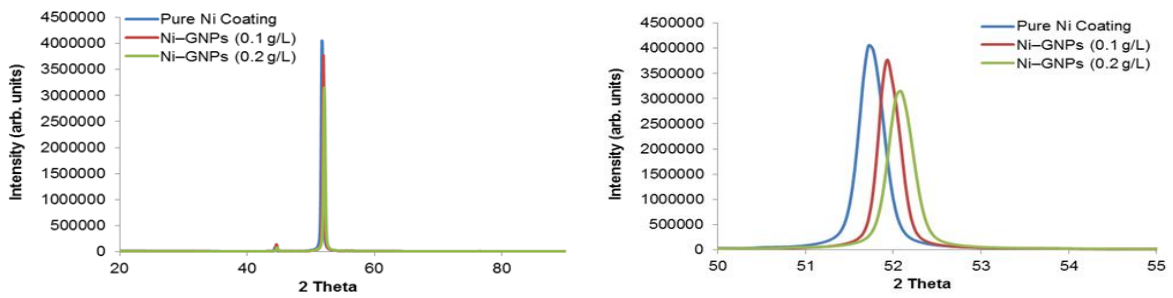


Figure 3. XRD patterns observed for (a) pure Ni and Ni-GNPs composites with different content of GNPs (b) detailed (1 1 1) diffraction of Ni.

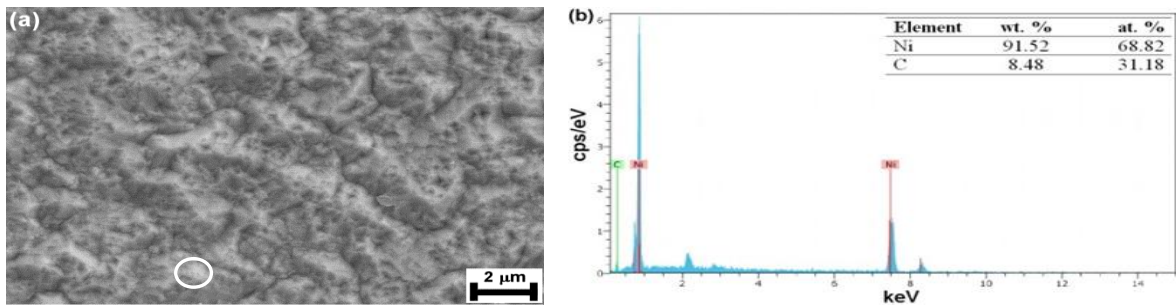


Figure 4. (a) SEM image and (b) EDS analysis of Ni-GNPs composite coating electroplated with a 0.2 gL⁻¹ GNPs in the plating bath.

Figure 5 shows difference in microhardness for pure Ni and Ni-GNPs composite coatings. The pure Ni coating exhibited the hardness of 320 HV_{0.05}, in agreement with the typical values of pure Ni. The coating electroplated with a 0.2 gL⁻¹ GNPs in the plating bath had the maximum hardness of 395 HV_{0.05}, about 23 % larger than that of the pure Ni layer. It is clear that an increase in amount of particles' co-depositing caused the increase of hardness of the composite coatings. The mechanism of strengthening the matrix is mainly due to grain refinement, particle strengthening and dispersion hardening effects (Yu et al., 2018).

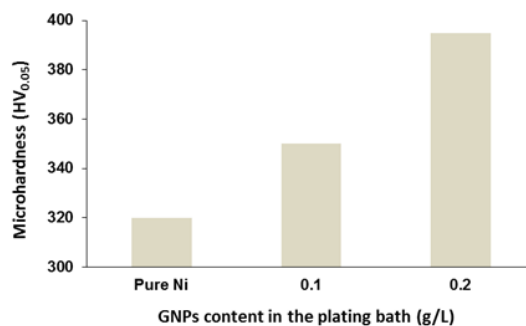


Figure 5. Microhardness variation of pure Ni and Ni-GNPs composite coatings.

The friction coefficient as a function of sliding distance for Ti-6Al-4V alloy, pure Ni coating and Ni-GNPs composites with different content of GNPs are presented in Fig. 6. According to the curves, the friction coefficients of Ni-GNPs composite coatings were significantly lower than those of pure Ni coating and Ti-6Al-4V alloy. Figure 6 also revealed that all the composite coatings exhibited a steady value with minor fluctuations, and the composite coating with 2 gL⁻¹ GNPs had the lowest friction coefficient. On the other hand, the Ti-6Al-4V alloy showed friction coefficient values in the range of 0.6-0.9 with relatively heavy fluctuations. Mindivan (2017) who investigated tribological behavior of Polyamide 6-GNPs composites,

reported that GNPs acting as a lubricant diminished the direct contact between the counter face and the matrix.

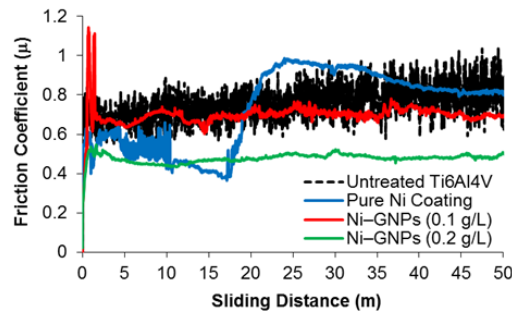


Figure 6. Friction coefficient vs sliding distance for Ti-6Al-4V alloy, pure Ni coating and Ni-GNPs composite coatings.

The common view of wear tracks of the Ti-6Al-4V alloy, pure Ni coating and Ni-GNPs composites with different content of GNPs is shown in Fig. 7. When the track width was examined, the wear resistance of Ti-6Al-4V alloy improved after PC electrodeposition. Clearly, the width of the wear track of the Ti-6Al-4V alloy (Fig. 7 a) was larger than those of the pure Ni and GNPs reinforced Ni composite coatings as shown in Fig. 7 b - d. Moreover, it can be found that the worn surface of the Ti-6Al-4V alloy exhibited a mixture of abrasion and extensive plastic deformation. A relatively smooth worn surface was detected for the pure Ni and Ni-GNPs composites. Especially, Al_2O_3 ball did not create any measurable wear loss on the worn surface of the Ni-GNPs composite coating with 0.2 gL^{-1} GNPs in the plating bath. Table 3 shows the wear rates of untreated and treated samples. Wear rate value of untreated Ti-6Al-4V alloy was found higher than pure Ni and Ni-GNPs composites. It is inferred that the GNPs in the coating bring about an improvement in wear resistance, which could be attributed to the GNPs slightly removed from the Ni matrix. Thus, the GNPs acting as a solid lubricant would take the loads transmitted from the Ni matrix and cause a shear force decrease between the contact face (Algul et al., 2015). It is worth mentioned that the dispersion strengthening by incorporating GNPs can't be ignored. Consequently, the wear resistance could be improved by including the well distributed GNPs in Ni matrix.

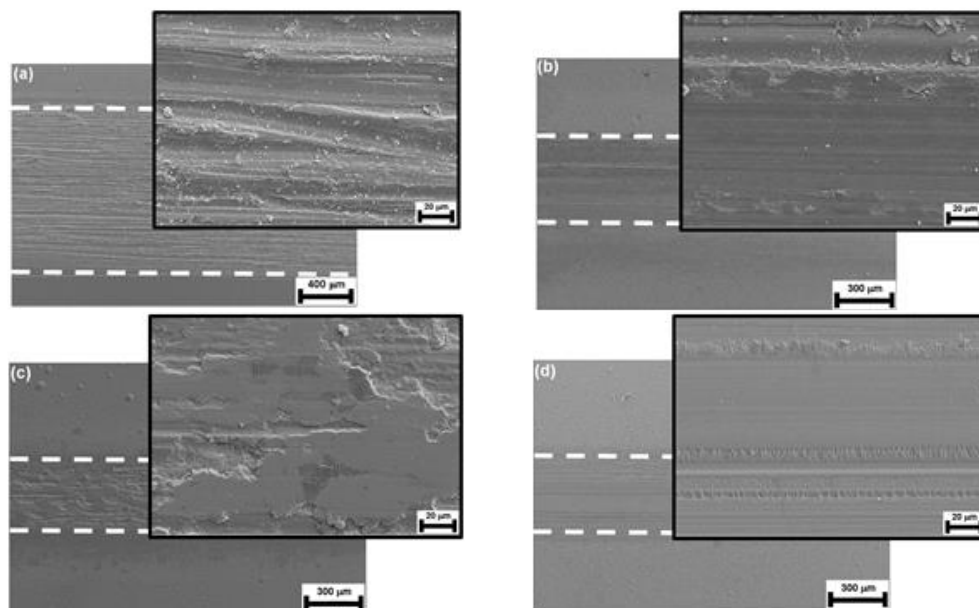


Figure 7. Low and high magnification SEM micrographs of wear tracks generated on the (a) Ti-6Al-4V alloy, (b) pure Ni coating and Ni-GNPs composite coatings with (c) 0.1 gL^{-1} and (d) 0.2 gL^{-1} GNPs in the plating bath.

Table 3. Wear rates of Ti-6Al-4V alloy, pure Ni and Ni-GNPs composite coatings.

Samples	Wear Rate ($\times 10^{-4} \text{ mm}^3/\text{Nm}$)
Untreated Ti-6Al-4V	5.64
Pure Ni	0.44
Ni-GNPs (0.1 gL ⁻¹)	0.24
Ni-GNPs (0.2 gL ⁻¹)	0

4. Conclusions

In this study, pure Ni and Ni-GNPs composite coatings were successfully prepared on the Ti6Al4V by pulse electrodeposition. The XRD and SEM analysis demonstrated the better grained and compact property of the Ni-GNPs deposits. The microhardness, wear resistance and friction coefficient of the pure Ni were greatly improved by loading GNPs from 0 to 0.2 gL⁻¹ in the bath. In summary, the best behavior of friction behaviour was the coating that was treated with 0.2 gL⁻¹ GNPs.

Acknowledgement

The financial support of the research foundation of Bilecik Seyh Edebali University (Project no.: 2017-02.BŞEÜ.03-01) is gratefully acknowledged.

References

- Algul, H., Tokur, M., Ozcan, S., Uysal, M., Cetinkaya, T., Akbulut, H., Alp, A. (2015). The effect of graphene content and sliding speed on the wear mechanism of nickel-graphene nanocomposites. *Applied Surface Science*, 359, 340–348.
- Baraka, A.M., Hamed, H.A. Shaarawy, H.H. (2002). Electrodeposition of rhodium metal on titanium substrates. *Anti Corrosion Methods and Materials*, 49 (4), 277-282.
- Kumar, K.A., Kalaigannan, G.P., Muralidharan, V. S. (2013). Direct and pulse current electrodeposition of Ni-W-TiO₂ nanocomposite coatings. *Ceramics International*, 39 (3), 2827-2834.
- Mindivan, F. (2017). Effect of Graphene Nanoplatelets (GNPs) on Tribological and Mechanical Behaviors of Polyamide 6 (PA6). *Tribology in Industry*, 39 (3), 277-282.
- Pohrellyuk, I.M., Sheykin, S.E., Padgurskas, J., Lavrys, S.M.. (2018). Wear resistance of two-phase titanium alloy after deformation-diffusion treatment. *Tribology International*, 127, 404–411.
- Rashad, M., Pan, F., Tang, A., Asif, M. (2014). Effect of Graphene Nanoplatelets addition on mechanical properties of pure aluminum using a semi-powder method. *Progress in Natural Science: Materials International*, 24, 101–108.
- Roodposhti, P.S., Farahbakhsh, N., Sarkar, A., Murty, K.L. (2018). Microstructural approach to equal channel angular processing of commercially pure titanium—A review. *Trans. Nonferrous Met. Soc. China* 25, 1353–1366.
- Uysal, M., Akbulut, H., Tokur, M., Algül, H., Çetinkaya, T. (2016). Structural and sliding wear properties of Ag/Graphene/WC hybrid nanocomposites produced by electroless co-deposition. *Journal of Alloys and Compounds*, 654, 185-195.
- Yu, Q., Zhou, T., Jiang, Y., Yan, X., An, Z., Wang, X., Zhang, D., Ono, T. (2018). Preparation of graphene-enhanced nickel-phosphorus composite films by ultrasonic-assisted electroless plating. *Applied Surface Science*, 435, 617–625.
- Zhecheva, A., Sha, W., Malinov, S., Long, A. (2015). Enhancing the microstructure and properties of titanium alloys through nitriding and other surface engineering methods. *Surface & Coatings Technology*, 200, 2192 – 2207.

The Faintest and Closest Clusters in CFHTLS W4

Mukadder İğdi Şen ^{1*}

Abstract: Using T0007 version of CFHTLS Wide 4 (W4) field observations, photometric redshift values were calculated for $0.2 \leq z \leq 1.5$. Also the values of VIPERS spectroscopic catalog were used to control the obtained photometric redshifts. Using the galaxy SEDs in Le PHARE program the results obtained. The best results were found in $17.5 \leq i'_{AB} \leq 21.5$ as catastrophic error of 8.5% and accuracy value of 0.031. The catastrophic error and accuracy values in $17.5 \leq i'_{AB} \leq 24$ were determined as 4.1% and 0.030 respectively; the best correlation coefficient belongs to elliptical galaxies ($r = 0.929$). The relationship for elliptical galaxies between the photometric and spectroscopic redshift values was determined as $z_p = (0.953 \pm 0.008) z_s + (0.083 \pm 0.014)$. The detected clusters are in the range of $0.475 \leq z_s \leq 0.937$. In our calculations made by taking the Hubble constant value of $71 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$, the distance of the faintest cluster of (i') 23.946 mag is $1.22 \times 10^{23} \text{ km}$ and the closest cluster is $0.61 \times 10^{23} \text{ km}$.

Keywords: Photometric Redshift, Large Scale Structure, Galaxies, CFHTLS

1. Introduction

If a system is moving away from us, a redshift occurs. Photometric redshifts have been used to determine the large-scale structure of Universe in last times.

The spectral redshift method is giving quite accurate values. In this method, long observation times are needed to observe the faint objects away from us, therefore the wavelength of the spectral lines of the object can be found. However, taking long observation times from large telescopes are difficult. Thus, for this reason, photometric observation is used to obtain redshifts of many objects in a very short time. A lot of studies are performed to reduce the error of photometric redshifts.

The galaxies are also moving away from us. They have redshift values according to their distances, because the universe has expanding which called as "Hubble expansion". Because of this expansion, galaxies and other type objects such as stars and quasars have "the cosmological redshift". There is a relation between distancing speed and distances as seen in the Hubble Law's relation in (1):

$$v = H \cdot d \quad (1)$$

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{v}{c} \quad (2)$$

Here, λ_0 is the value of wavelength when the object is stable, $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$ is the shift amount of the spectral line, λ is the value of observed wavelength, c is light speed and v is the speed of "coming and distancing".

¹Trakya University, Edirne Vocational College of Technical Sciences, 22020, Edirne, TURKEY

*Corresponding author: mukaddersen@trakya.edu.tr

Citation (Atıf): İğdi Şen, M., (2018). The Faintest and Closest Clusters in CFHTLS W4Plants. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 2 (special issue), 53-58.

The position of the lines in a spectrum is related to the relative speed between the source and the observer, as seen from the Doppler relation (2) (λ_0 and c are known, $\Delta\lambda$ is obtained from observations and thus the speed of v can be found and distance can be calculated by using Hubble constant value as $71 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ (Feuerbacher and Stoewer, 2006)). The reliability of photometric redshifts depends on the method used to find the photometric redshifts. In the range of $1.5 < z < 2.2$, star formation activity is maximum and the accumulation of general mass are present, but there is no galaxy-like structure, therefore this z range ($1.5 < z < 2.2$) in the non-galactic astronomy is called by "redshift desert".

Arnouts et al. (1999) used the standard χ^2 (chi-square) method. No spectral information was used in their work. They used elliptical, Sbc, Scd, and irregular galaxies SEDs observed by Coleman et al. (1980) and added a starburst (SB) SED from Kinney et al. (1996) and adapted them to ultraviolet and infrared wavelengths. No redness value was applied for the spectral types prior to Scd. The results of the standard χ^2 method were compared with the values of spectroscopic redshift taken VIPERS for $i' \leq 22.5$. In the faint magnitudes, galaxies of $\Delta z = (z_s - z_p) > 1$ is very numerous often in the range of $1.5 < z_p < 3$. Most of the catastrophic errors are due to misidentification of Lyman and Balmer cuttings. It is stated that the infrared observation data is important in reducing of errors.

Ibert et al. (2006) analyzed using the data of $i'_{AB} \leq 24$ for the D1 deep area of CFHTLS. The authors used 3241 spectroscopic redshift values obtained from spectroscopic observations made by VIMOS (VVDS-022604) for the D1 field in the range $0 \leq z \leq 5$ to evaluate the photometric redshift results. It is stated by writers that galaxy types are important on the results. The results show that the best accuracy and catastrophic error values are in the range $0.2 \leq z \leq 1.5$.

Coupon et al. (2009) obtained z_p values by applying the filter fitting method to Terapix T0004 version for CFHTLS wide and deep fields. They used 16983 highly accurate z_s values from several spectroscopic surveys to test their z_p results. According to the authors, the range of $0.2 < z_p < 1.5$ is better compatible with z_s values. The accuracy value in $i'_{AB} < 24$ for the D1 field is 0.028 and the catastrophic error rate is 3.50%. In large areas, the accuracy rate in $i'_{AB} < 22.5$ is 0.036 and the catastrophic error rate is 2.80%. The catastrophic error rates in large areas are 5% in $i'_{AB} < 23$ and 10% in $i'_{AB} < 24$.

2. Material and Method

2.1. Material

The Wide 4 field (W4) photometric observations of the T0007 version made by Terapix with CFHTLS u*g'r'i'z filters of Megacam cameras were used to obtain the best photometric redshifts. This data and the spectroscopic redshifts taken from VIPERS (VIMOS Public Extragalactic Redshift Survey) catalog which include the spectroscopic data of CFHTLS W4.

The central coordinates (α , δ) (J2000) of CFHTLS Deep and Wide fields are given in Table 1 (Hudelot et al., 2012). The center coordinates of the W4 field are: RA (2000) = 22 13 18 and DEC (2000) = +01 19 00. CFHTLS W4 field has 1258700 objects in the redshift range of $0 < z < 6$. The observations of CFHTLS W4 in T0007 observation was divided into 25 subfields and their central coordinate informations (RA, DEC) are taken from Terapix1 (2012) were given in Table 2 of İğdi-Şen (2018).

Table 1. Central coordinates of CFHTLS wide (W1, W2, W3 and W4) and deep fields (D1, D2, D3 and D4) (Hudelot et al., 2012).

CFHTLS region	Coordinates of Reference Center (α , δ) (J2000)
D1	02:25:59 -04:29:40
D2	10:00:28 02:12:30
D3	14:19:27 +52:40:56
D4	22:15:31 -17:43:56
W1	02:18:00 -07:00:00
W2	08:57:49 -03:19:00
W3	14:17:54 +54:30:31
W4	22:13:18 +01:19:00

W4_Spectro_PDR1 catalog of VIPERS (the Visible Multi-Object Spectrograph (VIMOS)) is used in our analyzes. This catalog is made to obtain the spectroscopic values of ~ 100000 galaxies for $i'_{AB} < 22.5$ and $0.5 < z < 1.2$. The numbers of observed, detected objects and their measured and reliable object numbers are seen in Table 2 (Garilli et al., 2014).

Table 2. The number informations of objects in W4_Spectro_PDR1 catalog (Garilli et al., 2014).

Field	Observed objects	Detected objects	Measured redshift values	Reliable redshift values
W4	31260	29897	28041	24050

2.1. Method

To determine the cluster members from the redshift distribution, the object in every redshift (z) is taken as if it is the center of a cluster. Limit range of $z \pm 1.44 \sigma_{\Delta z/(1+z_s)}$ is selected as the limits of cluster. Here, the correlation of $\sigma_{\Delta z/(1+z_s)}$ shows the accuracy value which is 1.44 (means 1σ) and it covers more than 85% of the cluster member galaxies. According to Wen and Han (2011), larger z range contains more galaxies, however, there are more galaxies in the background. For this reason, less bright galaxies with a limit of $M(i') < -21.5$ are excluded in cluster detection. For detection of galaxy clusters, the histogram of the $N - z_s$ distributions are used. For $i'_{AB} < 23$ and $i'_{AB} < 24$ in $0 < z < 5$ redshift range, the histogram graphs of $N(z_p) - z_p$ and $N(z_s) - z_s$ obtained by combining the z_p and z_s values in steps of 0.05 are shown in Figure 1. The different spectroscopic distribution is found for each cluster. Since the cluster members are gravitationally connected, in the histograms, the majority of the cluster members must be at about in the same z , with a broad peak that reflects the total mass of the cluster. Since the number of cluster members determines the total mass, this width depends on the mass of the cluster. If a galaxy with the greatest mass is in the potential center of the cluster, the z -value of the cluster equals the peak value.

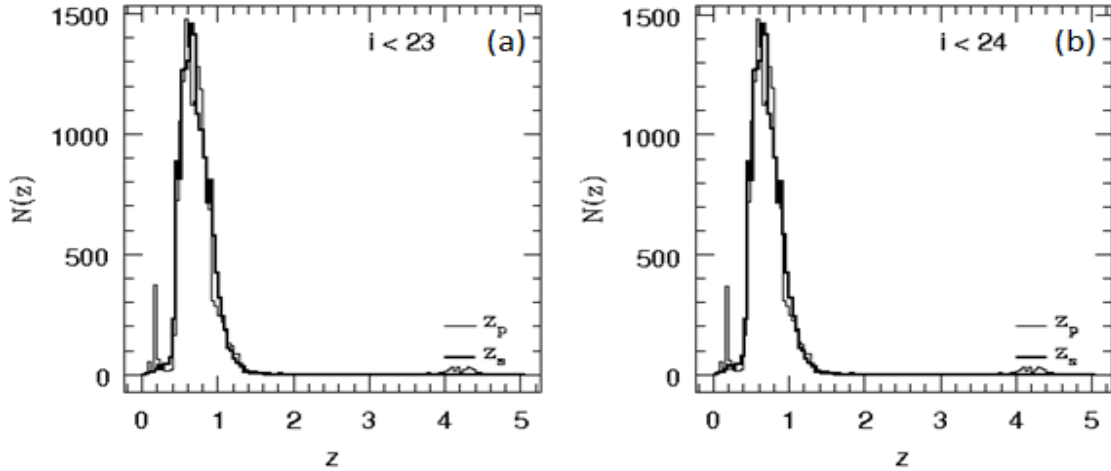


Figure 1. The graphs of $N(z)$ - z number density drawn with z_s values belong to spectroscopic observations and our z_p values for a) $i'_{AB} < 23$ and b) $i'_{AB} < 24$ in $0 < z_p < 5$. z_s is indicated by a thick solid line. The values of z_p and z_s are combined in steps of 0.05.

If the compared second object is a member of the cluster, then the z -value is in the range of $z - 1.44 \times 0.029 < z < z + 1.44 \times 0.029$, and the distance between two objects is less than/or equal to 0.5 Mpc. Firstly, the distance of self-motion between the object and earth is calculated, then the angular diameter is calculated for the physical diameter taken as 0.5 Mpc in redshift of the cluster. The galaxies located at these specific diameters are detected. For this purpose, for a cluster with diameter of 0.5 Mpc, the core region of 0.25 Mpc radius (D0) and the galaxies within the ring (D1) between 0.5 - 1 Mpc are detected (see Figure 2); the numbers of galaxies are calculated and the surface density ratios (D0 / D1) are found by dividing them into their circular areas (πr^2).

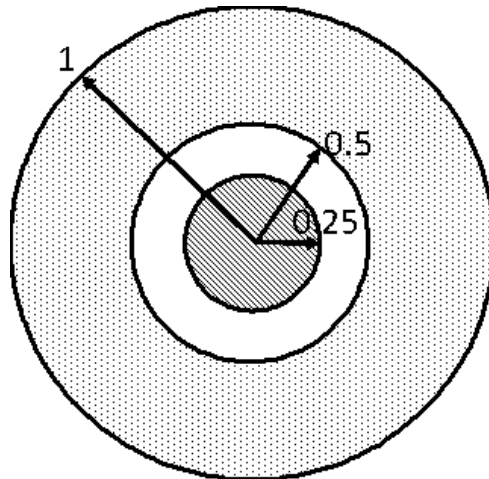


Figure 2. A sample of a core zone with a radius of 0.25 Mpc and a ring of 0.5 - 1 Mpc taken to identify galaxy clusters.

3. Results

In İğdi-Şen (2018), the obtaining methods of z_p values in $0 < z < 5$ were explained; the accuracy and catastrophic values between z_p and z_s for these SEDs to compare the magnitudes in five different i'_{AB} ranges were given; obtained results from CFHTLS SEDs ($\eta = 11.40\%$ and $\sigma_{\Delta z/(1+z_s)} = 0.039$) used in this study.

The accuracy value ($\sigma_{\Delta z/(1+z_s)} = 0.029$) in the correlation ($z \pm 1.44 \sigma_{\Delta z/(1+z_s)}$) used to determine the cluster boundaries as taken from Ilbert and et al. (2006). When $M(i') < -21.5$ limit was set, the galaxy numbers in our catalog reduced from 28108 to 7164. The informations of 55 clusters detected from these galaxies with z_s value and their coordinates are shown in Table 3.

Table 3. The properties of detected the faintest and the brightest clusters in CFHTLS W4. D0/D1 is the surface density rate of cluster.

RA center deg	DEC center deg	Brightness i'	z_p	z_s	M(i')	D0/D1
331.4277	2.1641	20.676	0.466	0.527	-21.411	4.8
333.6160	0.9046	23.946	0.770	0.935	-19.292	8

The distances of determined faintest and brightest galaxy clusters are calculated and given in Table 4.

Table 4. The distances of faintest and brightest galaxy clusters.

The faintest cluster ($i'_{AB}=23.946$ mag)	The brightest cluster ($i'_{AB}=20.676$ mag)
3.95×10^6 kpc	2.23×10^6 kpc

4. Discussion and Conclusions

The obtained values of accuracy (0.030) and catastrophic error (1.92%) for 5214 galaxies at $17.5 \leq i'_{AB} \leq 21.5$ and $0.4 \leq z_p \leq 1$ (see Table 6 in İğdi-Şen, 2018) are the best results. The obtained results from elliptical galaxies are $\sigma_{\Delta z/(1+z_s)} \sim 0.030$ and $\eta \sim 4.10\%$ (see Table 7 in İğdi-Şen (2018)). The best correlation coefficient belongs to elliptical galaxies ($r = 0.929$). The best value of the linear fit equation between galaxy types belongs to the elliptical galaxies. Here, $z_p = (0.953 \pm 0.008) z_s + (0.083 \pm 0.014)$ is obtained. The fact that the coefficient of z_s is close to 1 suggests a good correlation between z_p and z_s . (see Figure 5 in İğdi-Şen (2018)). The apparent brightness is a key parameter for the photometric redshift estimations as seen in Table 6 of İğdi-Şen (2018).

According to the rates of cluster surface density seen in Table 3, the rates of surface density of cluster members are quite high. This situation shows that the selection method of cluster members is correct because cluster members should have a higher surface density inside of the cluster area in the small radial circular region of our calculations. The detected galaxy clusters are in the range of $0.475 \leq z_s \leq 0.937$. The faintest cluster is $i'_{AB} = 23.946$ mag and the brightest cluster is $i'_{AB} = 20.676$ mag. The distance of faintest cluster is 3.95×10^6 kpc (1.22×1023 km). The brightest cluster was discovered in 2.23×10^6 kpc. The closest cluster is in 2.01×10^6 kpc (0.61×1023 km).

Acknowledgements

Thanks to Yüksel Karataş for his advisory support and to Christophe Benoist for all the scientific contributions and guidance during this study.

References

Arnouts, S., Cristiani, S., Moscardini, L., Matarrese, S., Lucchin, F., Fontana, A., Giallongo, E. (1999). Measuring and modelling the redshift evolution of clustering: the Hubble Deep Field North. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 310(2), 540-556.

Coleman, G. D., Wu, C. C., Weedman, D. W. (1980). Colors and magnitudes predicted for high redshift galaxies. The Astrophysical Journal Supplement Series, 43, 393-416.

- Coupon, J., Ilbert, O., Kilbinger, M., McCracken, H. J., Mellier, Y., Arnouts, S., ... , Le Brun, V. (2009). Photometric redshifts for the CFHTLS T0004 deep and wide fields. *Astronomy & Astrophysics*, 500(3), 981-998.
- Feuerbacher, B. and Stoewer, H., (2006). *Utilization of Space: Today and Tomorrow*, Springer, ISBN: 354029970X.
- Garilli, B., Guzzo, L., Scodreggio, M., Bolzonella, M., Abbas, U., Adami, C., ..., Cappi, A. (2014). The VIMOS Public Extragalactic Survey (VIPERS)-First Data Release of 57 204 spectroscopic measurements. *Astronomy & Astrophysics*, 562, A23.
- Hudelot, P., Goranova, Y., Mellier, Y., McCracken, H. J., Magnard, F., Monnerville, M., ..., Betoule, M. (2012). T0007: The Final CFHTLS Release. [visiting date: 1st June 2013].
- Ilbert, O., Arnouts, S., McCracken, H. J., Bolzonella, M., Bertin, E., Le Fevre, O., ..., Tresse, L. (2006). Accurate photometric redshifts for the CFHT legacy survey calibrated using the VIMOS VLT deep survey. *Astronomy & Astrophysics*, 457(3), 841-856.
- İğdi-Şen, M. (2018). The Reliability of Redshift Values in Determination of Structures in the Universe, *JoCREST*, 4, 69-80.
- Kinney, A. L., Calzetti, D., Bohlin, R. C., McQuade, K., Storchi-Bergmann, T., Schmitt, H. R. (1996). Template ultraviolet to near-infrared spectra of star-forming galaxies and their application to k-corrections. *The astrophysical journal*. Chicago. Vol. 467, no. 1, pt. 1 (Aug. 1996), p. 38-60.
- Le Fèvre, O., Vettolani, G., Garilli, B., Tresse, L., Bottini, D. B. V. L., Le Brun, V., ..., Zanichelli, A. (2005). The VIMOS VLT deep survey-First epoch VVDS-deep survey: 11 564 spectra with $17.5 \leq I_{AB} \leq 24$, and the redshift distribution over $0 \leq z \leq 5$. *Astronomy & Astrophysics*, 439(3), 845-862.
- Terapix1, (2012). CFHTLS-Deep & Wide targets, Terapix, http://terapix.iap.fr/cplt/T0007/table_syn_T0007.html, [visiting date: 1st January 2015].
- Wen, Z. L. and Han, J. L. (2011). Galaxy Clusters at High Redshift and Evolution of Brightest Cluster Galaxies, *The Astrophysics of Journal*, 734, 68W.

Received: 27.11.2018

Accepted: 24.12.2018

DOI: 10.30516/bilgesci.488174

ISSN: 2651-401X

e-ISSN: 2651-4028

2(Special Issue), 59-70, 2018

Effect of Different Ratios of Hungarian Vetch with Cereal Crop Mixtures on Hay Nutrient Value

Fırat Alatürk^{1*}, Ahmet Gökkuş¹, Harun Baytekin¹,
Altıngül Özasan Parlak¹, Selçuk Birer²

Abstract: This study was conducted in order to determine the changes in digestibility and energy values of hay depending on the application of Hungarian vetch-cereal crop mixtures at different ratios. The research was carried out in Çanakkale in 2009–2011. The study has been designed according to randomized complete block design, and the plots were arranged as single and mixed (3:1, 2:2, 1:3 Hungarian vetch: cereal) crop sowing systems by using three replications with sowing Hungarian vetch mixing with barley, wheat, oats and triticale. Crude cellulose (CC), digestible dry matter (DDM), total digestible nutrients (TDDM), metabolic energy (ME), net energy (NEL) and relative feed value (RFV) like characteristics was examined in this research. As the result of this research, the ratios of hay crude cellulose (CC) were not significantly important in accordance to different forms of sowing, while the values of DDM, TDDM, ME, NEL and RFV in hay were found higher in mixed sowing system than that of single sowing of cereal crops. In the study, it has been concluded that for being able to produce hay containing high nutrient value in the mixtures of Hungarian vetch with cereals then the mixture of wheat with Hungarian vetch with the ratio of 3: 1 would be suitable to sow.

Keywords: Mixtures, forage, Hungarian vetch, barley, oat, wheat, triticale

1. Introduction

Although rangeland-dependent livestock raising is common in Turkey, rangeland herbage and forage crops grown over agricultural fields are far away from meeting roughage needs of the livestock. Therefore, majority of roughage needs is met by low-quality (hay, straw, husk and etc.) feed sources (Gökkuş, 1994). However, high-quality feeds should be used for a productive and profitable livestock operation (Gökkuş and Koç, 1996). Such a case can only be overcome through increasing both the forage crops-cultivated lands and the yields from these fields. Intercropping potentially increase yield and quality of feed crops. Intercropping is defined as the cultivation of two or more crops within the same growth season over the same field under the same natural conditions (Li, 1999; Zhang and Li, 2003; Hauggaard-Nielsen, 2006). Since fertilizers are not used in intercropping systems, productions are cheaper and environment-friendly (Bakoğlu, 2004). Vetch-cereal intercropping systems are usually sown in winter either as main or second crop. Such intercropping systems prevent lodging of vetch with weak stems, thus prevent quality losses. Therefore, vetch species are commonly intercropped with cool-season cereals (Bakoğlu and Memiş, 2002). There are several advantages of intercropping systems over sole sowings. Intercropping systems may provide a steady nutrient cycle in soils and a better pest, disease and weed control (Ramartet et al., 2002; Szumigalski and Rene, 2005). Legumes-Graminae intercropping systems are the most common intercropping systems. In these systems, legumes meet majority of the nitrogen requirement of both own and the gramineae species through *Rhizobium* bacteria in their roots (Hiebsch and McCollum, 1987; Berg, 1990). Since legumes have a

¹Çanakkale Onsekiz Mart University, Agriculture Faculty, 17020, Çanakkale, Turkey

*Corresponding author (İletişim yazarı): alaturkf@comu.edu.tr

Citation (Atıf): Alatürk, F., Gökkuş, A., Baytekin, H., Parlak, A. Ö., Birer, S., (2018). Effect of Different Ratios of Hungarian Vetch with Cereal Crop Mixtures on Hay Nutrient Value. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 2 (Special issue): 59-70.

tap root system, they facilitate soil water intake and regulate soil physical structure (Rao et al., 1998). Graminae species usually have lower protein contents than the legume species (Yıldırım and Özaslan Parlak 2017). To overcome such deficiency in animal feeding, Graminae species are generally intercropped with legumes to increase protein content of roughage instead of using additional protein supplements (Robinson, 1969; Caballero et al., 1995;). In this study, Hungarian vetch was intercropped with cereals (wheat, barley, oat, triticale) at different ratios and nutritive values of resultant herbage were investigated.

2. Material and Method

Field experiments were conducted over the experimental fields of Canakkale Onsekiz Mart University (ÇOMU) Dardanos Campus in 2009/10 and 2010/11 growing seasons. Monthly average temperatures of the experimental site in 2009 and 2010 (15.9 and 16.4°C) were greater and monthly average temperature of the year 2011 (13,8°C) was lower than the long-term monthly average temperature (15.5°C). The years 2009 and 2010 had greater precipitations (685.6 and 933.6 mm) and 2011 had less precipitation (548.6 mm) than the long-term average (559.1 mm). Experimental soils have clay-loam texture with moderate lime, insufficient nitrogen and phosphorus and sufficient potassium levels. Soils were poor in organic matter. “Anadolu pembesi” cultivar of Hungarian vetch (*Vicia pannonica*), “Agile” cultivar of barley (*Hordeum vulgare*), “Renan” cultivar of wheat (*Triticum aestivum*), “Servante” cultivar of oat (*Avena sativa*) and “Mikham-2002” cultivar of triticale (*Triticosecale Wittm. triticale*) were used as the plant material of the experiments. Sowing was performed in November of both years. Experimental materials (Hungarian vetch, barley, wheat, oat and triticale) were both sole-sown and intercropped with Hungarian vetch at different ratios. In intercropping systems, 1, 2 and 3 mixture ratios were used.

Experiments were conducted in randomized blocks design with 3 replications. Means were compared with Duncan’s multiple comparison test (Düzgüneş et al., 1987). SAS statistical software was used for statistical analyses. Each block is composed of 17 plots and 2 m spacing was provided between the plots. Each plot had 5 rows 20 cm apart. Plot size was 1 m x 6 m = 6 m², thus total site size was 750 m². Sole alive seed (PAS) quantity to be sown was calculated by using mixture ratio (%), number of alive seed per square meter in mixture, thousand-seed weight (g), purity and germination ratio (%) (Altın et al., 2005).

The cell membrane components (hemicellulose, cellulose and lignin), NDF (neutral detergent fiber), ADF (acid detergent fiber) and ADL (acid detergent lignin) were determined in accordance with the methods specified by Van Soest et al. (1991). Digestible dry matter (DDM) and metabolic energy (ME) were calculated by using the equations given by Adams (1994), crude cellulose and total digestible nutrient were calculated by using the equations given by Anonymous, (2015) and net energy lactation was calculated by using the equations given by Yılmaz et al. (2015).

$$\text{DDM (\%)} = 102.45 - 1.114 \% \text{ ADF}$$

$$\text{ME (Kcal/kg KM)} = 3704 - 40.27 \% \text{ ADF}$$

$$\text{CC (\%)} = 0.75 \% \text{ ADF} + 3.56$$

$$\text{TDDM (\%)} = 81.38 + 0.36 \% \text{ CP} - 0.77 \% \text{ ADF}$$

$$\text{NEL (Mcal/Kg KM)} = ((1.044 - (0.0119) \times \% \text{ ADF})) * 2.205$$

3. Results

Crude Cellulose

Crude cellulose (CC) is a structural carbohydrate constituting the primary building stone of cell membrane (Taiz and Zeiger, 2007). Cellulose provides resistance for the cells (plants) and digestion of the cellulose is relatively hard. Therefore, it is a significant indicator of feed nutritive values. In present experiments carried out with Hungarian vetch-cool season cereals, average crude cellulose content of the treatments was identified as 31.34%. There were significant differences in herbage CC content of the years (Table 1). The CC content of the first year (28.12%) was lower than the CC content of the second year (34.56%). On the other hand, differences in CC contents of sole sowing and intercropping systems were not found to be significant in both years. Similarly, differences in CC contents of intercropping systems and mixture ratios

were not found to be significant. Among the sole sowings, the lowest CC content was obtained from triticale (26.21%) in the first year and from Hungarian vetch (32.37%) in the second year. For intercropping systems, 3Vetch-1Wheat, 2Vetch-2Barley and 1Vetch-3Oat mixtures had lower CC contents than the other mixtures in the first year. In the second year, all mixtures had closer values to each other. As the average of two years, CC contents of Hungarian vetch – barley, wheat, oat and triticale mixtures varied between 31.08 – 31.68%. Similarly, herbage CC contents of 3, 2 and 1 Hungarian vetch ratios were also quite close to each other (31.08%, 31.59% and 31.21%, respectively) (Table 1).

Table 1. Crude cellulose of sole-sown and mixtures of Hungarian vetch with cereals (%)

Mixtures	2009/10	2010/11	Mean
Hungarian vetch	28.10 a-d	32.87 b	30.49
Barley	30.11 ab	33.50 ab	31.81
Wheat	29.90 ab	34.97 a	32.44
Oat	30.16 ab	34.12 ab	32.14
Triticale	26.21 d	34.67 ab	30.44
3Vetch:1Barley	28.15 a-d	34.42 ab	31.29
2Vetch:2Barley	26.00 d	34.99 a	30.50
1Vetch:3Barley	28.21 a-d	35.06 a	31.64
3Vetch:1Wheat	25.39 d	35.32 a	30.36
2Vetch:2Wheat	30.51 a	33.92 ab	32.22
1Vetch:3 Wheat	27.26 bcd	34.09 ab	30.68
3 Vetch:1Oat	26.89 cd	34.87 ab	30.88
2 Vetch:2Oat	29.65 abc	34.95 a	32.30
1 Vetch:3Oat	26.28 d	34.95 a	30.62
3 Vetch:1Triticale	28.19 a-d	35.40 a	31.80
2 Vetch:2Triticale	27.79 a-d	34.89 ab	31.34
1 Vetch:3Triticale	29.23 abc	34.60 ab	31.92
Monoculture Means	28.90	34.03	31.47
Mixture Means	27.80	34.79	31.30
Means	28.12 b	34.56 a	31.34
Mixture type			
Vetch-Barley	27.45	34.82	31.14
Vetch-Wheat	27.72	34.44	31.08
Vetch-Oat	27.61	34.92	31.27
Vetch-Triticale	28.40	34.96	31.68
Hungarian vetch Rate			
3 Hungarian vetch	27.15	35.00	31.08
2 Hungarian vetch	28.49	34.69	31.59
1 Hungarian vetch	27.75	34.67	31.21
P _{year} ; <0.001, P _{plants} ; 0.083, P _{year*plants} ; 0.001, P _{vetch rate} ; 0.548, P _{mixtures} ; 0.692, P _{year*vetch rate} ; 0.230, P _{year*mixtures} ; 0.843			

The present plant groups thus had ideal roughage components. Digestible Dry Matter: While the differences in digestible dry matter (DDM) values of the years and year x plant groups were found to be significant, differences in DDM of plant groups, Hungarian vetch mixtures and ratios and vetch ratios were not found to be significant (Table 7). DDM values of the herbage harvested from sole sowing plots varied between 57.16 – 65.38%. The greatest DDM values were obtained from triticale (65.38%) and Hungarian vetch (63.41%) plots in 2010. The lowest DDM values were obtained from wheat (56.28%) and oat (57.16%) plots in 2011. In mixture plots, the lowest DDM value was obtained from 3Vetch-1Triticale (55.83%) plot and the greatest DDM value was obtained from 3Vetch-1Wheat (66.23%) plot. Average DDM value of mixture plots was 60.10%. As the average of the mixtures, the greatest DDM value (60.32%) was obtained from vetch-wheat mixture and the lowest DDM value (59.69%) was obtained from vetch-triticale mixtures. Herbage DDM values varied with the vetch ratio of the mixtures. The greatest value (60.32%) was obtained from 75% vetch ratio and the lowest value (59.79%) was obtained from 50% vetch ratio (Table 2).

Table 2. Digestible dry matter of sole-sown and mixtures of Hungarian vetch with cereals (%)

Mixtures	2009/10	2010/11	Means
Hungarian vetch	63.41 a-d	58.46 a	60.94
Barley	61.32 cd	57.80 ab	59.56
Wheat	61.54 cd	56.28 b	58.91
Oat	61.27 cd	57.16 ab	59.22
Triticale	65.38 a	56.59 ab	60.99
3Vetch:1Barley	63.36 a-d	56.84 ab	60.10
2Vetch:2Barley	65.59 a	56.26 b	60.93
1Vetch:3Barley	63.30 a-d	56.18 b	59.74
3Vetch:1Wheat	66.23 a	55.91 b	61.07
2Vetch:2Wheat	60.90 d	57.37 ab	59.14
1Vetch:3 Wheat	64.28 abc	57.19 ab	60.74
3 Vetch:1Oat	64.67 ab	56.38 b	60.53
2 Vetch:2Oat	61.80 bcd	56.30 b	59.05
1 Vetch:3Oat	65.30 a	56.30 ab	60.80
3 Vetch:1Triticale	63.32 a-d	55.83 b	59.58
2 Vetch:2Triticale	63.74 a-d	56.36 ab	60.05
1 Vetch:3Triticale	62.23 bcd	56.66 ab	59.45
Monoculture Means	62.58	57.26	59.92
Mixture Means	63.73	56.47	60.10
Means	63.39 a	56.70 b	60.05
Mixture type			
Vetch-Barley	64.08	56.43	60.26
Vetch-Wheat	63.81	56.82	60.32
Vetch-Oat	63.92	56.32	60.12
Vetch-Triticale	63.10	56.28	59.69
	Hungarian vetch Rate		
3 Hungarian vetch	64.39	56.24	60.32
2 Hungarian vetch	63.01	56.57	59.79
1 Hungarian vetch	63.78	56.58	60.18
P _{year} <0.001, P _{plants} ; 0.083, P _{year*plants} ; 0.001, P _{vetch rate} ; 0.5483, P _{mixtures} ; 0.102, P _{year*vetch rate} ; 0.894, P _{year*mixtures} ; 0.179			

Total Digestible Nutrients

With regard to total digestible nutrients (TDDN) ratios, while the years, plant groups and year x plant groups were found to be significant, the mixture type, vetch ratio in mixture, year x vetch-cereal mixture and year x vetch ratio were not found to be significant (Table 3). In the first year of the experiments, sole-sown triticale and Hungarian vetch herbage had greater TDDN values than the others. In the second year, sole-sown Hungarian vetch had greater TDDN values than the other sole-sowings and mixtures. In mixtures, while 2Vetch-2Wheat and 2Vetch-2Oat plots had the lowest TDDN values in the first year, the TDDN values of the mixtures were not significantly different in the second year. On the other hand, TDDN values of cereal and vetch ratios in mixtures were close to each other. As the average of two years, TDDN of cereal ratios varied between 55.51 – 56.53% and TDDN of vetch ratios varied between 55.56 – 56.29% (Table 3).

Table 3. Total digestible nutrients of sole-sown and mixtures of Hungarian vetch with cereals (%)

Mixtures	2009/10	2010/11	Means
Hungarian vetch	59.77 a-e	55.88 a	57.83
Barley	58.20 b-e	53.27 b	55.74
Wheat	57.34 cde	51.75 b	54.55
Oat	57.48 cde	52.95 b	55.22
Triticale	61.47 ab	52.08 b	56.78
3Vetch:1Barley	59.42 a-e	53.02 b	56.22
2Vetch:2Barley	62.48 a	52.21 b	57.35
1Vetch:3Barley	59.90 a-e	52.13 b	56.02
3Vetch:1Wheat	62.26 a	52.00 b	57.13
2Vetch:2Wheat	56.34 e	53.33 b	54.84
1Vetch:3 Wheat	60.76 abc	52.81 b	56.79
3 Vetch:1Oat	60.06 a-d	52.40 b	56.23
2 Vetch:2Oat	56.74 de	51.91 b	54.33
1 Vetch:3Oat	60.86 abc	51.89 b	56.38
3 Vetch:1Triticale	59.48 a-e	51.70 b	55.59
2 Vetch:2Triticale	59.47 a-e	51.95 b	55.71
1 Vetch:3Triticale	58.28 b-e	52.17 b	55.23
Monoculture Means	58.85	53.19	56.02
Mixture Means	59.67	52.29	55.98
Means	59.43 a	52.56 b	56.00
Mixture Type			
Vetch-Barley	60.60	52.45	56.53
Vetch-Wheat	59.79	52.71	56.25
Vetch-Oat	59.22	52.07	55.65
Vetch-Triticale	59.07	51.94	55.51
	Hungarian vetch Rate		
3 Hungarian vetch	60.30	52.28	56.29
2 Hungarian vetch	58.76	52.35	55.56
1 Hungarian vetch	59.95	52.25	56.10

$P_{\text{year}} < 0.001$, $P_{\text{plants}} > 0.008$, $P_{\text{year} \times \text{plants}} > 0.001$, $P_{\text{vetch rate}} > 0.344$, $P_{\text{mixtures}} > 0.280$, $P_{\text{year} \times \text{vetch rate}} > 0.265$, $P_{\text{year} \times \text{mixtures}} > 0.779$

Metabolic Energy

As the average of sole-sowings and mixtures, herbage metabolic energy (ME) value of the first year (2.150 Mcal/kg) was significantly greater than the ME of the second year (1.902 Mcal/kg) (Table 4). In sole sowings, triticale and Hungarian vetch had greater ME values than the others in the first year and Hungarian vetch had greater ME values than the others in the second year. In mixtures, 2Vetch-2Wheat and 2Vetch-2Oat mixtures had lower ME values than the others in the first year, but ME values of the mixtures were close to each other in the second year. Significant differences were observed in ME values of cereals in mixtures and Hungarian vetch ratios in mixtures (Table 4).

Table 4. Metabolic energy (ME) of sole-sown and mixtures of Hungarian vetch with cereals (Mcal/kg)

Mixtures	2009/10	2010/11	Means
Hungarian vetch	2.162 a-e	2.022 a	2.092
Barley	2.105 b-e	1.928 b	2.017
Wheat	2.074 cde	1.873 b	1.974
Oat	2.079 cde	1.916 b	1.998
Triticale	2.223 ab	1.884 b	2.054
3Vetch:1Barley	2.150 a-e	1.918 b	2.034
2Vetch:2Barley	2.260 a	1.889 b	2.075
1Vetch:3Barley	2.167 a-e	1.886 b	2.027
3Vetch:1Wheat	2.252 a	1.882 b	2.067
2Vetch:2Wheat	2.038 e	1.930 b	1.984
1Vetch:3 Wheat	2.198 abc	1.911 b	2.055
3 Vetch:1Oat	2.173 a-d	1.896 b	2.035
2 Vetch:2Oat	2.053 de	1.878 b	1.966
1 Vetch:3Oat	2.202 abc	1.878 b	2.040
3 Vetch:1Triticale	2.152 a-e	1.871 b	2.012
2 Vetch:2Triticale	2.151 a-e	1.880 b	2.016
1 Vetch:3Triticale	2.108 b-e	1.888 b	1.998
Monoculture Means	2.129	1.924	2.027
Mixture Means	2.159	1.892	2.026
Means	2.150 a	1.902 b	2.026
Mixture Type			
Vetch-Barley	2.192	1.898	2.045
Vetch-Wheat	2.163	1.907	2.035
Vetch-Oat	2.142	1.884	2.013
Vetch-Triticale	2.137	1.880	2.009
Hungarian vetch Rate			
3 Hungarian vetch	2.181	1.892	2.037
2 Hungarian vetch	2.126	1.894	2.010
1 Hungarian vetch	2.169	1.891	2.030

$P_{year} < 0.001$, P_{plants} ; 0.008, $P_{year*plants}$; 0.001, $P_{vetch\ rate}$; 0.367, $P_{mixtures}$; 0.262, $P_{year*vetch\ rate}$; 0.307, $P_{year*mixtures}$; 0.793

Net Energy

With regard to net energy lactation (NE_L), while the years and year x plant group were found to be significant, plant groups, mixture types, year x vetch x cereal mixture, vetch ratios and year x vetch ratio were not found to be significant (Table 5). In sole-sowings, the greatest NE_L values in 2009/10 growing season were obtained from triticale (1.510 Mcal/kg) and Hungarian vetch (1.443 Mcal/kg) plots. On the other hand, in 2010/11 growing season, significant differences were observed only between Hungarian vetch and wheat plots. In mixtures, except for 2Vetch-2Wheat plots (1.359 Mcal/kg), the others has close NE_L values to each other in the first year. The NE_L values of the mixtures were also close to each other in the second year (varied as between 1.188-1.240 Mcal/kg). Hungarian vetch – barley, wheat, oat and triticale mixtures had NE_L values of between 1.310–1.339 Mcal/kg, but the differences were not found to be significant. A similar case was also valid for Hungarian vetch ratios of the mixtures (Table 5).

Table 5. Net energy of sole-sown and mixtures of Hungarian vetch with cereals (Mcal/kg).

Mixtures	2009/10	2010/11	Means
Hungarian vetch	1.443 a-d	1.277 a	1.360
Barley	1.373 cd	1.254 ab	1.314
Wheat	1.308 cd	1.204 b	1.256
Oat	1.371 cd	1.233 ab	1.302
Triticale	1.510 a	1.214 ab	1.362
3Vetch:1Barley	1.442 a-d	1.223 ab	1.333
2Vetch:2Barley	1.517 a	1.203 b	1.357
1Vetch:3Barley	1.440 a-d	1.200 b	1.320
3Vetch:1Wheat	1.536 a	1.191 b	1.364
2Vetch:2Wheat	1.359 d	1.240 ab	1.300
1Vetch:3 Wheat	1.473 abc	1.234 ab	1.354
3 Vetch:1Oat	1.486 ab	1.207 ab	1.347
2 Vetch:2Oat	1.389 bcd	1.204 b	1.297
1 Vetch:3Oat	1.507 a	1.204 b	1.356
3 Vetch:1Triticale	1.440 a-d	1.188 b	1.314
2 Vetch:2Triticale	1.455 a-d	1.206 ab	1.331
1 Vetch:3Triticale	1.404 bcd	1.216 ab	1.310
Monoculture Means	1.401	1.236	1.319
Mixture Means	1.453	1.210	1.332
Means	1.443 a	1.217 b	1.330
Mixture Type			
Vetch-Barley	1.464	1.209	1.336
Vetch-Wheat	1.456	1.222	1.339
Vetch-Oat	1.461	1.205	1.333
Vetch-Triticale	1.404	1.216	1.310
Hungarian vetch Rate			
3 Hungarian vetch	1.476	1.202	1.339
2 Hungarian vetch	1.428	1.213	1.321
1 Hungarian vetch	1.456	1.214	1.335

$P_{\text{year}} < 0.001$, $P_{\text{plants}} = 0.082$, $P_{\text{year*plants}} = 0.001$, $P_{\text{vetch rate}} = 0.545$, $P_{\text{mixtures}} = 0.693$, $P_{\text{year*vetch rate}} = 0.232$, $P_{\text{year*mixtures}} = 0.843$

Relative Feed Value

Significant differences were observed only in relative feed values (RFV) the years (Table 6). As the average of the plant groups, RFV was calculated as 112.2 in the first year and as 97.7 in the second year. In sole-sowings, average RFVs varied between 96.1-122.2 in 2009/10 growing season and between 92.8-105.7 in 2010/11 growing season. In mixtures, RFVs of the first and second year respectively varied between 973.5-124.8 and between 91.9-107.9. As the average of two years, RFVs of the plant groups (102.4-108.9) were quite close to each other. Based on vetch ratio of the mixtures, RFVs varied between 104.0-106.3 (Table 6).

Table 6. Relative feed value of sole-sown and mixtures of Hungarian vetch with cereals.

Mixtures	2009/10	2010/11	Means
Hungarian vetch	117.0 ab	105.7 a	111.4
Barley	110.3 a-d	102.6 a	106.5
Wheat	100.5 bcd	97.1 a	98.8
Oat	96.1 d	100.4 a	98.3
Triticale	122.2 a	92.8 a	107.5
3Vetch:1Barley	119.9 a	106.2 a	113.1
2Vetch:2Barley	124.8 a	92.4 a	108.6
1Vetch:3Barley	111.7 a-d	98.2 a	105.0
3Vetch:1Wheat	115.4 abc	93.0 a	104.2
2Vetch:2Wheat	106.5 a-d	107.9 a	107.2
1Vetch:3 Wheat	113.3 a-d	99.4 a	106.4
3 Vetch:1Oat	117.3 ab	95.3 a	106.3
2 Vetch:2Oat	97.5 cd	92.0 a	94.8
1 Vetch:3Oat	120.0 a	92.0 a	106.0
3 Vetch:1Triticale	110.9 a-d	91.9 a	101.4
2 Vetch:2Triticale	115.6 abc	95.0 a	105.3
1 Vetch:3Triticale	108.2 a-d	98.8 a	103.5
Monoculture Means	109.2	99.7	104.5
Mixture Means	113.4	96.8	105.1
Means	112.2 a	97.7 b	105.0
Mixture Type			
Vetch-Barley	118.8	98.9	108.9
Vetch-Wheat	111.7	100.1	105.9
Vetch-Oat	111.6	93.1	102.4
Vetch-Triticale	111.6	95.2	103.4
Hungarian vetch Rate			
3 Hungarian vetch	115.9	96.6	106.3
2 Hungarian vetch	111.1	96.8	104.0
1 Hungarian vetch	113.8	97.1	105.5

$P_{\text{year}} < 0.001$, $P_{\text{plants}} = 0.149$, $P_{\text{year} \times \text{plants}} = 0.031$, $P_{\text{vetch rate}} = 0.243$, $P_{\text{mixtures}} = 0.750$, $P_{\text{year} \times \text{vetch rate}} = 0.700$, $P_{\text{year} \times \text{mixtures}} = 0.646$

4. Discussion and Conclusions

Crude cellulose and similar fibrous compounds are quite significant substances for the quality of roughage (Lithourgidis et al., 2006). Increasing ADF and NDF ratios (containing crude cellulose) result in decreased dry matter intake (Van Soest, 1994). Normally legumes have less cell membrane than the gramineae (Wilson, 1993). Although gramineae species are rich in cellulose, hemicellulose and NDF-like structural substances, they are poor in lignin (Smith et al., 1972). Therefore, lower membrane components were reported for legumes in several previous studies (Barnett and Posler, 1983; Höflich et al., 1990; Pınarcık, 1992; Carr et al., 2004; Ross et al., 2004; Albayrak and Ekiz, 2005; Yisehak, 2008). In present study, Hungarian vetch also had lower cell membrane components than the cereals, but the differences were not significant. Since sole sown Hungarian vetch and mixtures were harvested at green (vegetative) stage, thus, their cell membranes did not develop sufficiently, differences were not found to be significant. Membrane substances increase with the progress of plant growth and development (Cherney and Hall, 2008).

Livestock productions are highly dependent on quantity and quality of roughage consumed by the animals (Ullah, 2010). The quantity of roughage consumed varies with the nutritional values of the roughage. Dry matter intake and total digestible nutrient generally positively influenced by intercropping systems (Cabarello et al., 1995; Ullah, 2010; Sadeghpour et al., 2014). Since herbage cell membrane components decrease with

the incorporation of legumes into mixtures, herbage DDM values increase in mixtures (Büyükbuğ and Karadağ, 2002; Taş, 2010). However, contradictory findings were also reported by Lithourgidis et al. (2006). In present study, herbage DDM values significantly varied with the mixture formations. There is a negative relationship between DDM and NDF (Horrocks and Vallentine, 1999). Insignificant differences between NDF contents of mixtures and sole sowings were also resulted in insignificant increases in DDM values of mixtures.

Herbage TDDN values were close to each other both in sole-sowings and mixtures. TDDN values of the legumes are generally greater than the gramineae species (Roberts et al., 1989; Lithourgidis et al., 2006). Therefore, incorporation of legumes into mixtures is expected to increase TDDN values of the mixtures. However, present cereals did not have different fibrous compounds from the Hungarian vetch herbage, incorporation of vetch into mixtures did not result in a significant increase in TDDN of the herbage. Since legumes have less cell membrane than the gramineae, they have greater digestibility (Wilson, 1993). Since mesophyll cells of legumes are also arranged in a looser fashion, digestive bacteria easily enter into the leaf and thus digestion is facilitated (Hanna et al., 1973). With the progress of the ripening, less nutritive value losses are experienced in legumes (Sanderson and Wedin, 1989). There aren't any changes in tissue ratios in legume leaves when they ripened (Wilson, 1993), lignin ratios in cell membranes of the gramineae leaves and stems are doubled with the ripening (Buxton, 1990). Although gramineae species have greater fibrous sections, they have greater digestibility ratios than the legumes (Buxton and Redfean, 1996). In general, legumes with lower cell membrane substances have greater nutritive values than the gramineae species (Tan and Menteşe, 2003).

Generally increasing herbage ME values were reported for mixtures (Babayemi and Bamikole, 2006; Ajayi and Babayemi, 2008). However, significant differences were not observed in present study between the ME values of sole-sowings and mixtures. As it was stated for DDM and TDDN values, closer fibrous compounds of Hungarian vetch and cereals (barley, wheat, oat, triticale) also resulted in insignificant differences in digestibility and energy values.

Incorporation of legumes into mixtures generally increases NE_L values of the resultant herbage (Sadeghpour et al., 2014; Yılmaz et al., 2015). In present study, NE_L value of Hungarian vetch was also high. However, in general, significant differences were not observed in herbage NE_L values of both sole-sowings and mixtures. Cell protoplasm and membrane components influence herbage energy values. While increasing fibrous membrane components reduce energy values, protoplasm substances increase energy values (Cone et al., 1999; Filya et al., 2002; Blümmel et al., 2003; Aydın et al., 2007; Karabulut et al., 2007; Canbolat and Karaman, 2009; Gürsoy and Mucit, 2014). In present study, insignificant differences in CP, NDF and CC-like nutritive components of the herbage also were resulted in insignificant differences in NE_L values of sole-sowings and mixtures.

Relative feed value is an index value revealing information about herbage quality and digestibility (Horrocks and Vallentine, 1999). Generally, greater RFVs were reported for mixtures than the sole-sowings (Chapko et al., 1991; Aasen et al., 2004; Carr et al., 2004). Legumes generally have greater relative feed values than the gramineae species (Lauriault and Kirksey, 2004). However, in present study, significant differences were not observed between RFVs of sole-sowings and mixtures. Insignificant differences in the other herbage quality parameters also resulted in insignificant differences in relative feed values of sole-sowings and mixtures.

In this study, effects of different mixture types and ratios on digestibility and energy values of resultant herbage were investigated. While Hungarian vetch – cereal mixtures had lower crude cellulose contents than the sole-sowings, mixtures had greater digestible dry matter, total digestible nutrient, metabolic energy, net energy lactation and relative feed values than the sole-sowings. Similar changes were also observed with increasing legume ratios in mixtures. It was concluded based on present findings that legumes incorporated into mixtures to be grown to meet the quality roughage needs significantly improved the quality of resultant herbage. For similar intercropping systems, 3Vetch-1Wheat was recommended as the ideal mixture.

Acknowledgements

The authors are grateful to Çanakkale Onsekiz Mart University project number BAP 2010/61 that financed studies on this subject.

Kaynaklar / References

- Aasen, A., Baron, V.S., Clayton, G.W., Dick, A.C., McCartney, D.H. 2004. Swath grazing potential of spring cereals, field pea and mixtures with other species. *Can. J. Plant Sci.*, 84, 1051–1058.
- Adams, R.S. 1994. Penn State Professor Emeritus of Dairy Science, for Use in Forage and Feed-Testing Schemes. Revised, 1994.
- Ajayi, F.T., Babayemi, O.J. 2008. Comparative in vitro evaluation of mixtures of panicum maximum cv nchisi with stylo (*Stylosanthes guianensis*), Lablab (*Lablab purpureus*), Centro (*Centrosema pubescens*) and Histrix (*Aeschynomene histrix*). *Livestock Research for Rural Development*, 20(6).
- Albayrak, S., Ekiz, H. 2005. An investigation on the establishment of artificial pasture under ankara's ecological conditions. *Turkish J. Agric. and Forestry*, 29, 69-74.
- Altın, M., Gökkuş, A., Koç, A. 2005. Çayır Mera Islahı. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, 468 s.
- Aydın, R., Kamalak, A., Canbolat, O. 2007. Effect of maturity on the potential nutritive value of bur medic hay. *Journal of Biological Sciences*, 7 (2), 300-304.
- Babayemi, O.J., Bamikole, M.A. 2006. Effects of tephrosia candida dc leaf and its mixtures with guinea grass on the in vitro fermentation changes as feed for ruminants in Nigeria. *Pakistan J. Nutrition*, 5 (1), 14-18.
- Bakoğlu, A. 2004. Farklı oranlarda ekilen adi fiğ (*Vicia sativa L.*) ve Arpa (*Hordeum vulgare L.*) karışımlarında biyolojik verim ve arazi kullanım etkinliğinin belirlenmesi. *Fırat Üni. Doğu Anadolu Bölgesi Araştırma ve Uygulama Merkezi*, 2(3), 44–48.
- Bakoğlu, A., Memiş, A. 2002. Farklı oranlarda ekilen adi fiğ (*Vicia sativa L.*) ve Arpa (*Hordeum vulgare L.*) karışımlarında tohum verimi ve bazı özelliklerin belirlenmesi. *Fırat Üni. Fen ve Mühendislik Bilimleri Derg.*, 14(1), 29-35.
- Barnett, F., Posler, G.L. 1983. Performance of cool-season perennial grasses in pure stands and in mixtures with legumes. *Agronomy J.*, 75(4), 582-586.
- Blümmel, M., Karşlı, A., Russell, J.R. 2003. Influence of diet on growth yields of rumen micro-organisms in vitro and in vivo: influence on growth yield of variable carbon fluxes to fermentation products. *British J. of Nutr.*, 90, 625–634.
- Buxton, D.R. 1990. Cell-wall components in divergent germplasm of four perennial forage grass species. *Crop Sci.*, 30, 402-408.
- Buxton, D.R., Redfearn, D.D. 1996. Plant Limitations to Fiber Digestion and Utilization. 37th Annual Ruminant Nut. Conf., Washington, p: 814-818.
- Büyükburç, U., Karadağ, Y. 2002. The amount of no₃-n transferred to soil by legumes, forage and seed yield, and the forage quality of annual legume-triticale mixtures. *Turk. Agric. For.*, 26, 281-288.
- Canbolat, Ö., Karaman, Ş. 2009. Bazı baklagil kaba yemlerinin in vitro gaz üretimi, organik madde sindirilebilirliği, nispi yem değeri ve metabolik enerji içeriklerinin karşılaştırılması. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 15(2), 188-195.
- Carr, P.M., Horsley, R.D., Poland, W.W. 2004. Barley, Oat, and Cereal-Pea Mixtures as dryland forages in the northern great plains. *Agronomy J.*, 96, 677–684.
- Chapko, L.B., Brinkman, M.A., Albrecht, K.A. 1991. Oat, oat-pea, barley, and barley-pea for forage yield, forage quality, and alfalfa establishment. *J. Prod. Agric.*, 4, 486–491.

- Cherney, J.H., Hall, M.H. 2008. Forage Quality in Perspective. Penn State Extension, Agronomy Facts 30, 4p.
- Cone, J.W., Van Gelder, A.H., Soliman, I.A., De Visser, H., Van Vuuren, A.M. 1999. Different techniques to study rumen fermentation characteristics of maturing grass and grass silage. *J. Dairy Sci.*, 82, 957-966.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metotları II). Ankara Üni. Ziraat Fak. Yay.: 1021, Ders Kitabı: 295, 381 s.
- Filya, İ., Karabulut, A., Canbolat, O., Değirmencioğlu, T., Kalkan, H. 2002. Bursa Bölgesinde Yetiştirilen Yem Hammaddelerinin Besleme Değeri ve Hayvansal Organizmada Optimum Değerlendirme Koşullarının in vivo ve in vitro Yöntemlerle Saptanması Üzerinde Araştırmalar. U.Ü. Ziraat Fakültesi Bilimsel Araştırmalar ve İncelemeler Serisi. No:25, Bursa, 1-16.
- Gökkuş, A. 1994. Türkiye'nin kaba yem üretiminde çayır-mera ve yem bitkilerinin yeri ve önemi. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Derg., 25, 250-261.
- Gökkuş, A., Koç, A. 1996. Doğu anadolu bölgesinde tarımsal yapı. Türkiye 3. Çayır Mera ve Yem Bitkileri Kongresi, 17-19 Haziran 1996, Erzurum, 22-31.
- Gürsoy, E., Macit, M. 2014. Erzurum ili meralarında doğal olarak yetişen bazı buğdaygil yem bitkilerinin in vitro gaz üretim değerlerinin belirlenmesi. *YYU J AGR SCI.*, 24(3), 218-227.
- Hanna, W.W., Monson, W.G., Burton, G.W. 1973. Histological examination of fresh forage leaves after in vitro digestion. *Crop Sci.*, 13, 98-102.
- Haugaard-Nielsen, H., Knudsen, M.T., Jorgensen, J.R., Jensen, E.S. 2006. Intercropping wheat with pea for improved wheat baking quality. *Proceedings of the European Joint Organic Congress, Odense, Denmark*, p. 268-269.
- Horrocks, R.D., Vallentine, J.F. 1999. Harvested Forages. Academic Pres, UK.
- Höflich, G., Kühn, G., Meinsen, C., Schuppenies, R., Schafer, E., Stütz, K. 1990. Approaches to a greater use of biological nitrogen fixation in legume-grass mixtures. *Archiv f.r Acker und Pflanzenbau und Bodenkunde*, 34: 701-707.
- Jung, H.G., Allen, M.S. 1995. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. *J. Animal Sci.*, 73, 2774-2790.
- Karabulut, A., Canbolat, Ö., Kalkan, H., Gürbüzol, F., Sucu, E., Filya, İ. 2007. Comparison of in vitro Gas Production, Metabolizable Energy, Organic Matter Digestibility and Microbial Protein Production of Some Legume Hays. *Asian-Agust. J. Anim. Sci.*, 20(4), 517-522.
- Lauriault, L.M., Kirksey, R.E. 2004. Yield and nutritive value of irrigated winter cereal forage grass-legume intercrops in the southern high plains, USA. *Agronomy J.*, 96, 352-358.
- Lithourgidis, A.S., Vasilakoglou, I.B., Dhima, K.V., Dordas, C.A., Yiakoulaki, M.D. 2006. Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. *Field Crops Res.*, 99, 106-113.
- NRC, 2001. National Research Council. Nutrient Requirements of Dairy Cattle (7th Rev. ed.). National Academic Sci., Washington, DC.
- Pınarcık, N. 1992. Yem Bezelyesi (*Pisum arvense* L.) ve Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Karışım Oranlarının Belirlenmesi ve Ot Verimleri Üzerinde Araştırmalar (Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üni., Fen Bilimleri Enst., Tarla Bitkileri ABD, Konya.
- Roberts, C.A, Moore, K.J., Johnson, K.D. 1989. Forage quality and yield of wheat-common vetch at different stages of maturity and common vetch seeding rate. *Agronomy J.*, 81, 57-60.

- Sadeghpour, A., Jahanzad, E., Lithourgidis, A.S., Hashemi, M., Esmaili, A., Hosseini, M.B. 2014. Forage yield and quality of barley-annual medic intercrops in semi-arid environments. *Int. J. Plant Prod.*, 8, 77–89.
- Sanderson, M.A., Wedin, W.F. 1989. Phenological stage and herbage quality relationships in temperate grasses and legumes. *Agronomy J.*, 81, 864-869.
- Smith, L.W., Goering, H.K., Gordon, C.H. 1972. Relationships of forage compositions with rates of cell digestion and digestibility of cell walls. *J. Dairy Sci.*, 55, 1140-1147.
- Taiz, L., Zeiger, E. 2007. *Bitki Fizyolojisi*. Palme Yayıncılık, Ankara, 690 s.
- Tan, M., Mentеше, Ö. 2003. Yem bitkilerinde anatomik yapı ve kimyasal kompozisyonun besleme değerine etkileri. *Atatürk Üni. Ziraat Fak. Derg.*, 34 (1), 97–103.
- Taş, N. 2010. Determination of optimum mixture rate and cutting time for vetch+wheat mixtures sown in spring and autumn under irrigated conditions. II. Hay Quality. *Anadolu J. of AARI*, 20(2), 59-69.
- Ullah, M.A. 2010. Forage Production in Panicum Grass-Legumes Intercropping By Combining Geometrical Configuration, Inoculation and Fertilizer under Rainfed Conditions (Ph.D. Thesis). University of Kassel, Germany.
- Van Soest, P.J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. In; Fiber and Physicochemical Properties of Feeds (2nd ed.), Ed.: P.J. Van Soest, Cornell University Press, Ithaca and London, pp. 140-155.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.D., Lewis, B.A. 1991. Methods 1 for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Science*, 74, 3583–3597.
- Wilson, J.R. 1993. Organization of Forage Plant Tissues. In: Forage Cell Wall Structure and Digestibility, Eds.: H.G. Jung, D.R. Buxton, R.D. Hatfield, J. Ralph. American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, USA, p: 1–32.
- Yıldırım, S., Özasan Parlak A. 2016. Triticale ile bezelye, bakla ve fiğ karışım oranlarının belirlenerek yem verimi ve kalitesine etkileri. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(1), 77-83.
- Yılmaz, Ş., Özel, A., Atak, M., Erayman, M. 2015. Effects of seeding rates on competition indices of barley and vetch intercropping systems in the eastern mediterranean. *Turk J. Agric. For.*, 39, 135-143.
- Yisehak, K. 2008. Effect of seed proportions of rhodes grass (*chloris gayana*) and white sweet clover (*Melilotus alba*) at sowing on agronomic characteristics and nutritional quality. *Livestock Research for Rural Development*, 20(2), 28.
- Zhang, F., Li, L. 2003. Using competitive and facilitative interactions in intercropping systems enhances crop productivity and nutrient-use efficiency. *Plant Soil*, 248, 305-312.

Received: 23.11.2018

Accepted: 31.12.2018

DOI: 10.30516/bilgesci.486893

ISSN: 2651-401X

e-ISSN: 2651-4028

2(Special Issue), 71-81, 2018

Mapping Urban Green Spaces Based on an Object-Oriented Approach

Derya Gülçin^{1*}, Abdullah Akpınar¹

Abstract: The advent of technology and its implications on especially remote sensing image processing using High Resolution Satellite Images (HRSI) to map land cover provide researchers to monitor land changes, make landscape analyses, and manage land transformation. One of land dynamics that should be mapped for the sustainability of urban area is green spaces. Urban green spaces, such as parks, playgrounds, and residential greenery may promote both mental and physical health. Besides, they contribute to ecosystem services such as reducing heat island effect and carbon storage, aiding water regulation etc. Therefore, mapping urban green infrastructure from a high-resolution satellite image provides an important tool to conduct studies, researches, and projects for sustainable development of urban areas. As the material of this research, one of the orthophotos of Aydin urban area exemplifies the park, the green cover in the agricultural area, the playground, and the residential garden, was used. For classifying land cover from the orthophoto with Object-Based Image Analysis (OBIA), eCognition Developer 9.0 software was utilized. To combine spectral and shape features, multiresolution segmentation was implemented. Additionally, features as brightness and ratio green were used for the extraction of urban green areas. In this research, urban green areas were successfully extracted from the orthophoto and accuracy assessment was performed on the classified image. OBIA of high resolution imagery enables to extract detailed information of various targets on urban areas. The result of accuracy assessment of the classification achieved 84.68% overall accuracy. To increase the accuracy via manual interventions, manual classification tool of eCognition Developer 9.0 may be used if needed.

Keywords: Urban Green Space, Green Infrastructure, Object-Based Classification, Aydin

1. Introduction

Urban areas are considered as economic, social, and cultural centers, which are also the most challenging areas for remote sensing analysis due to high spatial and spectral diversity of surface materials (Herold et al., 2003; Poursanidis et al., 2015; Hu et al., 2016). The spatial and spectral resolutions are significant in terms of the accuracy of classified image of an urban area generally incorporating built-up environment (artificial surfaces such as buildings, roads, sidewalks etc.), different vegetation covers (gardens, parks, urban forests, etc.), bare soil areas and water bodies. Mapping urban land cover provides the primary data for various studies such as change detection (Stefanov et al., 2011; Rogan and Chen, 2004; Shalaby and Tateishi, 2007; Rawat and Kumar, 2015), assessment of urban public health (Wolch et al., 2014; Akpınar, 2016), evaluation of urban ecosystem services (Derkzen et al., 2015; Baró et al., 2016; Grafius et al., 2016), and monitoring urban climate (Bechtel et al., 2015; Blok and Tschötschel, 2016). One of land dynamics that should be mapped for the sustainability of urban area is green spaces. Urban green spaces may promote both mental

¹Department of Landscape Architecture, Agricultural Faculty, University of Adnan Menderes, 09010, Aydin, Turkey.

*Corresponding author: derya.yazgi@adu.edu.tr

Citation (Atıf): Gülçin D., Akpınar A., 2018. Mapping Urban Green Spaces Based on an Object-Oriented Approach. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 2(special issue), 71-81.

and physical health (Maas et al., 2006; Lee and Maheswaran, 2011; Akpınar, 2016). Besides, they contribute to ecosystem services such as reducing heat island effect and carbon storage, aiding water regulation etc. (Tzoulas et al., 2007; Derkzen et al., 2015). Therefore, mapping urban green infrastructure from a high-resolution satellite image provides an important tool to conduct studies, researches, and projects for sustainable development of urban areas.

Based on remotely sensed data, image classification is an important process for mapping Land Use/Land Cover (LULC) (Foody, 2002; Bartholome and Belward, 2005). The development of image classification techniques has fostered the use of high resolution satellite images (HRSI) in remote sensing platforms with different approaches (Baltsavias, 1996; Lu and Wang, 2007; Blaschke, 2010; Schowengerdt, 2012; Khatami et al., 2016). High-resolution remote sensing technology provides strong support for the monitoring methods and evaluation indicators of urban environment. Although the increasing development of technology-based tools on especially remote sensing image processing, LULC mapping has a complicated procedure with a plenty of factors affecting the quality of the final product (Goodin et al., 2015). Therefore, selecting the accurate method to map LULC plays a key role for quantifying spatial information. As for the classification methods, pixel-based and object-based approaches have been widely used in remote sensing (Duro et al., 2012; Hussain et al., 2013; Xiong et al., 2017; Ierodiakonou et al., 2018). The advantages of object-based approach over the traditional pixel-based classification have been discussed in various researches and demonstrated its advantages over the pixel-based approach (Yan et al., 2006; Gao and Mas, 2008; Weih and Riggan, 2010; Myint et al., 2011; Huth et al., 2012). Object-based approach initially aggregates image pixels into spectrally homogenous image objects using an image segmentation algorithm and then classifies the individual objects while pixel-based classification focuses on individual pixels directly (Liu and Xia, 2010). In addition to this, object-based image classification groups pixels and considers their shapes and sizes with multi-resolution segmentation or segment mean shift (Gao and Mas, 2008; MacLean and Congalton, 2012). Multiresolution segmentation generates homogenous image objects by grouping pixels with different algorithms (Quian et al., 2007; Sahalu, 2014). Object-based approach combines three patterns (spectral, spatial, and temporal pattern) of feature information in general. Regarding spectral information, brightness values of the pixels are treated as features. Furthermore, spatial pattern analysis uses the neighborhood relationship of each pixel or cluster, size and shape of clusters. Moreover, temporal pattern analysis is helpful to make a change detection following a set of procedures for the classification (Jia, 2015).

According to the proposed various theories and methods for automatically acquiring information from HRSI, it is difficult to accurately extract all kinds of target information using only one method (Haala and Brenner, 1999; Benediktsson et al., 2003; You-Shui et al., 2004; Lu and Weng, 2009). As indicated in the relevant literature, the success of object-based classification is higher than pixel-based classification. Therefore, this research focuses on an object-based decision tree classification using an orthophoto of Aydin urban area and aims to present how can be urban green spaces mapped based on an object-oriented approach. In this context, it is comprehensively used the spectral features to extract the green space information from the test area that exemplifies the park, the green cover in the agricultural area, the playground, and the residential garden. For classifying land cover from the orthophoto with OBIA, eCognition Developer 9.0 software was utilized. To combine spectral and shape features, multiresolution segmentation was implemented. Additionally, features as brightness and Green-Red Vegetation Index (GRVI) were used for the extraction of urban green areas.

2. Material and Method

The research area is in Aydin Province, the southwestern part of Turkey. The dominant landscape type is fertile plain that irrigated by Great Meander. The province is bordered by the Aydın Mountains in the north and the Mentese Mountains in the south. The western end of the province is the Aegean coast with extensive salt marshes located around the river estuary and the Lake Bafa a major feature of the Menderes delta area (Yazgi and Yilmaz, 2017). The province has both rural and urban landscapes. According to the environmental report of Aydin, the average temperature is 17.7 °C, with an annual total rainfall of 645.1 kg/m² in 2016 (Anonymous, 2017). The weather is hot in summer and warm all year round influenced by Mediterranean climate.

The research area is located on the fringe of Aydin urban settlement in the border of Mimar Sinan Neighborhood of Efeler district where the largest number of residential buildings has been built in the last decade. The satellite image captured in 2015 with 10 cm resolution and the development plan (DP) coded M19-b-12-d-4-c, which are the materials of this research, were derived from Aydin Metropolitan Municipality. The size of the image is 555 x 700 m covering a total of 338.5 m². Figure 1 highlights urban land uses and list of parks in the research area. We mainly focused on the park, the green cover in the agricultural area (olive grove), park with the playground, and the residential garden as urban green spaces. The orthophoto of the research area which has three spectral bands, Red, Green, Blue (RGB) is shown in Figure 2.

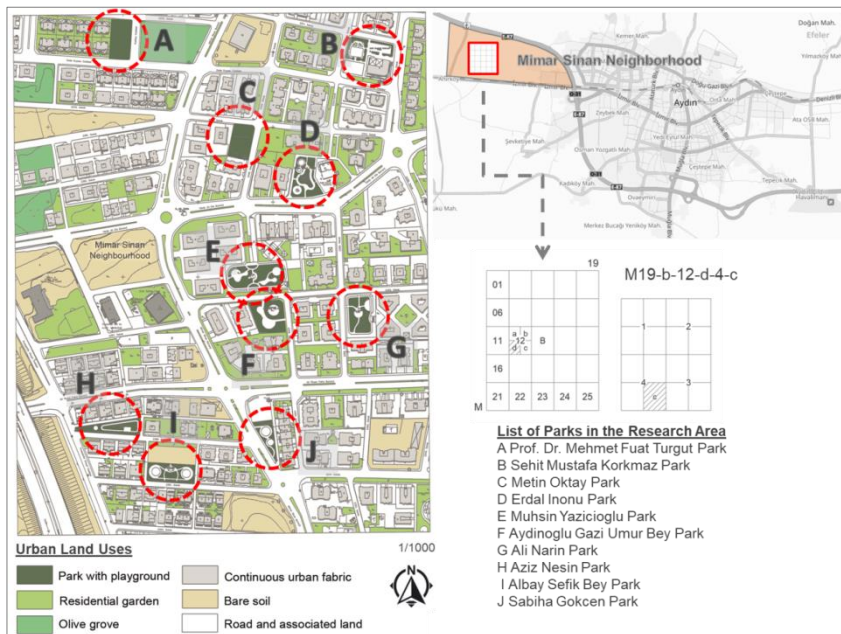


Figure 1. The location of the research area in Aydin urban settlement covering urban land uses and list of parks (Source: corresponding author)

OBIA of high resolution imagery enables to extract detailed information of various targets on urban areas. For classifying urban green spaces from the orthophoto with OBIA, eCognition Developer 9.0 software was utilized. As the primary step in the object-based approach, segmentation was processed with selecting optimal values for the main parameters (scale, shape, and compactness). Different combinations of these parameters were applied to find out suitable values. To combine spectral and shape features, multiresolution segmentation was implemented in this research which has been proven to be one of the most successful image segmentation algorithms in the OBIA framework (Neubert et al., 2008; Aguilar et al., 2016). Additionally, features as brightness and ratio green were used for the extraction of urban green areas. As for calculating ratio green, Green-Red Vegetation Index (GRVI) formula was proposed as follows where p_{green} was reflectance of visible green (Tucker, 1979; Motohka et al., 2010):

$$GRVI = \frac{(\rho_{green} - \rho_{red})}{(\rho_{green} + \rho_{red})}$$

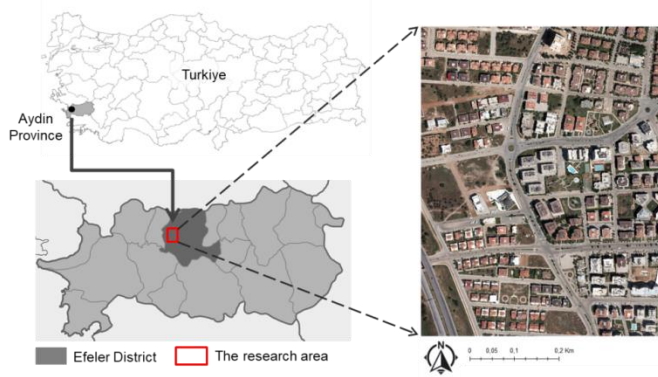


Figure 2. The location orthophoto of the research area in Aydin province

Brightness and ratio green values were estimated by applying a trial-and-error approach until finding the suitable value (Figure 3). In the last step, accuracy assessment was done and Kappa coefficient (Congalton, 1991) was computed as:

$$\hat{K} = \frac{N \cdot \sum_{i=1,n} x_{ii} - \sum_{i=1,n} x_{i+} \cdot x_{+i}}{N^2 - \sum_{i=1,n} x_{i+} \cdot x_{+i}}$$

(Where n, i and j are the same as the former equation, N is the total number of observation, x_{i+} and x_{+i} are the number of total observations in the row i and the number of total observations in the column i respectively)

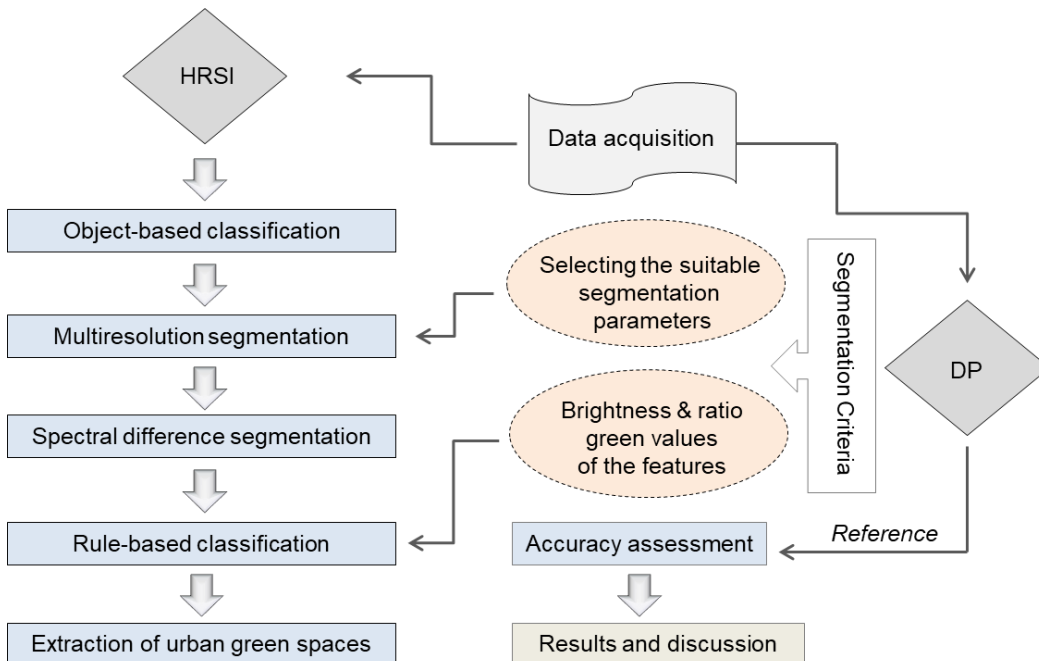


Figure 3. Proposed methodology

3. Results

The orthophoto was loaded into eCognition Developer 9.0 and “Layer Mixing Tool” was used to set the equalizing to manual since there are only three layers in the image. To reduce the number of objects, a second level of segmentation was necessary. Therefore, segmentation phase consisted of two levels. First, regarded as a region-based algorithm, multiresolution segmentation was applied. Then, the segmentation parameters were defined after several trials (Figure 4). Layer weights were set to equal to one, scale equal to 30, shape factor to 0.8, and compactness to 0.5. Level 2 was for merging existing segments of level 1 based on the absolute spectral difference known as spectral difference segmentation (Yu et al., 2006; Kressler et al., 2005). This value changed between 5 and 15 and depends on the radiometric quality of the data. This allowed the merging of large homogenous objects, such as fields and parks, while keeping other objects separate such as buildings from the surrounding residential gardens (Kressler et al., 2005). The maximum spectral difference was set to 10.

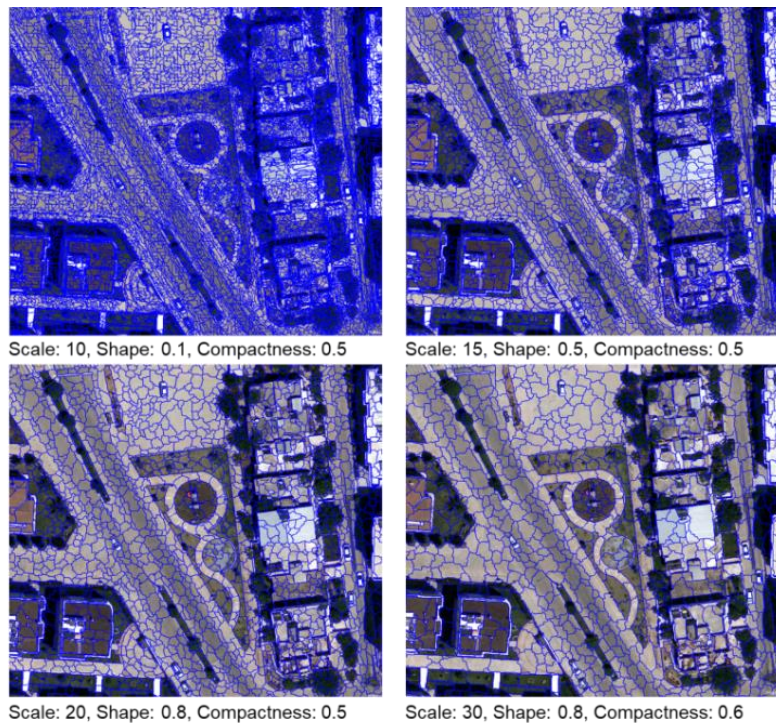


Figure 4. The segmentation results with different parameters

Brightness value appeared when double-clicked on the Brightness tag in the Feature View tree. The suitable values representing urban green spaces were between 57 and 84 (Figure 5). Following that, ratio green value was computed using layer arithmetic algorithm

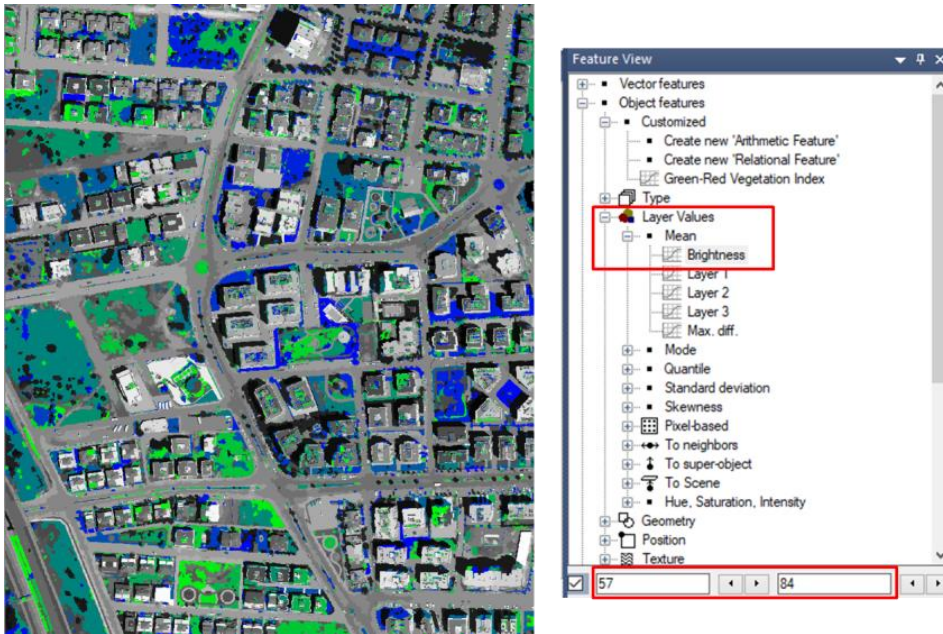


Figure 5. Brightness value range for classifying urban green space

The layer arithmetic algorithm provides to perform mathematical operations on layers of the image. The layers 1 through 3 are assigned as Red, Blue, and Green respectively (Figure 6). Ratio green value appeared when double-clicked on the GRVI tag in the Feature View tree under customized section. The suitable values representing urban green spaces changed between 131 and 173.

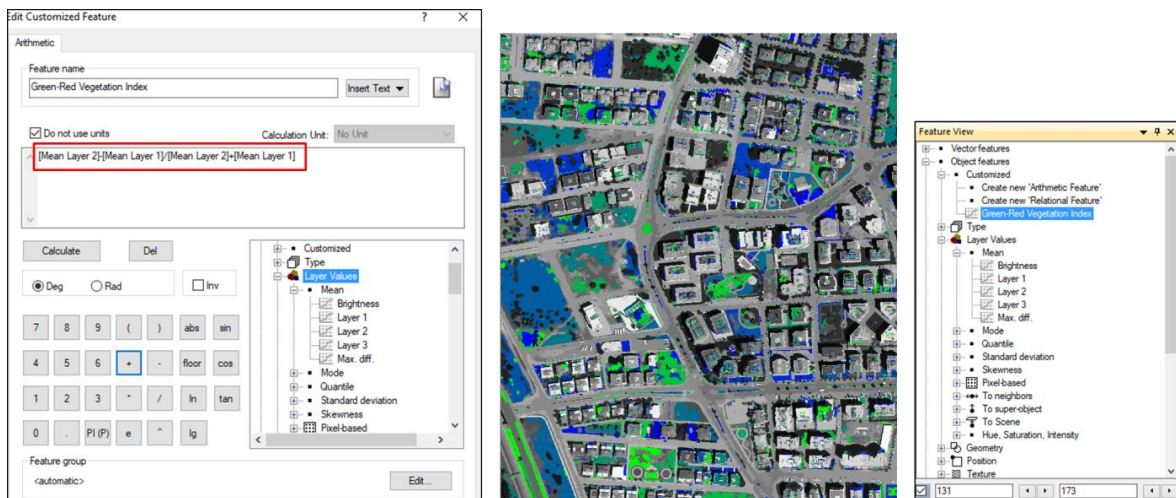


Figure 6. The calculation of ratio green using layer arithmetic algorithm

In the last step, “assign class” was processed according to the criteria that we defined. For using algorithm parameters, ‘unclassified’ box was overwritten in the Edit Process window. Then, conditions for brightness and ratio green values were assigned. When the classification was completed, some faulty classes were noticed on shadow and roof of the buildings due to their brightness and GRVI values. To prevent them, a second classification was done based on “area” and “brightness” values. For the brightness value, the range of 70-80 was recorded as a variable and for the area (pixel), 2500 was assigned after several trials (Figure 7). The fault classifications were determined as error and extracted from the classification.

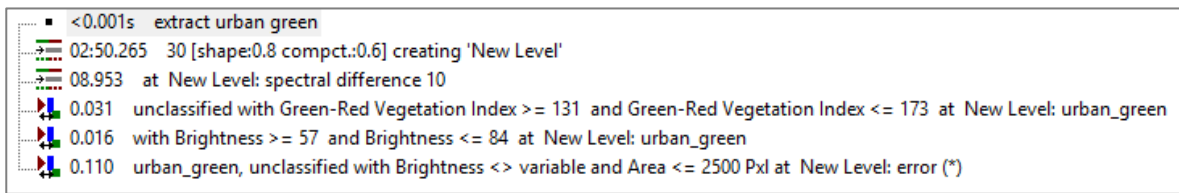


Figure 7. Classification steps in process tree of eCognition

4. Discussion and Conclusions

To evaluate the quality of the classification, accuracy assessment was performed. The overall accuracy was 84.68% and Kappa coefficient was 0.84 which showed that the results were in the high level of agreement. The results provided from the orthophoto misclassified some parts of urban green spaces due to the spectral information of shadow. In addition to this, few parts of urban green spaces were not classified because of their brightness and GRVI values. There were also conflictions between bare soil and urban green spaces. It was understood that spontaneous vegetation cover on bare soil caused these conflictions. In similar cases, manual classification tool of eCognition can be used and the failures may be eliminated. Therefore, the overall accuracy of the final map can be improved. A second accuracy assessment was conducted to illustrate this as an example after manual classification (Figure 8).

Automatic mapping of land cover types in urban area is one of the most challenging issues in remote sensing (Hu et al., 2016; Jia et al., 2018). Despite the complexity of mapping LULC, various methods may be integrated with each other to produce accurate LULC maps. As it can be seen in previous studies, generating LULC databases with traditional methods are time consuming (Jia, 2015). In this paper, capacity of object-based classification was tested to identify urban green spaces in a sample area of Aydin urban settlement. To conclude, this paper has elaborated a sample workflow that extracts urban green spaces from an orthophoto successfully which may be used as a reference for further remote sensing studies.



Figure 8. The extraction of urban green space with automatic and manual classification

Acknowledgements

The satellite image captured in 2015 with 10 cm resolution and the development plan coded M19-b-12-d-4-c were provided from Municipality of Metropolitan City of Aydin. We would like to thank directorate of development and urban planning department and all data producers at the municipality.

References

- Aguilar, M. A., Aguilar, F. J., Lorca, A. G., Guirado, E., Betlej, M., Cichón, P., Nemmaoui, A., Vallario, A., Parente, C. (2016). Assessment of Multiresolution Segmentation for Extracting Greenhouses from Worldview-2 imagery. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*, 41.
- Akpinar, A. (2016). How is quality of urban green spaces associated with physical activity and health?. *Urban Forestry & Urban Greening*, 16: 76-83.
- Anonymous (2017). Aydin Ili 2016 Yili Cevre Durum Raporu. Aydin Valiligi, Cevre ve Sehircilik Il Mudurlugu, 89s.
- Baltsavias, E. P. (1996). Digital ortho-images—a powerful tool for the extraction of spatial-and geo-information. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote sensing*, 51(2): 63-77.
- Baró, F., Palomo, I., Zulian, G., Vizcaino, P., Haase, D., Gómez-Baggethun, E. (2016). Mapping ecosystem service capacity, flow and demand for landscape and urban planning: A case study in the Barcelona metropolitan region. *Land Use Policy*, 57: 405-417.
- Bartholome, E., Belward, A. S. (2005). GLC2000: A New Approach to Global Land Cover Mapping from Earth Observation Data. *International Journal of Remote Sensing*, 26(9): 1959-1977.
- Bechtel, B., Alexander, P. J., Böhner, J., Ching, J., Conrad, O., Feddema, J., Mills, G., See, L., Stewart, I. (2015). Mapping local climate zones for a worldwide database of the form and function of cities. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 4(1): 199-219.
- Benediktsson, J. A., Pesaresi, M., Amason, K. (2003). Classification and feature extraction for remote sensing images from urban areas based on morphological transformations. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 41(9): 1940-1949.
- Blaschke, T. (2010). Object Based Image Analysis for Remote Sensing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65(1): 2-16.
- Blok, A., Tschötschel, R. (2016). World port cities as cosmopolitan risk community: Mapping urban climate policy experiments in Europe and East Asia. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 34(4): 717-736.
- Congalton, R. G. (1991). A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment*, 37(1): 35-46.
- Derkzen, M. L., Teeffelen, A. J., Verburg, P. H. (2015). Quantifying urban ecosystem services based on high- resolution data of urban green space: an assessment for Rotterdam, the Netherlands. *Journal of Applied Ecology*, 52(4): 1020-1032.
- Duro, D. C., Franklin, S. E., Dubé, M. G. (2012). A comparison of pixel-based and object-based image analysis with selected machine learning algorithms for the classification of agricultural landscapes using SPOT-5 HRG imagery. *Remote Sensing of Environment*, 118: 259-272.
- Foody, G. M. (2002). Status of Land Cover Classification Accuracy Assessment. *Remote Sensing of Environment*, 80(1): 185-201.
- Gao, Y and Mas, J. F. (2008). A Comparison of the Performance of Pixel Based and Object Based Classifications over Images with Various Spatial Resolutions. *Online Journal of Earth Sciences*, 2(1): 27–35.

- Goodin, D. G., Anibas, K. L., Bezymennyi, M. (2015). Mapping land cover and land use from object-based classification: an example from a complex agricultural landscape. *International Journal of Remote Sensing*, 36(18): 4702-4723.
- Grafius, D. R., Corstanje, R., Warren, P. H., Evans, K. L., Hancock, S., Harris, J. A. (2016). The impact of land use/land cover scale on modelling urban ecosystem services. *Landscape Ecology*, 31(7): 1509-1522.
- Haala, N., Brenner, C. (1999). Extraction of buildings and trees in urban environments. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 54(2-3): 130-137.
- Herold, M., Scepan, J., Müller, A., Günther, S. (2002). Object-oriented mapping and analysis of urban land use/cover using IKONOS data. In 22nd Earsel Symposium Geoinformation for European-Wide Integration (pp. 4-6).
- Hu, T., Yang, J., Li, X., Gong, P. (2016). Mapping urban land use by using landsat images and open social data. *Remote Sensing*, 8(2): 151.
- Hussain, M., Chen, D., Cheng, A., Wei, H., Stanley, D. (2013). Change detection from remotely sensed images: From pixel-based to object-based approaches. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 80: 91-106.
- Huth, J., Kuenzer, C., Wehrmann, T., Gebhardt, S., Tuan, V. Q., Dech, S. (2012). Land cover and land use classification with TWOPAC: Towards automated processing for pixel-and object-based image classification. *Remote Sensing*, 4(9): 2530-2553.
- Ierodiaconou, D., Schimel, A. C., Kennedy, D., Monk, J., Gaylard, G., Young, M., Diesing, M., Rattray, A. (2018). Combining pixel and object based image analysis of ultra-high resolution multibeam bathymetry and backscatter for habitat mapping in shallow marine waters. *Marine Geophysical Research*, 39(1-2), 271-288.
- Jia, Y. (2015). Object-based Land Cover Classification with Orthophoto and LIDAR Data. Master of Science Thesis, Royal Institute of Technology (KTH) Stockholm, Sweden.
- Jia, Y., Ge, Y., Ling, F., Guo, X., Wang, J., Wang, L., Chen, Y., Li, X. (2018). Urban Land Use Mapping by Combining Remote Sensing Imagery and Mobile Phone Positioning Data. *Remote Sensing*, 10(3), 446.
- Khatami, R., Mountrakis, G., Stehman, S. V. (2016). A meta-analysis of remote sensing research on supervised pixel-based land-cover image classification processes: General guidelines for practitioners and future research. *Remote Sensing of Environment*, 177: 89-100.
- Kressler, F. P., Steinnocher, K., Franzen, M. (2005). Object-oriented classification of orthophotos to support update of spatial databases. In *Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2005. IGARSS'05. Proceedings. 2005 IEEE International (Vol. 1, pp. 4-pp)*. IEEE.
- Lee, A. C., Maheswaran, R. (2011). The health benefits of urban green spaces: a review of the evidence. *Journal of Public Health*, 33(2): 212-222.
- Liu, D., Xia, F. (2010). Assessing object-based classification: advantages and limitations. *Remote Sensing Letters*, 1(4): 187-194.
- Lu, D., Weng, Q. (2009). Extraction of urban impervious surfaces from an IKONOS image. *International Journal of Remote Sensing*, 30(5): 1297-1311.
- Maas, J., Verheij, R. A., Groenewegen, P. P., De Vries, S., Spreeuwenberg, P. (2006). Green space, urbanity, and health: how strong is the relation?. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 60(7): 587-592.
- MacLean, M. G and Congalton, R. G. (2012). Map accuracy assessment issues when using an object-oriented approach. In *Proceedings of the American Society for Photogrammetry and Remote Sensing 2012 Annual Conference*.

- Motohka, T., Nasahara, K. N., Oguma, H., & Tsuchida, S. (2010). Applicability of green-red vegetation index for remote sensing of vegetation phenology. *Remote Sensing*, 2(10): 2369-2387.
- Myint, S. W., Gober, P., Brazel, A., Grossman-Clarke, S., Weng, Q. (2011). Per-pixel vs. object-based classification of urban land cover extraction using high spatial resolution imagery. *Remote sensing of environment*, 115(5): 1145-1161.
- Neubert, M., Herold, H., Meinel, G. (2008). Assessing image segmentation quality—concepts, methods and application. In *Object-based image analysis* (pp. 769-784). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Poursanidis, D., Chrysoulakis, N., Mitraka, Z. (2015). Landsat 8 vs. Landsat 5: A comparison based on urban and peri-urban land cover mapping. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 35: 259-269.
- Qian, J., Zhou, Q and Hou, Q. (2007). Comparison of pixel-based and object-oriented classification methods for extracting built-up areas in aridzone. In *ISPRS Workshop on Updating Geo-Spatial Databases with Imagery & The 5th ISPRS Workshop on DMGISs* (pp. 163–171).
- Rawat, J. S., Kumar, M. (2015). Monitoring land use/cover change using remote sensing and GIS techniques: A case study of Hawalbagh block, district Almora, Uttarakhand, India. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 18(1): 77-84.
- Rogan, J., Chen, D. (2004). Remote sensing technology for mapping and monitoring land-cover and land-use change. *Progress in Planning*, 61(4): 301-325.
- Sahalu, A. G. (2014). Analysis of urban land use and land cover changes: a case of study in Bahir Dar, Ethiopia (Doctoral dissertation).
- Schowengerdt, R. A. (2012). *Techniques for Image Processing and Classifications in Remote Sensing*. Academic Press. ISBN 0126289808, 9780126289800, 249 p.
- Shalaby, A., Tateishi, R. (2007). Remote sensing and GIS for mapping and monitoring land cover and land-use changes in the Northwestern coastal zone of Egypt. *Applied Geography*, 27(1): 28-41.
- Stefanov, W. L., Ramsey, M. S., Christensen, P. R. (2001). Monitoring urban land cover change: An expert system approach to land cover classification of semiarid to arid urban centers. *Remote Sensing of Environment*, 77(2): 173-185.
- Tucker, C. J. (1979). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*, 8(2): 127-150.
- Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., Kaźmierczak, A., Niemela, J., James, P. (2007). Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review. *Landscape and urban planning*, 81(3): 167-178.
- Weih, R. C., Riggan, N. D. (2010). Object-based classification vs. pixel-based classification: Comparative importance of multi-resolution imagery. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 38(4), C7.
- Xiong, J., Thenkabail, P. S., Tilton, J. C., Gumma, M. K., Teluguntla, P., Oliphant, A., Congalton, R. G., Yadav, K., Gorelick, N. (2017). Nominal 30-m cropland extent map of continental Africa by integrating pixel-based and object-based algorithms using sentinel-2 and Landsat-8 data on Google earth engine. *Remote Sensing*, 9(10): 1065.
- Yan, G., Mas, J. F., Maathuis, B. H. P., Xiangmin, Z., Van Dijk, P. M. (2006). Comparison of pixel- based and object- oriented image classification approaches—a case study in a coal fire area, Wuda, Inner Mongolia, China. *International Journal of Remote Sensing*, 27(18): 4039-4055.
- Yazgi, D., Yilmaz, K. T. (2017). The Assessment of Landscape Fragmentation in an Agricultural Environment Degradation or Contribution to Ecosystem Services? *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(12A): 7941-7950.

- You-Shui, Z., Xue-Zhi, F., Jin-Kang, D., & Guo-Qin, G. (2004). Study on extraction of urban green space from IKONOS remote sensing images. *地理研究*, 23(2): 274-280.
- Yu, Q., Gong, P., Clinton, N., Biging, G., Kelly, M., Schirokauer, D. (2006). Object-based detailed vegetation classification with airborne high spatial resolution remote sensing imagery. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 72(7): 799-811.

Received: 11.12.2018

Accepted: 24.12.2018

DOI: 10.30516/bilgesci.495387

ISSN: 2651-401X

e-ISSN: 2651-4028

2(Special Issue), 82-91, 2018

Haşhaş Hasat Makinası Geliştirilmesi

Cengiz Özarlan^{1*}, Türker Saraçoğlu¹, A. Fatih Hacıyusufoğlu²

Özet: Haşhaş tarımında ekim, bakım ve hasat işlemlerinin yoğunluğu ve zorluğu haşhaş tarımını sınırlandırmaktadır. Haşhaşın el ile tarladan toplanıp, sonrasında parçalanıp ayrılması işlemleri yoğun emek ve zaman tüketimi gerektirmekte, bu ise maliyeti çok artırmaktadır. Bu çalışmada, hasat zamanında çalışma koşullarının zorluğu, hasat için işgücü gereksiniminin fazlalığı, hasat zamanında işçi bulmanın zorluğu, yüksek işçi ücreti, el ile hasatta ürünün fazla yer kaplaması, ürünün araziden taşınma koşulları, birim zamanda hasat veriminin düşük olması gibi nedenlerden dolayı ülkemiz koşulları, mevcut uygulamalar ve sorunlar dikkate alınarak haşhaş kapsüllerini hasat edip kapsüllerini parçalayabilecek ve parçalanmış materyal içinden sap, tohum ve kapsül parçalarını ayırabilecek bir haşhaş hasat makinası prototipinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Çalışma tasarım ve imalat aşamalarından oluşmaktadır.

Prototip makine; ana şase, dolap, biçme düzeni, iletim ünitesi, harmanlama ünitesi ve ayırma ünitesinden oluşmaktadır. Şase makinanın bağlantı elemanları, yürüme organları, hasat ünitesi, iletim ünitesi, harmanlama ünitesi, ayırma ünitesi ve güç aktarım organların üzerinde toplandığı yapıdır. Makine ana şasesi üzerinde 4 adet tekerlek bulunmaktadır. Dolap, biçilecek sapları bıçak ağzına yatırmakta ve biçilen sapları makinaya aktarmaktadır. Dolap, devir ayar imkanı da tanıyan hidrolik motor ile tahrik edilmektedir. Prototip makinada 150 cm iş genişliğinde normal bıçak tipinde ve keskin kenarları dişli yapıda olan parmaklı üçgen yapraklı biçme düzeni kullanılmıştır. Biçme düzeni 1.69 m/s ortalama bıçak hızını sağlayacak şekilde 600 1/min ortalama hızda olma üzere hidromotordan ayarlanabilmektedir. Dolap tarafından yatırılan ve biçme düzeni tarafından biçilen ürünün harmanlama ünitesine iletimi için bantlı tip konveyörler kullanılmıştır. Bunun için tasarımı yapılan konveyör, biçme düzeninin hemen arkasında biçilen ürünü yatay olarak taşımakta, daha sonra harmanlama ünitesinin besleme ağzına yükseltecek şekilde iki kademeli imal edilmiştir. Konveyör 2 m/s ortalama iletim hızı sağlayacak şekilde hidromotordan ayarlanabilmektedir. Makinada saplı haşhaş kapsüllerinin parçalanması için bir çift 300 mm çap ve 900 mm uzunluk ölçülerinde yivli merdaneli harmanlama ünitesi tasarlanarak imal edilmiştir. Merdanelerin üzerinde kapsüllerin tutularak araya çekilmesini kolaylaştırmak amacıyla 45° eğimli 2.5 mm derinliğe sahip yivler bulunmaktadır. Merdanelerden birisi 100 1/min, diğeri 200 1/min devirlerde dönecek şekilde kuyruk milinden tahrik edilmektedir. Ayırma ünitesinde yer alan elek kasasında üst üste üç elek yer almaktadır. Üst elek, sap parçalarını tarlaya dökerek ve kapsül parçaları ile tohumu alta geçirecek; orta elek kapsül parçalarını üzerinde toplayacak ve alt elek ise tohumu üzerinde tutup, tozu alta indirecek yapıdadır. Elek eğimi 5°, elek ivmesi 11 m/s², eksantrik yarıçapı 2.5 cm ve eksantrik devir sayısı 200 1/min devirde dönecek şekilde kuyruk milinden tahrik edilmektedir.

Keywords: Haşhaş, Hasat, Harmanlama, Ayırma

¹Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, 09100, Aydın, TURKEY

²Aydın Adnan Menderes University, Aydın Vocational School, 09100, Aydın, TURKEY

*Corresponding author: ozarlanca@yahoo.com

Citation (Atıf): Özarlan, C., Saraçoğlu, T., Hacıyusufoğlu, A.F. (2018). Haşhaş Hasat Makinası Geliştirilmesi. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 2 (Special Issue): 82-91.

Development of Poppy Harvester

Abstract: The intensification and difficulty of cultivation, maintenance, and harvesting in poppy cultivation limit the poppy cultivation. The processes of disintegration and separation after poppy collected by hand from the field are required labor intensive and time-consumption; this increases the cost as well. It is aimed that the development of poppy harvester prototype which harvest of poppy capsules, disintegrate of capsules, separate seed, capsule and stem that is consider our country's conditions, existing applications and problems therefore the reason as the hard working conditions, the surplus of labor requirements for harvesting, the difficulty of finding workers at harvest period, high labor costs, occupying much of the product in the harvesting, transport conditions from the field, low harvest yield. The study consists of design and manufacturing stages.

The prototype machine consists of mainframe, reel, cutter bar, transmission unit, threshing unit and separation unit. The mainframe is the structure that the machines are assembled on. The machine mainframe has 4 wheels. The reel tilts the poppy stalks to the knife mouth and transfers to the conveyor. The reel is driven by a hydraulic motor which also allows the setting of the speed. In the prototype machine, triangular knife type with 150 cm work width and sharp edges with threaded construction was used. The cutter bar can be adjusted to a mean speed of 600 1/min to provide a mean knife speed of 1.69 m/s. Belt type conveyors have been used for conveying to the threshing unit of the product laid by the reel and harvested by the cutter bar. The conveyor has been manufactured in two stages so as to transport the harvested product horizontally just behind the cutter bar, then to raise it to the feed mouth of the threshing unit. The conveyor can be adjusted by a hydraulic motor to provide an average conveying speed of 2 m/s. The threshing unit which has a pair of 300 mm dia. and 900 mm length grooved surfaced roller was designed for breaking into pieces of the poppy capsules. There are grooves with a depth of 2.5 mm inclined by 45° to facilitate gripping the capsules by the rollers. One of the rollers is driven by the PTO, turning at 100 1/min and the other at 200 1/min. There are three sieves in the separation unit. The upper sieve transfers the parts of the stalk to the field and the capsules parts and seeds to the middle sieve. The middle sieve holds the capsule parts. The lower sieve holds the seeds and transfers the dust to bottom. Sieve inclination is 5°, sieve acceleration is 11 m/s² and the eccentric radius is 2.5 cm. The eccentric is driven by the PTO to turn at 200 1/min revolutions.

Keywords: Poppy, Harvest, Threshing, Separation

1. Giriş

Ülkemizde geleneksel olarak tarımı yapılan haşhaş, *Papaver somniferum* L. türü olan tek yıllık bir kültür bitkisidir. Bilimsel sınıflandırmaya göre *Papaver somniferum* L., Rhodales takımının Papaveraceae familyasındandır. Bu familya da Papaver cinsi içerisinde yer almaktadır. Haşhaş bitkisi 700–1200 metre yükseklikte, organik maddece zengin topraklarda en iyi şekilde yetişmektedir. Toprak yorgunluğu olmaması, hastalık ve zararlılardan olumsuz etkilenmemesi için haşhaş tarımında münavebe uygulanmaktadır (Anonim, 2015).

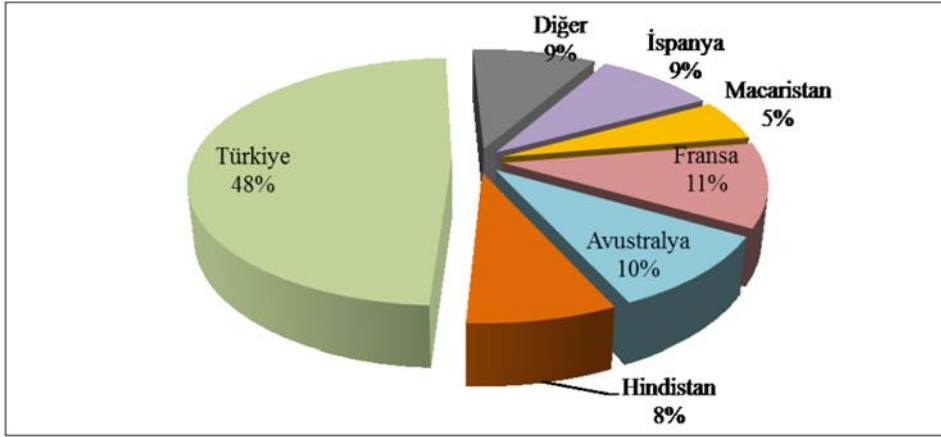
Haşhaşın tohumundan, yağından, küspesinden, afyonundan, saplarından ve çiçeklerinden yararlanılmaktadır. Özellikle yağ bitkileri arasında önemli bir yere sahiptir. Tohumları %44-54 yağ içeriği ile bir besin maddesi olarak kullanılmaktadır. Değişik ve cazip renkli tohumları ekmek ve pastalar üzerine süs ve besin maddesi olarak konulmaktadır. Yağı çıkarıldıktan sonra geriye kalan küspesi hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir. Bu sayede sütteki yağ oranını yükseltmektedir. Kapsüllerden elde edilen afyon, içeriğindeki 20 çeşit alkaloidden dolayı tıpta birçok ilacın hazırlanmasında kullanılmaktadır. Dekardan ortalama 350 kg artık sap elde edilmektedir (Erdurmuş ve Öneş, 1990). Haşhaş tohumları gri-mavi, sarı, beyaz, çığ kahve ve pembe renklerde olabilmektedir. Türkiye’de en fazla yetiştirilen haşhaşlar sırasıyla mavi, beyaz ve sarı tohumlu çeşitlerdir. Üretilen haşhaş tohumlarından bir kısmı üretici ihtiyaçları için ayrılmakta, geri kalan kısmı ise serbest piyasada işlem görmektedir. Tohumlarının ayrıca, kozmetik ve boya sanayinde de kullanıldığı bilinmektedir.

Haşhaştan ekonomik değeri olan tohum ve kapsül kabuğu olmak üzere iki önemli ürün elde edilmektedir. Bunların dışında henüz alkaloid oluşmamış bitkiler; yeşil salata, bitki artığı sapları ise yakacak olarak ülkemizde değerlendirilmektedir.

Dünyada haşhaş ekimi Birleşmiş Milletler Teşkilatı denetiminde yasal ana üretici olarak Türkiye, Hindistan, Avustralya, Fransa, İspanya, Macaristan'da yapılmaktadır. Ayrıca Hindistan ve Kuzey Kore'de afyon üretim amaçlı; Avusturya, Almanya, Çekya, Hollanda, Polonya ve Ukrayna'da gıda ve süs bitkisi amaçlı haşhaş ekimi yapılmaktadır. Son beş yıllık verilerin ortalamasına göre ülkemiz dünya yasal haşhaş ekim alanları içerisinde %48'lik bir paya sahiptir (Şekil 1) (Anonim, 2018).

Ülkemizde haşhaş ekimi 3298 Sayılı Uyuşturucu Maddelerle İlgili Kanun ve Yönetmelik çerçevesinde lisansa tabi, kontrollü ve çizilmemiş haşhaş kapsülü üretimi şeklinde yapılmaktadır.

Bakanlar Kurulu tarafından haşhaş ekimine müsaade edilen yerlerde, Toprak Mahsulleri Ofisi (TMO) Genel Müdürlüğüne yapılan planlama çerçevesinde, Birleşmiş Milletler Teşkilatının ülkemize verdiği 70.000 hektar limit dâhilinde haşhaş ekimi ve çizilmemiş kapsül üretimi yaptırılmaktadır.



Şekil 1. 2013-2017 yılları ortalamalarına göre Dünya yasal haşhaş ekim alanlarının dağılımı

Söz konusu 70.000 hektar ekim limiti, ekiliş ve üretim potansiyelleri dikkate alınarak yerleşim birimlerine dağıtılmaktadır. Yerleşim birimi bazında verilen haşhaş ekim limitleri çiftçilere paylaştırılarak bu limit çerçevesinde bir çiftçiye en fazla 3 tarlasında haşhaş ekim izni verilmektedir (Anonim, 2018).

Haşhaş hassas bir bitki olduğundan olumsuz iklim koşullarından (don, kuraklık, aşırı sıcaklıklar vs.) etkilenmesi nedeniyle uzun yıllar ortalamasına göre %33 civarında kayıp oluşmaktadır. Ayrıca haşhaş ekim izni alıp ekim yapmayan çiftçilerden kaynaklanan beyan kayıpları ise %14 civarında bulunmaktadır. Üretim kaybının bazı yıllarda %70'lere ulaştığı görülmüştür. 2017 yılında ülkemizde yasal haşhaş ekim alanı 23.731 hektar olmuştur. Bu alandan 13.836 ton kapsül ve 15.244 ton tohum elde edilmiştir (TÜİK, 2017). Haşhaş ekim izni verilip yukarıda belirtilen kayıplardan arta kalan alanlarda haşhaş kapsülü üretimi gerçekleştirilmektedir. Haşhaş kapsülünün uyuşturucu madde içermesi nedeniyle tek ve zorunlu alıcısı TMO Genel Müdürlüğüdür. Çiftçiler, ürettikleri haşhaş kapsülünü izin belgelerinde belirtilmiş olan miktarın üstünde de olsa o yılın en geç Eylül ayı sonuna kadar tespit edilen bedeli karşılığında TMO iş yerlerine teslim etmek zorundadırlar. Satın alınan kapsüller işlenmek üzere Afyon Alkaloidleri Fabrikası İşletme Müdürlüğüne sevk edilmektedir. Haşhaş tohumu gıda amaçlı kullanıldığından serbest piyasada işlem görmektedir (Anonim, 2015).

Modern tarım tekniklerinin uygulanmasıyla üretici şartlarında 150 kg kapsül kabuğu ve bundan daha fazla tohumun dekardan alındığı görülmüştür. Haşhaş ülkemizde genel olarak güzlük ekilmekle birlikte, kıştan zarar görülmesi halinde ya da kışın çok sert geçtiği yörelerde yazlık olarak da ekilebilmektedir. Güzlük ekim zamanı,

haşhaş ekim bölgelerine göre bazı farklılıklar göstermekle birlikte Ekim ayının ilk haftasıdır. Yazlık ekim zamanı ise Mart sonu Nisan başıdır (Erdurmuş ve Öneş, 1990).

Üretim girdilerinde tasarruf, üretimin her aşamasında ürün kayıplarının önlenmesi, ekim metotları ve mekanizasyonu, saf ve temiz ürün elde etme yöntemleri haşhaş üretimi ve mekanizasyonu sorunlarının başında gelmektedir (Karaca, 1996).

Ülkemizde haşhaş ekimi genel olarak elle serpmeye şeklinde yapılmakla birlikte son yıllarda makina ile ekim yöntemine (30-40 cm sıra arası mesafelerde) geçiş yapılmaya başlanmıştır. Elle ekimde tohum yalnız, bazen de yarı yarıya ince kumla karıştırılıp tarlaya serpilmiştir. Serpme ekimde dekara verilen tohum 1-5 kg arasında değişmektedir. Makinalı ekimde ise dekara verilen tohum miktarı 300 grama kadar düşmektedir. Makinalı ekimde çıkışlar üniform olmakta, özellikle çapalama ve ilaçlamada büyük oranda işçi tasarrufu sağlanmaktadır.

Haşhaş hasadı Temmuz-Ağustos ayları içinde yapılmaktadır. Haşhaş kapsülleri kuruduğu zaman zararlarında dizilen tohumlar kapsül dibine dökülmektedir. Bir bitki üzerindeki ya da bir tarladaki tüm kapsüller aynı zamanda olgunlaşmamaktadır. En son oluşan kapsüller en son olgunlaştığından hasada karar vermek için en alt kapsüllere bakmak gerekmektedir. Kapsüllerin açık ve kapalı oluşu bir çeşit özelliği olmakla birlikte, olgunlaştığı halde hasat edilmeyen ve güneşe maruz kalan, diğer bir ifadeyle aşırı derecede kuruyan kapsüllerde de açılma görülebilmektedir. Bu yüzden, hasatta tohum dökülmesine ve kayba neden olduğundan hasat zamanının geciktirilmemesi gerekmektedir (Hacıyusufoğlu, 2013). Ayrıca hasat sezonundaki olası yağış tehdidi kapsüllerin açılmasına, kapsüllerin kararmasına, tohumların dökülmesine ve tohumun çimlenme kabiliyetinin azalmasına yol açabilmektedir. Bu da kapsül ve tohumun değerinin düşmesine neden olmaktadır. Dolayısıyla haşhaş hasadının kısa sürede tamamlanma zorunluluğu bulunmaktadır.

Hasat işlemleri Dünya'da çeşitli şekillerde yapılmaktadır. Afganistan, Hindistan, Pakistan gibi bazı ülkelerde haşhaş kapsülleri çizilerek (afyon sakızı çıkartılarak) yapılmaktadır. Avustralya, Romanya, Macaristan ve Avusturya gibi ülkelerde ise haşhaş hasadı makina ile yapılmaktadır.

Uygulamada hasat mekanizasyonunda 2 yöntem vardır:

1-) Küçük arazilerde kullanılmak üzere Macaristan'da sapsız 10–20 cm uzunluktan kapsülle birlikte kesen ve biçme makinelerine monte edilebilir özel bir hasat adaptörü geliştirilmiştir. Kesim sonrasında, kapsül ve tohum ayırma, çiftlik merkezinde gerçekleştirilmektedir. Burada ürün öbekler halinde işleme zamanına kadar saklanabilmektedir.

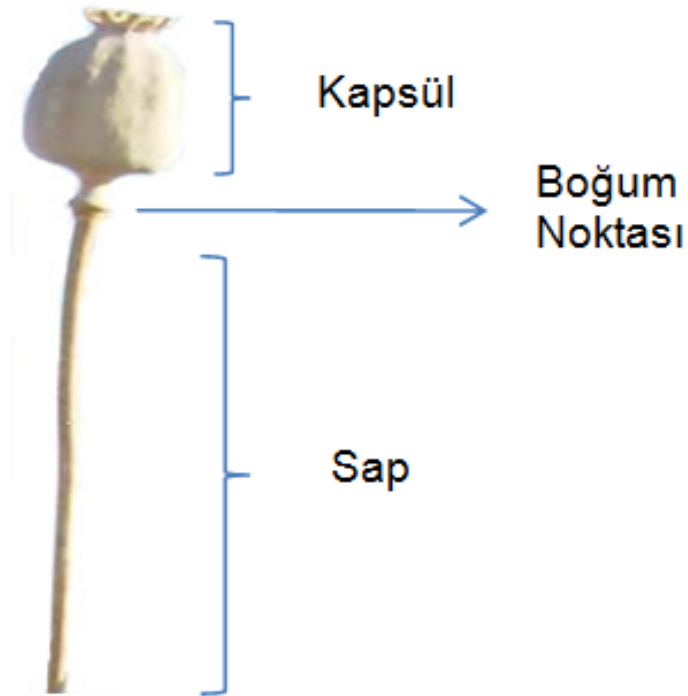
2-) Büyük arazilerde modifiye edilmiş biçerdöver ile haşhaş kapsülleri 10–20 cm uzunluğunda sapsız kesilmektedir. Bu yöntemin başarısı temiz ve yabancı ottan arındırılmış tarla koşullarına bağlıdır. Ayrıca biçerdöverle hasatta üniform bitki yüksekliği gerekmektedir. Bu ise tarlada yüksek bitki yoğunluğu ile başarılabilir. Bu durumda da bitki başına kapsül sayısı düşmektedir. Ilıman iklimlerde optimum bitki yoğunluğu 450.000 bitki/ha olmakta ve bitki başına 1-2 kapsül düşmektedir. Ülkemiz koşullarında bu değerler sırasıyla 25.000 bitki/ha ve 5-8 kapsüldür.

Mekanize hasadın, işgücü gereksinimini ve maliyeti azaltması gibi avantajları olmasına karşın, hasat işlemi sırasında kapsül-tohum kaybı ve tohuma yüksek oranda zarar vermesi ise dezavantajlarının bulunduğu ifade edilmektedir (Németh, 1998). Bu tip kullanılan makinelerin bir diğer büyük dezavantajı ise hasat edilen haşhaş kapsülü ile birlikte oldukça fazla miktarda haşhaş sapını karıştırmasıdır. Bu olumsuzluğun elde edilen birim hammadde alkaloid oranını düşürdüğü belirtilmiştir (Földesi, 1992). Bu tip makineler Avustralya gibi günlük ışıklenme süresi yüksek olan ülkelerde tercih edilmektedir. Bu bölgelerde yetişen haşhaş bitkisinde, ışıklenme süresi fazla olduğu için kapsüldeki alkaloid oranının daha yüksek değerlerde bulunması ve ayrıca haşhaş bitki boylarının homojen olması bu gibi ülkelerde bu makinelerin kullanımına olanak sağlamıştır. Ancak ülkemizde işletmelerin küçük ölçekteki yapıları, bitki sap uzunluklarının heterojen olması ve hasat sonrası kapsül parçaları içinde istenmeyen materyal olarak sap parçalarının karışması bu makinelerin kullanımı için dezavantajları oluşturmaktadır.

Afganistan, Çin ve Hindistan gibi ülkelerde ise kapsül yeşil iken kurumadan özel aletlerle çizilerek baz morfini toplanmaktadır. Daha sonra kapsüller el ile toplanıp çuvallara doldurulmaktadır (Hacıyusufoğlu, 2013). Türkiye’de haşhaş hasadı ise doğrudan kapsüllerin elle kırılması ile yapılmaktadır (Şekil 2). Elle hasatta, kapsüller sapa birleşme noktasındaki boğumdan kırılarak toplanmaktadır (Şekil 3). Koparılan kapsüller büyük çuvallarda toplanarak depolanmaktadır.



Şekil 2. Türkiye’de haşhaş hasadı



Şekil 3. Haşhaş bitkisinin kapsül, boğum ve sap kısmı

Hasat sonrası toplanan ürün kapsül kırma makinasından geçirilmekte veya tahta tokaçlarla kırılmaktadır. Ülkemizde elle hasat sonrası kullanılan kapsül kırma makineleri genellikle traktör kuyruk milinden hareket almakta ya da elektrik motoru ile çalıştırılmaktadır. Bu makinelerin iş kapasite ise yaklaşık 2 ton/h'dir.

Kapsül kırma makinelerinin besleme haznesine elle doldurulan haşhaş kapsülleri, yedirme düzeni vasıtasıyla parçalama bölmesine aktarılmakta ve kapsüller parçalanmaktadır. Buradan eleklere düşen kapsül kırıkları ve haşhaş tohumları elenmektedir. Ayrılan haşhaş ve kapsülleri ayrı ayrı çuvallara doldurulmaktadır. Üst eleğin delik çapı ortalama olarak 3-5 mm, alt eleğin ise delik çapları 2-3 mm civarındadır. Alt elek kapsül ve kavuz parçalarını haşhaştan iyi ayırmalıdır. Aksi durumunda yemeklik haşhaşın tadı acılaşarak, kalitesizleşmektedir. Karaca (1996), Afyon yöresinde imal edilen haşhaş kapsülü kırma-ayırma makinasının bazı yapısal ve işletme özelliklerinin belirlenmesi ve geliştirilmesi olanaklarını araştırmıştır. Bu amaçla kırıcı ünite devri, elek stroku ve besleme ağız kesit alanının özgül enerji tüketimi, iş kapasitesi ve temizleme etkinliği üzerine etkilerini tespit etmiştir. Sonuç olarak 270 1/min kırıcı ünite devri, 58 mm elek strokuna karşılık 361 cm²'lik besleme ağız kesit alanının en uygun çalışma durumu olduğunu saptamıştır.

Haşhaşın tarladan toplanıp, sonrasında parçalanıp ayrılması işlemleri yoğun emek ve zaman tüketimi gerektirmekte, bu ise maliyeti çok artırmaktadır.

Haşhaş hasadında karşılaşılan sorunlar göz önünde tutulduğunda ülkemizdeki haşhaş tarımı yapılan ve çoğu küçük ölçekteki (ortalama 7 dekar) işletmelerde kullanılabilen özgün makinalara ihtiyaç olduğu görülmektedir. Bu kapsamda, ülkemiz koşullarına uygun haşhaş kapsüllerini hasat edip kapsüllerini parçalayabilecek ve parçalanmış materyal içinden sap, tohum ve kapsül parçalarını ayırabilecek bir haşhaş hasat makinası prototipinin geliştirilmesi önemli bir ihtiyaç olarak görülmüştür.

Bu çalışmanın amacı; ülkemiz koşulları, mevcut uygulamalar ve sorunlar dikkate alınarak haşhaş kapsüllerini hasat ederek parçalayan ve sapından ayrılmış haşhaş kapsülü ve tohumunun elde edilmesini sağlayan haşhaş hasat makinası tasarım ve imalatının gerçekleştirilmesidir.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada haşhaş hasat makinasının tasarımı, ikinci aşamada ise imalatı gerçekleştirilmiştir. Tasarım parametreleri ana hatlarıyla belirlenen prototip makinanın tasarım aşamasında, bilgisayar destekli tasarım programlarından yararlanılmıştır. Makinanın çizimleri bilgisayar ortamında oluşturulmuş ve makinanın katı modeli ve teknik resimleri ortaya konulmuştur.

2.1. Makinanın genel yapısı

Prototip makina, hasat ünitesi, iletim ünitesi, harmanlama ünitesi, ayırma ünitesi, çuvallama ve güç aktarım sistemi olmak üzere altı ana kısımdan oluşmaktadır. Bu altı ana kısım bir şasi üzerine monte edilmiş olup şasi taşıma tekerlekleri vasıtasıyla desteklenmektedir.

2.1.1. Hasat ünitesi

Hasat ünitesi, makinanın fonksiyonlarının yerine getirilmesinde birincil öncelikli ünite dir. Uygun yapılan hasadın, harmanlama ve ayırma işlemlerinin başarısı ile ürün kayıpları üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır. Dolayısıyla hasat ünitesi için; kullanılacak kesme yöntemi, bıçak tipi, bıçak hızı, kesme genişliği, biçilecek sapların bıçağa yönlendirilmesi ve biçilen sapların makinaya aktarılması (dolap düzeni) işlemlerinde uygun parametrelerin seçimi önem kazanmaktadır. Makinanın önünde bulunan hasat ünitesinde yer alan elemanlar ve özellikleri aşağıda yer almaktadır.

Sap ayırıcılar: Biçilen ürünle biçilmemiş ürünü birbirinden ayırmak, biçme düzeni kenarına gelen ürünün yatmasını veya dolap pervazına sarılmasını önlemek amacıyla biçme düzeninin her iki ucuna sap ayırıcılar yerleştirilmesi kararlaştırılmıştır.

Dolap: Hasat ünitesi içinde biçme kalitesini en çok dolap performansı etkilemektedir. Biçme düzeninin üstünde ve önünde dönerik çalışan dolap, biçilecek sapları bıçak ağzına yatırmakta ve biçilen sapları makinaya aktarmaktadır.

Dolapta iki farklı ayar imkanı bulunmaktadır. Bunlardan ilki dolabın yükseklik ayarıdır. Dolabın yüksekliği, anız yüksekliği ve tarladaki bitki boyu göz önüne alınarak aşağıdaki eşitlikten bulunmaktadır (Ülger, 1982).

$$C = \frac{D}{2} + \frac{2}{3}(H - h)$$

Bu eşitlikte; C, bıçaklardan itibaren dolap merkezi yüksekliği (cm); D, dolap çapı (cm); H, sap yüksekliği (cm); h, biçme (anız) yüksekliği (cm) dir. Dolabın yükseklik ayarı, hasat ünitesinin şase üzerine yerleştirilen üç adet manivela düzeni ile sağlanmaktadır.

Dolap ayarlarından ikincisi dolabın devir ayarıdır. Dolabın biçilecek sapları bıçak ağzına yatırabilmesi için pervazlardaki çevre hızının makina ilerleme hızından büyük olması (%10-25) gerekmektedir (Kadayıfçılar, 1991). Dolabın tahriki, kolay devir ayar imkanı sağlayan bir hidrolik motor ile yapılmaktadır.

Biçme düzeni: Kombine kesme yapan parmaklı üçgen yapraklı biçme düzeni kullanılmıştır. Biçme düzeni normal bıçak tipinde ve keskin kenarları dişli yapıdadır. Bu tip bıçak kuru ve sert yapıdaki ürünlerin başarıyla kesilmesinde kullanılmaktadır. Bu tip materyaller için uygun bıçak ortalama hızı 1.3-1.9 m/s önerilmektedir (Kadayıfçılar, 1991). Biçme düzeni, hidrolik motor ile bağlantılı bir eksantrik düzen (Group Schumacher, Germany) aracılığıyla tahrik edilmektedir.

2.1.2. İletim ünitesi

Dolap tarafından yatırılan ve biçme düzeni tarafından biçilen ürünün harmanlama ünitesine iletimi için bantlı tip bir konveyör kullanılmıştır. Konveyör tek parça banttandır, fakat iki bölümden oluşmaktadır. Konveyörün ilk bölümü biçme düzeninin hemen arkasında yer alan kısım olup ilerleme yönüne dik çalışan pervazlı tip yatay konumdadır. Diğer kısmı ise materyali harmanlama ünitesine yükseltecek eğimli yönde hareket etmektedir. Konveyöre ait iletim kapasitesi aşağıdaki eşitliğe göre belirlenmiştir (Ayık, 1985).

$$K = 3.6 \cdot k \cdot V$$

Bu eşitlikte; K, konveyör kapasitesi (t/h); k, birim konveyör boyuna düşen özgül yük miktarı (kg/m); V, iletim hızıdır (m/s).

$$k = F \cdot \gamma$$

Bu eşitlikte; F, yükün enine kesit alanı (m²); γ , yükün yığılma ağırlığıdır (kg/m³).

2.1.3. Harmanlama ünitesi

Belirli bir sap uzunluğunda kapsüllerin kesilmesi durumunda, kapsül kırma ve ayırma aşamasında bu artıkların (sap) uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu sorunun ortadan kaldırılması amacıyla belirli uzunlukta kesilmiş sapa sahip kapsüllerin kırılması için uygun parçalama ünitesi kullanılması oldukça önemlidir. Bu çalışmada saplı haşhaş kapsüllerinin parçalanmasına imkân tanıyacak bir çift yivli merdaneli parçalama ünitesi tasarlanmıştır. Çalışmanın hazırlık sürecinde bu ünitenin etkinliğini ortaya koymak amacıyla bir model parçalama ünitesi (Şekil 4) ile yapılan ön denemelerde saplı kapsüllerin boğum noktasından parçalandığı, sapların ise genellikle tek parça halinde üniteyi terk ettiği ortaya konulmuştur. Dolayısıyla parçalama ünitesinden sonraki ayırma ünitesinde farklı boyutlardaki kapsül parçaları, tohumlar ve sapların birbirlerinden ayrılmasının daha kolay olacağı düşünülmektedir.



Şekil 4. Model haşhaş kapsülü parçalama ünitesi

2.1.4. Ayırma ünitesi

Harmanlama ünitesinin altına konumlandırılan ayırma ünitesinde farklı boyutlardaki kapsül parçaları, tohumlar ve saplar birbirlerinden ayrılmaktadır. Karaca (1996) çalışmasında kullandığı haşhaş kapsülü kırma-ayırma makinasında yer alan ayırma sisteminde elek eğimini $0-3^\circ$, üst elek numarasını $\phi 5$, alt elek numarasını $\phi 2$, elek alanlarını 0.54 m^2 olarak vermiştir. Geliştirilen prototip makinada bu ölçüler esas alınarak, harmanlama ünitesinden gelecek materyal dağılımları da göz önünde bulundurularak ölçülendirme yapılmıştır. Ayırma ünitesi elek kasasından oluşmaktadır. Elek kasasında üst üste üç elek yer almaktadır. Üst elek iki kademeli delik çapına sahip yuvarlak delikli sac elektir. Orta elek ise kapsül parçaları ile tohumu birbirinden ayırmaktadır. Karışımın içindeki parçalanma sırasında ortaya çıkan toz ise alt eleğin altında toplanmaktadır.

2.1.5. Çuvallama

Ayırma ünitesinden çıkan kapsül parçaları ve tohumlar makinanın arkasına konumlandırılacak çuvallama üniteleri aracılıyla ayrı ayrı çuvallanacaktır.

2.1.6. Güç aktarım sistemi

Geliştirilen prototip makina üzerinde güç transferi yapılacak 6 nokta bulunmaktadır. Bunlar; dolap, biçme düzeni, konveyör, parçalama ünitesi ve elek kasasıdır. Çeki aracı olan traktörün kuyruk milinden alınan hareketin parçalama ünitesi ve elek kasasına ihtiyaç duyulan devir kademelerinde iletiminde uygun redüksiyona sahip mekanik güç aktarım sistemleri (kayış-kasnak) kullanılmıştır. Dolap, biçme düzeni ve konveyör tahriki ise traktör hidrolik sisteminden beslenen hidrolik motorlarca sağlanmaktadır.

3. Bulgular

Tasarım aşamasında prototip makinanın ana kısımlarına ilişkin belirlenen parametreler aşağıda verilmiştir. Ülkemizdeki haşhaş üretim alanlarının küçük ölçekte olması nedeniyle prototip makinanın iş genişliğinin 1500 mm olması planlanmıştır. Prototip makina 1000 mm çapında, 6 adet düz pervaza ve her pervazda 12 adet parmağa sahip dolap kullanılmıştır. Bıçma düzeni 1.69 m/s ortalama bıçak hızını sağlayacak şekilde 600 1/min ortalamada olmak üzere hidromotordan ayarlanabilecek şekilde tasarımı gerçekleştirilmiştir. Ancak bu hız değeri traktör hidrolik çıkışlarına yerleştirilen bir kısma valfi yardımıyla istenilen değerlerde ayarlanabilmektedir.

Konveyör 2 m/s ortalama iletim hızı sağlayacak şekilde 380 1/min ortalamada olmak üzere hidromotordan ayarlanabilmektedir. Bıçma ünitesinde olduğu gibi konveyör hızı da traktör hidrolik çıkışlarına yerleştirilen bir kısma valfi yardımıyla istenilen değerlerde ayarlanabilmektedir.

Model parçalama ünitesi ile yapılan ön denemelerde merdanelerin 300 mm çap ve 900 mm uzunluk ölçülerinin etkin bir parçalama için yeterli olduğu görülmüştür. Merdanelerin üzerinde kapsüllerin tutularak araya çekilmesini kolaylaştırmak amacıyla 45° eğimli 2.5 mm derinliğe sahip yivler bulunmaktadır. Merdanelerden birisi 100 1/min, diğeri 200 1/min devirlerde dönecek şekilde kuyruk milinden tahrik edilmektedir.

Elek kasasındaki üst eleğin harmanlama ünitesinin hemen altındaki bölümü $\varnothing 5$ mm deliklere sahip olup, daha sonraki bölümde delik çapları $\varnothing 27$ mm'dir. Bu bölümde kapsül parçaları ve tohum alt eleğe geçerken saplar elek üzerinde ilerleyerek tarlaya sevk edilmektedir. Kapsül parçaları orta eleğin üzerinde hareket ederek elek sonundaki çuvallama ünitesine, tohumlar ise alt elek üzerinden bir diğeri çuvallama ünitesine ulaşmaktadır. Elek eğimi 5°, elek ivmesi 11 m/s², eksantrik yarıçapı 2.5 cm ve eksantrik devir sayısı 200 1/min devirde dönecek şekilde kuyruk milinden tahrik edilmesi planlanmıştır.

Prototip makinanın tasarım aşaması sonucu oluşturulan görünüm Şekil 5'de sunulmuştur.



Şekil 5. Makinanın genel şematik görünümü (1: Şasi, 2: Dolap, 3: Yatay konveyör, 4: Eğimli konveyör, 5: Harmanlama ünitesi, 6: Ayırma ünitesi)

Çalışmada tasarım sonucu imalatı gerçekleştirilen haşhaş hasat makinasının genel görünümü Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. İmal edilen prototip makinanın genel görünümü

Teşekkürler

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından (215O423 numaralı "Kombine Haşhaş Hasat Makinası Prototipinin Geliştirilmesi" isimli proje ile) desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Anonim (2015). 2014 Yılı Haşhaş Sektör Raporu. TMO Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Ayık, M. (1985). Ürün İşleme Tekniği ve Makinaları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 957, Ders Kitabı: 277, Ankara.
- Erdurmuş A, Öneş Y. (1990) Haşhaş. T.M.O. Alkasan Yayınları Mesleki Kitaplar, Ankara.
- Földesi D. (1992). Poppy. V: Cultivation and processing of medical plants. Hornok L. (ed.). Budapest, Akadémiai Kiadó: 119-128.
- Hacıyusufoğlu, A.F. (2013). Laboratuvar Koşullarında Haşhaş Kapsül Toplama Sisteminin Geliştirilmesi. Doktora Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Aydın.
- Kadayıfçılar, S. (1991). Biçer-Döverlerin Tasarım Esasları. Türkiye Zirai Donatım Kurumu Mesleki Yayınları No: 54, Ankara.
- Karaca, H. (1996). Afyon Yöresinde Kullanılan Haşhaş Kapsülü Kırma-Ayırma Makinasının Bazı Yapısal ve İşletme Özelliklerinin Belirlenmesi ve Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Konya.
- Németh, É. (1998). Raw material production: cultivation of poppy in the temperate zone. In: Bernáth J (ed) Poppy: the genus Papaver. Harwood Academic, pp: 219-255, Amsterdam.
- TÜİK, (2017). Bitkisel Üretim İstatistikleri Veri Tabanı; <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi: 06.08.2018).
- Ülger, P. (1982). Tarımsal Makinaların İlkeleri ve Projeleme Esasları. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 605, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 280, Ders Kitapları Serisi No: 43, Erzurum.

Received: 11.12.2018

Accepted: 27.12.2018

ISSN: 2651-401X

e-ISSN: 2651-4028

2(Special Issue), 92-97, 2018

Farklı Çamur Türlerinde Hücre Dışı Polimerik Madde Konsantrasyonu Belirlenmesi

Nazlı Baldan Pakdil^{1*}, Murat Solak², Cemre Karşoğlu¹,
Yalçın İpek¹, Burcu Uzun¹

Özet: Çalışmada, maya üretim endüstrisi, patates cipsi işleme endüstrisi ve evsel atıksu arıtma tesisi arıtma çamurlarında flokleşmeyi etkileyen önemli göstergelerden biri olan hücre dışı polimerik madde (EPS) konsantrasyonları (protein, hümik asit, polisakkarit, karbonhidrat) incelenmiştir. Ayrıca, arıtma çamurlarının karakterizasyonunun ortaya konulabilmesi için Kapiler Emme Süresi (KES), Özgül Filtre Direnci (ÖFD), viskozite parametreleri analiz edilmiştir. En yüksek hümik asit, protein ve karbonhidrat miktarı evsel atıksu arıtma çamurlarında tespit edilirken, gıda sektörü açısından patates cipsi işleme çamurlarında yüksek hümik asit ve polisakkarit (453 mg/L) bulunduğu gözlenmiştir.

Keywords: Arıtma çamurları, Hücre dışı polimerik madde (EPS), Susuzlaştırma.

Determination of Extracellular Polymeric Matter Concentration in Different Types of Treatment Sludges

Abstract: In the study, extracellular polymeric substance (EPS) concentrations (protein, humic acid, polysaccharide, carbohydrate), one of the important parameters affecting flocking in the yeast production industry, potato chip processing industry and domestic wastewater treatment plant sludge were investigated. In addition, to determine the characterization of sewage sludge, the Capillary Suction Time (CST), Specific Filter Resistance (SRF), viscosity parameters were analyzed. While the highest amounts of humic acid, protein and carbohydrate were detected in domestic wastewater sludge, high levels of humic acid and polysaccharide (453 mg / L) were observed in potato chips processing sludge in terms of food sector.

Keywords: Sewage Sludge, Extracellular Polymeric Substances (EPS), Dewatering.

1. Giriş

Hücre dışı polimerik bileşenler (EPS), bakteriyel hücrelerin yüzeylerinde bulunan metabolik ürünlerden oluşmaktadır. Bunlar; karbonhidratlar, polisakkaritler, proteinler, deoksiribonükleik asitler, hümik asit vb. gibi çeşitli organik maddeler içermektedir. Çamur içerisindeki proteinler EPS bileşiminde daha baskındır. Biyolojik çamurların içerdiği hücre dışı polimerik bileşenlerin, bu çamurların suyunu vermesini zorlaştırdığı ifade edilmektedir (Ayol vd., 2007). Benzer olarak yapılan bir çalışmada da düşük EPS içerikli çamurların kolay susuzlaştırılabilir olduğunu belirtilmiştir (Mikkelsen ve Keiding, 2002).

Aktif çamur olarak bilinen aerobik biyolojik arıtım sonucunda elde edilen çamur ağırlıklı olarak

¹Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Engineering, 14030, Bolu, TURKEY

²Düzce University, Faculty of Engineering, 81900, Düzce, TURKEY

* Corresponding author (İletişim yazarı): nazlipakdil@gmail.com

Citation (Atıf): Baldan Pakdil, N., Solak M., Karşoğlu, C., İpek, Y., Uzun, B. (2018). Alüminyum Sülfat'ın Poliüretan Vernik Uygulamalarındaki Etkilerinin İncelenmesi. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 2 (Special Issue): 92-97.

mikroorganizmalar ve adsorbe katı madde ve kolloidlerden oluşmaktadır. Biyolojik çamur organik madde içeriği tipik olarak % 75, ortalama % 60-80 değerleri arasında değişmektedir. Organik madde içeriğine bağlı olarak EPS içeriğine sahiptirler (Tuan, 2012). Çamur susuzlaştırma işlemleri, EPS ile ilgili çamurun flok yapısı, boyutu ve bağlı su içeriği gibi değişkenlerden etkilenmektedir. Bakterilerin dışında, hücre dışı polimerik maddeler (EPS) ve çeşitli organik ve inorganik yapılardan oluşmaktadır (Jin ve ark., 2004). Hücre yapısında bulunan EPS, toksisite veya pH değişimi gibi durumlarda hücreyi dış etkenlerden koruma fonksiyonuna sahiptir (Liu ve Fang, 2003). Ancak, hem metabolizma veya mikroorganizma yıkımlarından hem de atıksuda adsorbe edilmiş bileşenlerden kaynaklanan EPS'nin fonksiyonlarının kesin işlevi tam olarak bilinmemektedir (Jin ve ark., 2004).

Bu çalışmada, evsel arıtma çamurları, patates işletme endüstrisinden, maya üretim endüstrisinden gelen arıtma çamurları kullanılarak, susuzlaştırmayı etkileyen önemli göstergelerden biri olan hücre dışı polimer bileşiklerinin etkileri, çamurun susuzlaştırılabilirliği hakkında bilgi veren parametrelerle birlikte incelenmiştir. Arıtma çamuru numunelerinde EPSprotein, EPS hümik asit, EPS polisakkarit, EPS karbonhidrat parametrelerinin analizi yapılarak arıtma çamurlarının toplam EPS içeriği belirlenmiştir. Arıtma çamuru numunelerinin karakterizasyonunun belirlenmesi için Kapiler Emme Süresi-KES, Özgül Filtre Direnci-ÖFD, viskozite parametreleri analizlenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada kullanılan arıtma çamurları evsel atıksu arıtma tesisi, patates işletme endüstrisi arıtma tesisi ve maya üretim endüstrisi arıtma tesisinden tedarik edilmiştir. Alınan arıtma çamuru örnekleri iki gün süre ile bekletilip çamurun yoğunlaşması sağlandıktan sonra üst suyu alınarak elde edilen yoğun çamur örneği deneysel çalışmalarda kullanılmıştır. Çamur numuneleri +4 °C'de buzdolabında saklanmıştır.

Yoğun çamur numunesinin karakterizasyonu belirlenmesi için Kapiler Emme Süresi-KES, Whatman 17 filtre kağıdı kullanılarak (Triton 304 cihazı ile SM 2710 G), Özgül Filtre Direnci-ÖFD, Whatman 2 filtre kağıdı kullanılarak 35 kPa basınç altında (SM 2710 H), Viskozite Brookfield viscometer DV2TLV cihazı ile analizlenmiştir (Lo vd, 2001, APHA, 2005). Deneysel çalışmalar, 25±0,2°C'de gerçekleştirilmiştir.

EPS konsantrasyonunun belirlenmesinde öncelikle EPS içeriği arıtma çamurlarından ekstrakte edilmiştir (Frolund, 1996). Ekstraksiyon işleminin ardından elde edilen ekstrat içerisinde protein, karbonhidrat, polisakkarit ve hümik asit konsantrasyonları belirlenmiştir. Protein konsantrasyonu standart Bovine Albumin Çözeltilisi temel alınarak spektrofotometrik olarak 750 nm dalga boyunda analizlenmiştir (Lowry vd., 1951). Karbonhidrat konsantrasyonunun belirlenmesi için standart madde olarak aljinat seçilmiş ve 480 nm'de spektrometrede belirlenmiştir (Dubois vd., 1956). Polisakkarit belirlenmesinde reaktif olarak, fenol ve sülfirik asit, absorbans eğrisi hazırlanması için D-glukozmonohidrat kullanılmıştır. Polisakkarit analizi 490 nm de gerçekleştirilmiştir (Dubois vd., 1956). Hümik asit analizi için Lowry metodu modifiye edilerek hümik asit standardı kullanılmış ve 750 nm'de analizlenmiştir (Lowry vd., 1951).

3. Bulgular

Deneysel çalışmalarda öncelikle ham çamurların susuzlaştırılabilirliklerini gösteren Kapiler Emme Süresi (KES), Özgül filtre direnci (ÖFD) ve viskozite parametreleri analizlenmiştir. Buna göre patates çipsi endüstrisinin en yüksek KES değerine sahip olduğu, maya endüstrisinin ise en yüksek ÖFD değerine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Ham çamur karakterizasyonu sonucu yoğun evsel arıtma çamuru, patates endüstrisi arıtma çamuru ve maya endüstrisi arıtma çamuru karakteristiği için elde edilen değerler Çizelge 1' de verilmiştir.

Çizelge 1. Yoğun Eysel Arıtma Çamuru, Patates Cipsi Üretim Endüstrisi Arıtma Çamuru ve Maya Endüstrisi Arıtma Çamuru Karakteristiği

	Eysel Arıtma Çamuru	Patates Arıtma Çamuru	Maya Arıtma Çamuru
KES (sn)	14,6±7	68,9±15	10,5±2
ÖFD (m/kg)	1,23x10 ¹⁴ ±9x10 ¹³	4,33x10 ¹³ ±1x10 ¹³	1,55 x10 ¹⁵ ±7x10 ¹⁵
Viskozite (N.s/m ²)	0,59±0,2	0,30±0,2	17,93 ±14

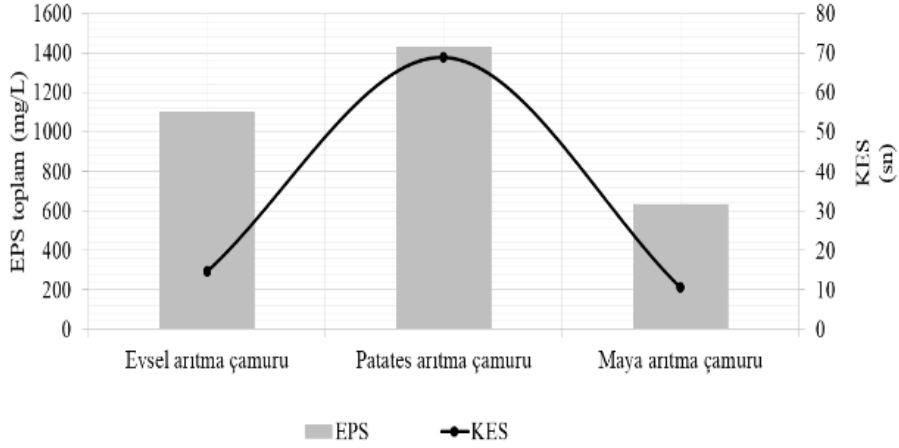
Çamurların toplam EPS içeriğinin belirlenmesi amacıyla ham çamur örneklerinin EPS (protein, hümkik asit, karbonhidrat, polisakkarit) değerleri belirlenmiştir. Farklı endüstrilere ait ham arıtma çamurlarının EPS konsantrasyon değerleri Çizelge 2’ de verilmiştir. Toplam EPS içeriği bakımından patates cipsi endüstrisi en yüksek konsantrasyon değerine sahip olduğu görülmüştür. Tüm arıtma çamuru numunelerinde toplam EPS değerinin önemli bir bölümünün hümkik asit konsantrasyonunun oluşturduğu, patates cipsi endüstrisi arıtma çamurunda ise polisakkarit konsantrasyonu yüksek olduğu görülmüştür (Uzun, 2015).

Çizelge 2. Farklı Endüstrilere Ait Ham Arıtma Çamurlarının EPS Konsantrasyonları

	Eysel Arıtma Çamuru	Patates Arıtma Çamuru	Maya Arıtma Çamuru
Protein (mg/L)	172,24	210,21	76,81
HümkikAsit (mg/L)	718,36	735,65	286,25
Karbonhidrat (mg/L)	173,71	31,28	30,37
Polisakkarit (mg/L)	34,99	452,90	237,90
EPS toplam (mg/L)	1099,30	1430,04	631,33

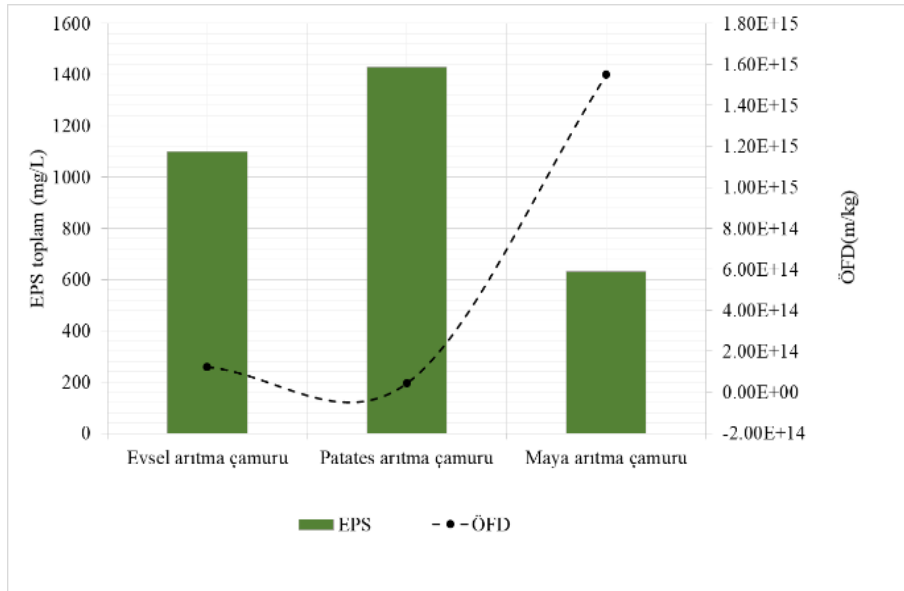
Patates endüstrisi arıtma çamurunda diğer arıtma çamuru örneklerine göre protein konsantrasyonunun daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Patates işleme endüstrilerinde oluşan atığın cinsi, özellikleri ve miktarı her adımında farklılık gösteren kirlilik yükü ağır olan atıksu olarak değerlendirilir. Karbonhidrat konsantrasyonunun diğer endüstrilere göre evsel arıtma çamurlarında daha yüksek olduğu görülmüştür. Atıksularda bulunan başlıca organik bileşikler proteinler, karbonhidratlar, yağlar, petrol artıkları ve üredir. Bu kapsamda, evsel arıtma çamurunda yüksek bulunan karbonhidrat konsantrasyonunun insan kaynaklı organik madde girişlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Patates endüstrisi atıksularında bulunan yüksek nişasta içeriğine bağlı olarak patates endüstrisi arıtma çamurlarının polisakkarit konsantrasyonunun diğer endüstrilere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Toplam EPS konsantrasyonu KES konsantrasyonu ile uyumlu olduğu yüksek EPS içeriğine sahip olan arıtma çamurunda kapiler emme süresinin daha büyük olduğu ve su verme özelliklerinin daha kötü olduğu gözlenmiştir (Şekil 1)



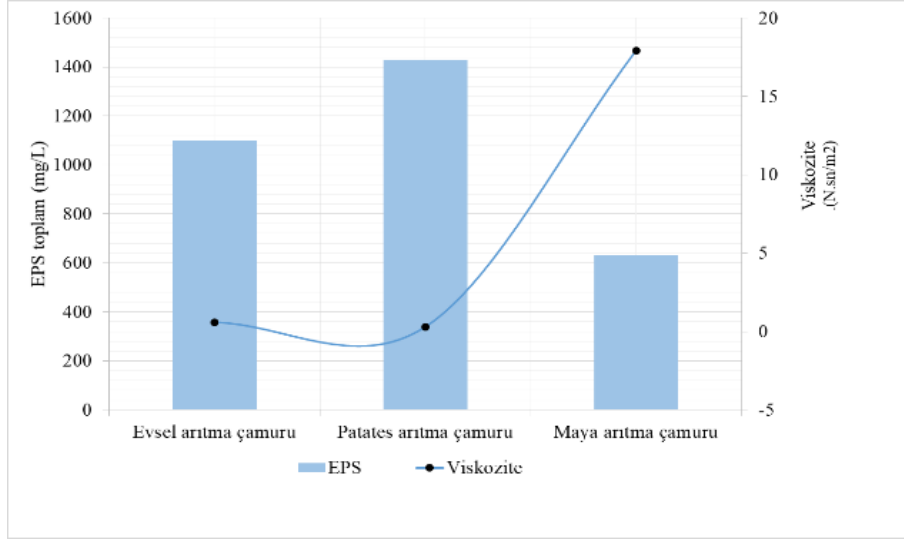
Şekil 1. EPS_{toplam} değeri ile KES karşılaştırılması

Arıtma çamurlarının su verme özelliklerini gösteren parametrelerden biri olan SRF ile EPS konsantrasyonu zıt olarak yüksek EPS içeriğine sahip çamurun özgül filtre direncinin daha az olduğu belirlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. EPS_{toplam} değeri ile ÖFD karşılaştırılması

ÖFD ile EPS arasındaki ilişkiye benzer olarak yüksek EPS konsantrasyonuna sahip arıtma çamurunun viskozite değerinin düşük olduğu gözlenmiştir. Maya endüstrisinden gelen arıtma çamurunun diğer çamur örneklerine göre daha akışkan olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. EPS_{toplam} değeri ile Viskozite karşılaştırılması

4. Tartışma ve Sonuçlar

Sonuç olarak, literatürde de belirtildiği üzere arıtma çamurlarının susuzlaştırılmasında etkili olan EPS konsantrasyonu çeşitli arıtma çamurları için farklı seviyelerde olduğu görülmüştür. Arıtma çamurlarının sahip olduğu EPS miktarı evsel atıksu değerleri göz önüne alındığında en yüksek hümitik asit miktarı olduğu gözlenmiştir. Hümitik asit miktarı için diğer endüstrilere bakıldığında gıda sektörü çamurlarında en yüksek değerin patates arıtma çamurunda olduğu görülmüştür. Aynı zamanda evsel arıtma çamurunda yüksek oranda protein ve karbonhidrat gözlenmiştir. Patates endüstrisi arıtma çamurlarına bakıldığında polisakkarit miktarının çalışılan diğer endüstri arıtma çamurlarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Protein miktarı açısından en yüksek değerin patates endüstrisi ve evsel arıtma çamurunda olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çamurun KES parametresi ile Toplam EPS değerinin uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Teşekkürler

Yazarlar, destekleri için TUBİTAK'a teşekkür ederler (Proje No: 112Y301).

Bu çalışma 5-9 Eylül 2018'de Prizren, Kosova'da gerçekleştirilen "International Conference on Science and Technology (ICONST 2018)" de tam metin olarak yayınlanmıştır. / This study was published as a full text paper in International Conference on Science and Technology (ICONST 2018) held from September 5 to 9, 2018, in Prizren, Kosovo.

Kaynaklar

- American Public Health Association, (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (21th Ed.). APHA, AWWA, WEF, Washington.
- Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A., Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analytical Chemistry. 28, 350-356.
- Frolund, B., Palmigren, R., Keidin, G.K., Nielsen, P.H. (1996). Extraction of extracellular polymer from activated ludge using a cation exchange resin. Water Res. 30, 1749-58.
- Lo, M.C.I., Lai, C.K.K., Chen, G.H., (2001). Salinity effect on mechanical dewatering of sludge with and without. Chemical Conditioning.Sci. Technol. 35 (23), 4691-4696.

- Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L., Randall, R.J. (1951), Protein measurement with the Folin phenol reagent. *The Journal of biological chemistry*. 193 (1), 265-275.
- Liu, Y., Fang H.H.P. (2003). Influences of Extracellular Polymeric Substances (EPS) on Flocculation, Settling, and Dewatering of Activated Sludge, *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 33 (3), 237-273.
- Ayol, A. (2007). Arıtma çamuru flok ayrıştırma mekanizmalarının çamur su verme özellikleri üzerine etkisi: Enzimlerle arıtım yöntemi İTÜ dergisi/e su kirlenmesi kontrolü, 17 (3), 15-24 Kasım 2007
- Jin, B., Wilén, B.M., Lant, P. (2004). Impacts of morphological, physical and chemical properties of sludge flocs on dewaterability of activated sludge, *Chemical Engineering Journal* 98, 115–126.
- Mikkelsen, L. H., Keiding K. (2002). Physico-chemical characteristics of full scale sewage sludges with implications to dewatering, *Water Research* 36, 2451–2462.
- Uzun, B. 2015. Arıtma çamurlarında EPS (Hücre dışı polimerik maddeler) konsantrasyonu izlenmesi. Bitirme Tezi. AİBÜ Çevre Müh. Böl. Bolu.
- Tuan, P., Mika, S., Pirjo, I. (2012). Sewage Sludge Electro-Dewatering Treatment—A Review, *Drying Technology: An International Journal*, 30 (7), 691-706.

Received: 14.12.2018

Accepted: 27.12.2018

DOI: 10.30516/bilgesci.497147

ISSN: 2651-401X

e-ISSN: 2651-4028

2(Special Issue), 98-108, 2018

Elma İşleme Atıklarının Özelliklerinin Belirlenmesi ve Bertaraf Yöntemlerinin İncelenmesi

Kemal Sülük^{1*}, İsmail Tosun¹, Kamil Ekinci²

Özet: Türkiye, elma ve elma işleme ürünleri, meyve üretim alanı ve üretim miktarları bakımından ilk on ülke arasında yer almaktadır. Dünyadaki elma üretimi çoğunlukla Çin, ABD ve Türkiye’de gerçekleştirilmektedir. Türkiye’de üretilen elmaların % 76,3’ü on ilde gerçekleştirilmektedir. Bu iller arasında ilk sırada yer alan Isparta’yı Niğde, Karaman ve Antalya takip etmektedir. Elma işleme endüstrisinin ön eleme-temizleme işlemlerinden kaynaklanan atıklar, işleme için uygun olmayan yapraklar, dallar ve meyvelerden oluşmaktadır. Elma işleme atığının yaklaşık % 20’si hayvan yemine katkı maddesi olarak kullanılmakta ve geri kalan % 80’i düzenli/düzensiz depolama ve yakma işlemleri ile bertaraf edilmektedir. Bu çalışmada, elmanın ön işlemlerinden kaynaklanan atıkların fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiş ve bu atıkların bertarafı için stratejilerin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada kullanılan katı atık örnekleri, Isparta’da faaliyet gösteren Elmataş Göller Bölgesi Meyve ve Sebze Değerlendirme Şirketi’nden alınmıştır. Elde edilen örnekler su muhtevası, birim hacim ağırlığı (BHA), serbest boşluk oranı (FAS), organik madde (OM) içeriği, pH ve elektriksel iletkenlik (EC) değerleri, C/N oranı, amonyum ve nitrat değişimleri açısından analiz edilmiş ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Elma işleme işleminden önce ve işlem sırasında aşırı su kullanılmaktadır. Elma işleme endüstrisi ön eleme-temizleme atıklarında yapılan deneylerde su içeriği % 82,5, BHA 0,78 kg/l, FAS % 30,46, OM içeriği % 94,62, pH 4,12, EC 1,05 dS/m ve C/N oranı 30 olarak bulunmuştur. Elma işleme endüstrisi ön eleme-temizleme atıklarının organik madde ve su muhtevası yüksek, pH değeri ise düşüktür. Bu atıkların bitkisel ve hayvansal kaynaklı diğer atıklar ile uygun oranlarda karıştırılarak değerlendirilmesi mümkündür. Buna göre kompostlama ve anaerobik artım yöntemleri alternatif bertaraf yöntemleri olarak görülmektedir.

Keywords: Elma işleme atıkları, kompostlama, yakma, bertaraf stratejileri, Isparta

Determination of Properties of Apple Processing Waste and Investigation of Appropriate Disposal Methods

Abstract: Turkey is among the top ten countries in terms of apple and apple processing products, fruit production area and production quantities in the world. Most of the apple production in the world are realized in China, the US and Turkey. 76.3% of the apples produced in Turkey are performed in ten provinces. Isparta is ranked the first followed by Niğde, Karaman and Antalya. The wastes from pre-screening-cleaning processes in the apple processing industry are composed of leaves, branches, and fruit that are not suitable for processing. Approximately 20% of the apple processing waste is used as an additive to animal feed, and the remaining 80% is disposed of by regular / irregular disposal and burning operations. In this study, the physical and chemical properties of wastes from apples pre-processing were determined and the strategies

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 32260, Isparta, Türkiye

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, 32260, Isparta, Türkiye

* Corresponding author (İletişim yazarı): kemalsuluk@gmail.com

Citation (Atf): Sülük, K., Tosun, İ., Ekinci, K. (2018). Elma İşleme Atıklarının Özelliklerinin Belirlenmesi ve Bertaraf Yöntemlerinin İncelenmesi. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 2 (Special Issue): 98-108.

for disposal of these wastes were aimed to be developed. Solid waste samples used in this study were obtained from Elmataş Göller Region Fruit and Vegetable Processing Company operating in Isparta. The obtained samples were analyzed for water content, weight per unit volume (BHA), free air space (FAS), organic matter (OM) content, pH and electrical conductivity (EC) values, C/N ratio, phosphorus, ammonium and nitrate changes and the results obtained were evaluated. Excess water was used before the apple processing process and during the process. The results obtained from pre-screening-cleaning wastes of apple processing industry showed that water content, BHA, FAS, OM, pH, EC, and C/N ratio were 82.5%, 0.78 kg/l, 30.46%, 94.62%, 4.12, 1.05 dS/m, and 30, respectively. Analysis results show that pre-screening-cleaning wastes of apple processing industry have high organic matter and water content, while the pH value is low. It is possible to evaluate these wastes by mixing them in appropriate proportions with other wastes of vegetable and animal origin. Accordingly, composting and anaerobic treatment methods seem to be alternative disposal methods.

Keywords: Apple processing wastes, composting, incineration, disposal strategies, Isparta.

1. Giriş

Elma, ılıman iklim meyve türleri grubu içinde yer alan ve dünyada üretimi çok olan meyvelerden biridir. Elmanın yaygın bir kullanım alanı bulunmaktadır. Gerek sofralarda meyve, reçel, marmelat, çay, sirke olarak tüketilmekte gerekse tıbbi alanda kullanılmaktadır. Dünya’da ve Türkiye’de elma üretimi sırasıyla 80 milyon (FAO, 2013) ve 3 milyon tondur (TUİK, 2017). Dünya elma üretiminde önde gelen ülkeler arasında Çin, Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve Türkiye yer almaktadır. 39 milyon tonluk elma üretimi ile üretim yapan Çin’i, 4 milyon ton ile ABD, 3,1 milyon ton ile Türkiye izlemektedir. Ülkelere göre elma üretim miktarları Çizelge 1’de gösterilmiştir (FAO, 2013).

Çizelge 1. Ülkelerin Dünya elma üretimindeki yeri

Ülkeler	Elma Üretimi (ton)	Oran (%)
Çin	39.682.618	49,10
ABD	4.081.608	5,05
Türkiye	3.128.450	3,87
Polonya	3.085.074	3,82
İtalya	2.216.963	2,74
Hindistan	1.915.000	2,37
Fransa	1.737.482	2,15
Şile	1.709.582	2,12
İran	1.693.370	2,10
Rusya	1.572.000	1,95
Arjantin	1.245.018	1,54
Brezilya	1.231.472	1,52
Ukranya	1.211.400	1,50
Özbekistan	937.000	1,16
Meksika	858.608	1,06
Diğer ülkeler top.	14.516.876	17,95
Dünya	80.822.521	100

Dünyada elma üretim miktarları yıllara göre sürekli artış göstermesine rağmen elma üretim alanları 1990’lı yılların ortaları itibariyle azalma eğilimi göstermiş ve bu eğilim 2009 yılı itibariyle artışa geçmiştir. İlk yıllarda elma üretim alanlarında azalmalar olmasına rağmen elma üretiminde artışlar gözlenmiştir. Elma ıslah çalışmalarının her geçen gün artması ve tarımsal teknolojilerinin gelişmesi verimliliği artırmış ve üretime olumlu yansdığı görülmüştür (Aras, 2015).

1.1. Türkiye’de elma üretimi

Elma uzun yıllardır Türkiye’de en çok üretimi yapılan meyve türü olmakla birlikte tarihsel süreçte ekonomik anlamda da Türkiye’nin en cazip meyve türü olmuştur (Ercişli, 2004). Ülkemizin coğrafi yapısı ve iklim koşullarına en uygun meyve olması hemen hemen her bölgede yetiştirilmesine imkan sağlamaktadır. Ülkemizde tarıma elverişli alanların yaklaşık %15’inde meyve yetiştiriciliği yapılmakta olup toplam meyve alanlarının %5,3’ünü elma oluşturmaktadır. Ayrıca 2014 yılında yaklaşık 1,8 milyon dönümlük alanda 2,5 milyon ton elma üretilmiştir (Anonim, 2014). TÜİK verilerine göre Türkiye’de yıllara göre üretilen meyve çeşitleri ve üretim miktarları Çizelge 2’de gösterilmiştir. Bütün illerimizde elma üretimi yapılmakla birlikte 10 ilimiz ticari olarak ön plana çıkmaktadır (TÜİK, 2017). Bu iller içinde Isparta, Karaman ve Niğde üretimin yaklaşık yarısını karşılarken bu illeri Antalya, Denizli, Çanakkale, Mersin, Kayseri, Kahramanmaraş ve Konya takip etmektedir. Elma üretimin % 75,5’lik kısmı bu illerimizde yapılmaktadır.

Isparta ilinin genelinde açık ve kapalı elma bahçe sayısının fazla olması, ülke elma üretimi içindeki payını artırmaktadır. Bölgede elma yetiştiriciliği 1960’lı yıllarda başlamış ve günümüze 646.266 ton üretime kadar yükselmiştir. Elma üretiminde Eğirdir, Gelendost, Yalvaç, Senirkent, Isparta Merkez ve diğer ilçeler takip etmektedir (İşçi, 2014). Isparta ili ve ilçelerinde yetiştirilen elma üretim miktarları Çizelge 3’te gösterilmiştir (TÜİK, 2017). Isparta’da Asya Meyve Suyu, Elması, Elmataş ve Anadolu Etap Meyve Suyu fabrikaları faaliyet göstermektedir.

1.1. Elma suyu üretim teknolojisi

Türk Gıda Kodeksi Meyve Suyu Ve Benzeri Ürünler Tebliği’ne göre (Tebliğ No: 2014/34), meyve suyu; sağlam, olgun, taze veya soğukta ya da dondurularak muhafaza edilmiş, tek meyvenin veya daha fazla meyve karışımının yenilebilir kısımlarından elde edilen, elde edildiği meyve ve meyvelerin karakteristik renk, aroma ve tadına sahip, fermente olmamış ancak fermente olabilen ürün olarak tanımlanmaktadır (Resmi gazete, 2014). Ana hatlarıyla elma suyu endüstriyel üretim prosesi iş akış şeması Şekil 1’de gösterilmiştir. Elmalar, stok alanından, meyve boşaltma havuzlarına alınarak dik helezon yardımı ile meyve yıkama havuzlarına aktarılmaktadır. Yıkama havuzlarında, elma ile taşınan toprak, taş, yaprak vb. maddelerin uzaklaştırılması için, ham su ile yıkama işlemi uygulanmaktadır. 2. kademe yıkamada ters osmoz suyu ile yıkanıp, son duşlama (durulama) yapılmaktadır. Yıkama işlemi tamamlanan meyveler, konveyör bant aracılığı ile meyve parçalama bölümüne iletilmeden önce, seçme işlemine tabi tutulmaktadır. Seçme bölümünde, hammaddeki ham, çürük, ezik, vb. kusurlu meyvelerin ve sap, yaprak gibi yabancı maddelerin seçilme işlemi gerçekleştirilmektedir. Yıkanarak temizlenmiş meyveler, çekirdek çıkarma işleminin ardından, değirmende parçalanarak elekten geçirilip, meyve eti değirmenine aktarılmaktadır (AEP, 2016).

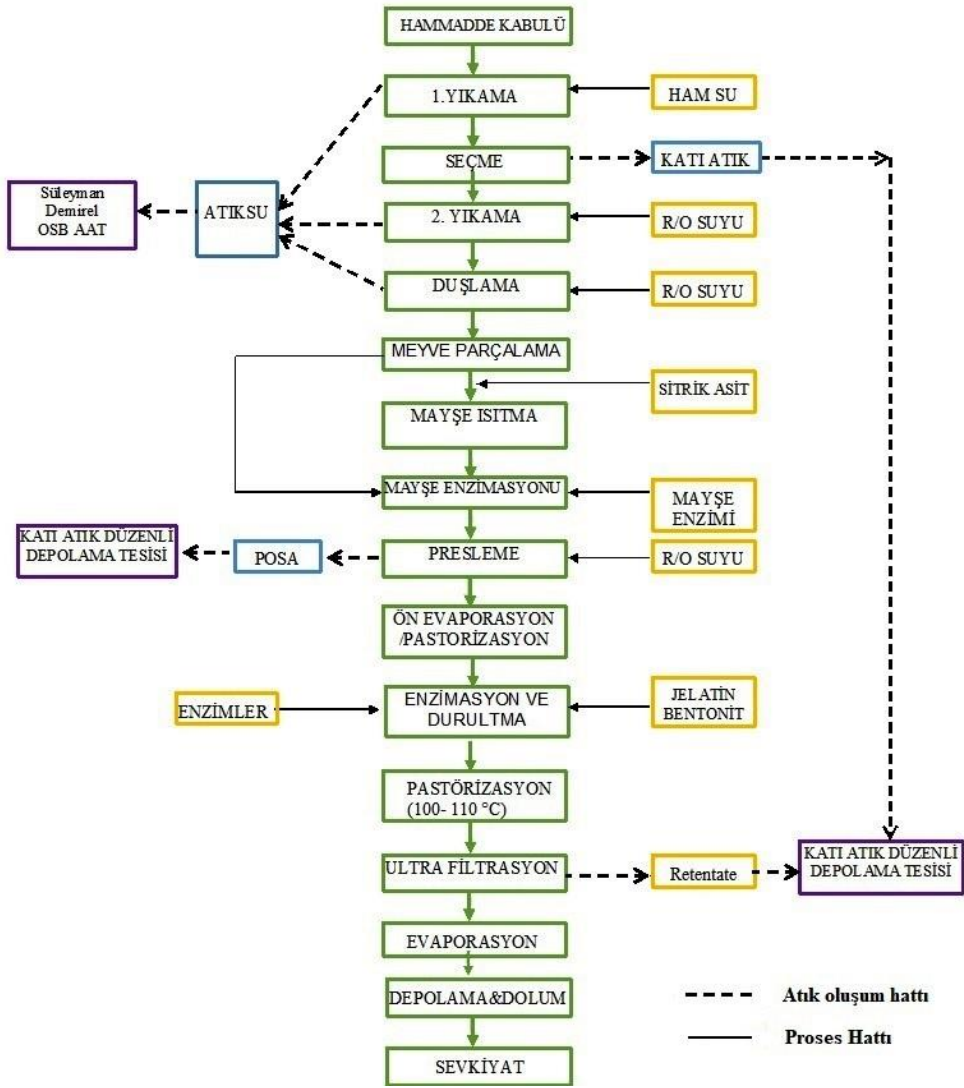
Çizelge 2. Türkiye’de yıllara göre meyve üretimi (ton)

Yıllar	Üzüm	Elma	Portakal	Kayısı
2005	3.850.000	2.570.000	1.445.000	894.000
2006	4.000.063	2.002.033	1.535.806	483.459
2007	3.612.781	2.457.845	1.426.965	589.732
2008	3.918.442	2.504.494	1.427.156	750.574
2009	4.264.720	2.782.365	1.689.921	660.894
2010	4.255.000	2.600.000	1.710.500	476.132
2011	4.296.351	2.680.075	1.730.146	676.138
2012	4.234.305	2.888.985	1.661.111	795.483
2013	4.011.409	3.128.450	1.781.258	811.609
2014	4.175.356	2.480.444	1.779.675	278.210
2015	3.650.000	2.569.759	1.816.798	696.100

Çizelge 3. Isparta ili ve ilçelerinde yetiştirilen elma üretim miktarları (ton) (TÜİK, 2017)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Gelendost	193.243	186.427	196.994	196.932	195.242	77.835	18.3654	183.047
Eğirdir	154.084	217.889	230.994	235.901	247.318	259.898	249.110	287.492
Yalvaç	43.938	40.461	34.407	36.249	35.961	13.371	17032	17.114
Senirkent	35.613	53.746	56.614	56.107	60.578	18.148	70472	52.466
Uluborlu	27.710	19.143	18.778	18.226	18.431	1.960	9.233	9.904
Aksu	17.876	18.434	19.910	15.067	15.309	12.310	14.642	15.524
Merkez	17.241	16.742	16.896	14.149	9.973	6.653	9.380	7.233
Gönen	15.761	16.260	17.662	17.170	19.941	5.984	5.416	5.293
Atabey	15.535	10.840	9.836	11.526	8.166	3.097	9.575	10.514
Şarkikaraağaç	14.654	18.631	21.348	20.971	21.902	25.354	20.557	21.491
Keçiborlu	8.256	5.596	5.596	4.921	4.920	4.520	3.287	3.261
Sütçüler	3.040	3.040	3.040	3.022	3.177	1.741	1.576	1.512
Yenişarbademli	2.420	2.720	2.720	4.621	5.348	5.067	2.569	2.524
Toplam	549.371	609.929	634.795	634.862	646.266	435.938	596.503	617.375

Parçalanmış meyve eti (mayşe), konsantre renk kaybını önlemek amacıyla, ısıtma işlemine tabi tutulmakta ve uygulama sıcaklığı 50-70 °C arasında değişmektedir. Isıtma işlemine tabi tutulan mayşeye, mayşe tanklarında renk veya enzim ilavesi yapılabilmektedir. Mayşe enzimasyonunda, en önemli etken bekleme süresi ve sıcaklıktır. Böylelikle, yardımcı enzim ilaveleri ile, elmadan maksimum verim alınması sağlanmaktadır. Enzimasyon işleminin ardından presleme bölümüne aktarım yapılmaktadır. Presleme ile, mayşedeki sıvı fazın, meyve suyu olarak ayrılması gerçekleşmektedir. Presleme işleminin ardından ön evaporasyon ve pastörizasyon işlemine tabi tutulan elma meyvesi, bu işleminin ardından, enzimasyon ve durultma işlemine tabi tutulmaktadır. Devamında pastörizasyon, ultra filtrasyon ve evaporasyon işlemi ile, sterilize edilmiş, konsantre edilmiş, kimyasal değişmeye karşı stabilize edilmiş ve hacim azalması sağlanmış olan elma suyu üretilmektedir. Proses iş akım şemasında da görüldüğü gibi proses esnasında bazı katı ve sıvı yan ürünler-atıklar oluşmaktadır. Katı atıklar; elma posası ile ön eleme temizleme atıklarından, atıksu ise 1. ve 2. yıkama işleminden meydana gelmektedir (AEP, 2016).



Şekil 1. Endüstriyel elma suyu üretimi iş akış şeması (AEP, 2016)

1.2. Elma işleme atıklarının bileşimi

Elma işleme atıkları ön eleme-temizleme atıklarından ve posadan meydana gelmektedir. Ön eleme-temizleme atıkları; elma posası ile birlikte ham, çürük, ezik, kusurlu meyvelerin sap ve yaprakları ve yabancı maddelerden meydana gelmektedir. Elma suyu üretimi prosesinde önemli miktarlarda elma posaları artık olarak oluşmaktadır. Elma posası yan ürün olarak oluşmakta olup, meyve suyu sanayi atıklarının %25-35'ini oluşturmaktadır (Djilas vd., 2009, Vendruscolo vd., 2008). Elma posasının bileşimi, proste kullanılan elmanın çeşidine ve işleme aşamasında kullanılan preslemenin niteliğine ve tekrarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Paganini vd., 2005). Elma posası ve kabuğu, diğer tarımsal atıklarda olduğu gibi hemiselüloz, sellüloz, lignin, mineral ve fenolik bileşiklerce zengin bir yapıya sahiptir (Karaboyacı vd., 2017). Elma posası, kabuk, çekirdek, tohum, çanak yaprak, saptan ve yumuşak dokudan oluşmaktadır (Grigelmo vd., 1999). Elma posasının bileşiminde basit şekerler, az miktarlarda mineraller, proteinler ve vitaminler, bulunmaktadır (Jin vd., 2002). Elma posası ile ilgili yapılan çalışmalarda nem içeriği %70-75 olarak bulunmuştur (Bhushan vd., 2008, Gullón vd., 2007). Elma posasının fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 4'te verilmiştir.

1.3. Elma işleme atıklarının kullanım alanları

Elma suyu üretim prosesi ön eleme-temizleme esnasında çıkan atıklar hiçbir işleme tabi tutulmadan katı atık depolama sahalarında depolanmaktadır. Ayrıca tesiste uzun zamandır biriken bu atıklar doğal yollarla kurumuş ise doğrudan yakılarak bertaraf edilmektedir. Elma posasının hem ekonomik hem de ekolojik açıdan en uygun kullanım alanının pektin üretimi olduğu kabul edilmektedir. Elma suyu üretiminde kullanılan çeşitli enzimlerin posada enzimatik reaksiyonu sonucu esmerleşmesiyle ortaya çıkan koyu renkten dolayı, posanın açık renkli yiyeceklerde kullanımı sınırlı olabilmektedir (Schieber vd., 2001).

Çizelge 4. Elma posasının fiziksel ve kimyasal bileşenleri* (Bhushan vd., 2008)

Bileşen	Miktar	Bileşen	Miktar
Nem (%)	3,90–10,80	Karbonhidratların alkolde eriyebilir fraksiyonu	
Protein (%)	2,94–5,67	Sakaro (%)	3,80–5,80
Toplam Karbonhidrat (%)	48,0–62,0	Fruktoz (%)	19,50–19,70
Lif (%)	4,70–51,10	Glikoz (%)	48,30
Suda çözünebilir Lif (%)	36,50	Ksiloz, mannoz, galaktoz (%)	1,20–4,40
Suda çözünemez Lif (%)	14,60	L-malik asit (%)	2,60–3,20
Yağ (%)	1,20–3,90	Arabinoz ve ramnoz (%)	7,90–6,0
Pektin (%)	3,50–14,32	Glikooligosakkaritler (%)	3,40–3,80
Kül (%)	0,50–6,10	Ksilooligosakkaritler (%)	3,0–3,70
Mineraller		Arabinoooligosakkaritler (%)	0,20–0,40
Fosfor (%)	0,07–0,076	Üronik asit (%)	2,70–3,40
Potasyum (%)	0,43–0,95	Karbonhidratların alkolde çözünemez fraksiyonu	
Kalsiyum (%)	0,06–0,10	Glukan (%)	41,90–42,90
Sodyum (%)	0,20	Nişasta (%)	14,40–17,10
Magnezyum (%)	0,02–0,36	Selüloz (%)	7,20–43,60
Bakır (%)	1,10	Ksiloz polisakkarit, mannoz-galaktoz	13,0–13,90
Çinko (%)	15,00	Arabinoz ve ramnoz polisakkarit (%)	8,10–9,0
Manganez (%)	3,96–9,00	Asit deterjan lignin (%)	15,20–20,40
Demir (mg/kg)	31,80–38,30	Üronik asit (%)	15,3

*Kurutulmuş elma posası

Posanın içerdiği bileşenlerin besin değerlerinin yüksek olması ve geri kazanımının mümkün olabilmesi, posanın gıda katkısı ve tamamlayıcısı olarak kullanım imkanını ortaya çıkarmış ve atıklara olan ilgiyi artırmıştır. Ancak bu işlemler endüstriyel boyutta ileri teknoloji yatırımları gerektirdiğinden yüksek maliyetleri sebebiyle zaman zaman sadece bilimsel araştırmadan öteye geçemeyen çalışmalar şeklinde kalmıştır. Çeşitli araştırmacılar tarafından posadan enzim üretimi (Joshi vd., 2006, Schemin vd., 2005), organik asit (Shojaosadati ve Babaeipour, 2002), etanol (Hang vd., 1981), aroma bileşenleri (Medeiros vd., 2000), doğal antioksidanlar (Lu ve Foo, 2000) ve yenilebilir liflerin üretimi (Masoodi vd., 2002) ile ilgili çalışmalar yapılmıştır.

1.4. Elma suyu işleme atıklarının çevresel etkileri

Artan nüfus ile birlikte meyve işleyen fabrikaların sayısının da gün geçtikçe artması göz önüne alınarak, atık miktarlarının artması ve buna paralel olarak yeni atık problemlerinin ortaya çıkmasını kaçınılmaz hale getirmektedir. Meyve işleme sanayi prosesinden doğal ve insan yaşamı üzerinde olumsuz etkileri bulunan atıksular ve katı atıklar oluşmaktadır.

Atıksular yüksek oranda biyolojik olarak parçalanabilir organik madde muhtevasına sahiptir. Bu organik maddeler, doğrudan toksik veya zararlı olmamakla birlikte, çoğunlukla şeker türevi içeren bileşiklerden meydana geldiğinden, su kaynaklarına deşarj edilmesi durumunda oksijen tüketiminin artmasına sebep olmaktadır. Meyve işleme atıksularının yüksek miktarda organik asit içermesi (düşük pH), azot ve fosfor eksikliğinden kaynaklanan besin miktarının az olması, üretim prosesine bağlı olarak atıksuyun miktarındaki ve karakterizasyonundaki dalgalanmalardan dolayı ham atıksuyun arıtılması zor ve maliyeti de yüksektir. Deşarj, eğer bir su ortamına yapılacaksa tam arıtım yapılması, kanalizasyona deşarj yapılacaksa ön arıtım yapılması zorunludur (Elmaslar, 2002).

Meyve işleme sanayinin katı atıkları; kabuklar, tohumlar, dal ve yapraklar, çürümüş, ezik meyveler ve elma posası içeren bitkisel atıklardır. Meyve suyu üretimin her geçen gün artması ile birlikte mikrobiyal bozunmaya eğilimli organik madde içeren bu atıkların da miktarı artmakta ve giderek büyüyen bir sorun haline gelmektedir. Bu atıkların depolanması, kurutulması ve taşınması da maliyet gerektiren işlemlerdir. Meyve işleme endüstrisine ait bitkisel kaynaklı katı atıklar oluşumundan sonra mikrobiyolojik olarak bozulmaya başlarlar. Bu da görüntü ve koku kirliliğine sebep olmaktadır. Bu problemlerin oluşmaması için kurutma alternatifi ön plana çıkmakta ancak maliyeti yüksek olduğundan dolayı bu işlem de birçok üretici tarafından tercih edilmemektedir.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmaya konu olan elma işlemeden oluşan (ön eleme-ayırma) katı atıklar Isparta'da faaliyet gösteren Elmataş Göller Bölgesi Meyve ve Sebze Değerlendirme Şirketi'nden temin edilmiştir (Şekil 2). Atıklar arazide bir süre kurutulduktan sonra parçalayıcı yardımıyla öğütülmüş ve analizleri gerçekleştirilmiştir. Analiz metotları Çizelge 5'de verilmiştir.



Şekil 2. Elma işleme ön eleme-temizleme atıkları

Çizelge 5. Elma işleme atıklarında yapılan analizler ve metotları

*Parametre	Analiz Metodu
SM	TMECC
BHA	TMECC
FAS	TMECC
OM	TMECC 03.02-A
pH	TMECC 04.11-A1:5
EC	TMECC 04.10-A1:5
C/N	Elemental Analiz
Amonyum	SSSA, 1996
Nitrat	SSSA, 1996

* SM: su muhtevası, OM: organik madde muhtevası,
BHA: birim hacim ağırlığı, FAS: serbest boşluk oranı,
EC: elektriksel iletkenlik.

3.Bulgular

Türkiye'de meyve suyuna işlenen toplam meyve miktarları 2000 yılında 433.000 ton iken 2007 yılında 737.000 ton, 2008 yılında ise 771.000 tondur. Meyve suyuna işlenen elma ise yıllar içerisinde 244.000 ton ile 409.000 ton arasında değişiklik göstermekte ve işlenen meyveler içinde her yıl en yüksek oranda kalmaktadır. 2002 ile 2008 yılları arasında meyve suyu sanayisinin işlediği meyve ve sebze miktarları (Çizelge 6) göz önüne alındığında Türkiye'de yıllara göre meyve üretimine göre her yıl yaklaşık ortalama üretilen elmanın %13,5'i meyve suyu olarak işlenmektedir (MEYED, 2008., Akdağ, 2009). Ülkemizde hammadde olarak elmanın payı yıldan yıla azalmakla beraber %43,3 ile ilk sırada yer almaktadır (Çizelge 7). Diğer meyvelere oranla en fazla oranda işlenen ve her yıl giderek üretimi artan elmanın (Çizelge 2) meyve suyuna işlenmesi sonucunda ortaya çıkan atıkları da artmaktadır. Elma işleme atıkları (posa dahil), elma suyu üretim atıklarının %25-35'ini oluşturmaktadır. Yani 2016 yılı üretim verilerine göre ülkemizde 133.125 ton elma işleme atığı oluşmuş olup bu atıkların büyük çoğunluğu herhangi bir işleme tabi tutulmadan düzenli/düzensiz depolama tesislerine gönderilmiştir. Dünya genelinde ise bu rakam yaklaşık 4,2 milyon tonlara kadar ulaşmakta ve çevre için ciddi bir problem teşkil etmektedir (Vendruscolo vd., 2008).

Çalışmada kullanılan elma işleme ön eleme-temizleme atıklarının bazı fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmış olup Çizelge 8'de verilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında organik madde muhtevasının çok yüksek olduğu görülmüş olup literatür çalışmaları ile de benzerlik göstermektedir (Çizelge 4).

Çizelge 6. Meyve suyuna işlenen meyve miktarları (bin ton) (TÜİK, 2017; MEYED, 2008)

Meyve	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Vişne	9,9	54,7	35,7	37,1	52,2	72,6	54,6
Kayısı	13,9	34,8	24,8	30,8	36,1	38,2	74,9
Şeftali	26,2	51,5	30,2	75,9	65,3	90,1	118,8
Elma	244,5	341,5	338,0	409,2	282,9	356,8	333,8
Portakal	31,7	28,3	46,2	33,1	37,8	53,3	63,9
Nar	-	-	-	17,6	46,6	57,5	49,5
Havuç	-	-	-	-	-	30,6	30,7
Üzüm	-	-	-	10,9	8,4	18,3	16,9
Çilek	-	-	-	-	-	4,1	7,7

Ayrıca pH değeri çok düşük olmamakla birlikte elektriksel iletkenlik değeri de (1,05 dS/m) düşüktür. Nitrat değerlerine bakıldığında yüksek olduğu görülmekte, bunun sebebinin de elma üretimi esnasında verilen kimyasal azot kaynaklı ilaçların atıklara kadar taşınmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca atığın çok yüksek su muhtevasına sahip olması (%82,5), ele alınması gereken en önemli parametrelerden biri olduğunu göstermektedir.

Çizelge 7. İşlenen meyvelerin türlere göre dağılımı (%) (TÜİK, 2017; MEYED, 2008)

Meyve	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Vişne	2,9	10,5	7,0	5,9	8,9	9,8	7,1
Kayısı	4,0	6,7	4,9	5,0	6,2	5,2	9,7
Şeftali	7,6	9,9	5,9	11,9	11,2	12,2	15,4
Elma	70,7	65,5	66,2	65,1	48,6	48,4	43,3
Portakal	9,2	5,4	9,1	5,3	6,5	7,2	8,3
Nar	-	-	-	2,7	8,0	7,8	6,4
Havuç	-	-	-	-	-	4,2	3,9
Üzüm	-	-	-	1,7	1,4	2,5	2,2
Çilek	-	-	-	-	-	0,6	1,0

Çizelge 8. Elma işleme ön eleme-temizleme atığının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Parametre	Elma İşleme ön eleme-temizleme atığı
MC (%)	82,5
OM (%)	94,62
pH	4,12
EC (dS/m)	1,05
TC (%)	44,28
TN (%)	1,48
C/N	30
BHA (kg/lt)	0,78
FAS (%)	30,46
NH ₄ ⁺ -N (mg/kg)	34
NO ₃ -N (mg/kg)	537

4. Tartışma ve Sonuçlar

Isparta'da son 10 yılda elma üretimi yıllık ortalama olarak 590.000 ton/yıl olmuştur. Türkiye'deki üretimi en çok Isparta'da gerçekleştirilmekte olup (%20,4), bunu Karaman (%13,6), Niğde (%12,9) ve Antalya izlemektedir. Proses sonrası açığa çıkan atık miktarı, prosese giren elmanın %25-35'i kadardır.

Elma işleme prosesinde yıkama ve durulama esnasında yıllık ortalama 100.000 tonluk hammaddenin yıkanması için, günlük 2.500 m³ yıkama suyuna ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle, elmaların yıkanması sonucu günde 2.500 m³ atıksu oluşmaktadır. Oluşan atıksu ya paket arıtma (fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma) ile arıtılarak kanalizasyona deşarj edilmekte ya da ön çökeltim havuzunda bekletilerek alıcı ortama deşarj edilmektedir.

Elma işleme prosesi sonucunda oluşan katı atıklar ön eleme-temizleme atıkları ve posa olmak üzere 2 grupta ayrılmaktadır. Ön eleme-temizleme atıkları dal-budak atıkları, bitki kökü, sapı ve gövdesi, yapraklar, ezik-çürük meyveler ve diğer atıklardan oluşmaktadır. İkinci grup ise işleme sonrası ayrılan ve prostesten geçen tohum, pulp, posa ve kabuklardır. Birinci grupta ayrılan atıklar genelde biyogaz, kompost, hayvan yemi ve gübrelemede kullanılmaktadır. Sadece yaklaşık % 20'sinin hayvan yemi olarak kullanılması, bu atıklar için daha efektif bertaraf stratejisi olan kompostlamayı ön plana çıkarmaktadır. Her iki atık türünün organik madde açısından zengin olması (%94,62), bu atıkların kompostlaştırma ile değerlendirilebileceği alternatifini daha güçlü hale getirmektedir. Posa ve ön eleme-temizleme atıklarının su muhtevasının yüksek olmakla birlikte (%82,5), bu atıkların suyunu azalttıktan sonra veya daha düşük su muhtevasının sahip biyo-bozunur atıklar ile karıştırılarak aerobik kompostlaştırma yapılabilir. Prostesten elde edilecek kompost ürünü meyve bahçelerinde ve peyzaj alanlarında kullanılabilir.

Sonuç olarak, meyve işleme prosesi esnasında ortaya çıkan katı atıkların değerlendirilmesi, yalnız çevre kirliliğinin önlenmesi açısından değil, elde edilen ürünün çeşitliliği açısından da önemlidir. Bu nedenle atıkların kompostlaştırılarak katma değeri yüksek olan kompost ürününün eldesi ve bu ürünlerin meyvecilikte ve diğer tarımsal faaliyetlerde kullanılması insan sağlığı, çevre kirliliği ve ülke ekonomisi açısından büyük önem arz etmektedir.

5. Teşekkürler

Bu çalışma 5-9 Eylül 2018 tarihlerinde Prizren / Kosova'da düzenlenen International Conference on Science and Technology (ICONST 2018) adlı konferansta tam metin olarak yayınlanmıştır.

Kaynaklar

AEP (2016). Anadolu Etap Penkon Gıda ve Tarım Ürünleri San. ve Tic. A.Ş. Meyve suyu konsantresi üretim tesisi, Nihai proje tanıtım dosyası.

- Akdağ, E., Budaklıoğlu E., (2009). MEYED - Türkiye Meyve Suyu Endüstrisi İstatistiki Değerlendirme Raporu 2000-2008.
- Anonim, (2014). T.C. Isparta Valiliği, <http://www.isparta.gov.tr/isparta-elmasi> (erişim tarihi: 11.07.2018).
- Aras, İ. (2015) Elma Sektörü Raporu-Karaman, Mevlana Kalkınma Ajansı, Konya.
- Bhushan, S., Kalia K., Sharma M., Singh B., Ahuja P.S. (2008). Processing of Apple Pomace for Bioactive Molecules. *Critical Reviews in Biotechnology*, 28:4, 285–296.
- Djilas, S., Čanadanović J., Četković B.G. (2009). By-products of fruits processing As a source of phytochemicals. *Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly*, 15(4): 191- 202.
- Elmaslar, E. (2002). “Meyve suyu endüstrisi atık sularının ardışık kesikli reaktör sistemi ile arıtılabilirliği” İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksekisans Tezi.
- Ercişli, S. (2004). A Short Review of the Fruit Germplasm Resources of Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution* 51: 419 – 435
- FAO. (2013). FAOSTAT production data [online]. Available at <http://faostat3.fao.org/faostatgateway/go/to/download/Q/QV/E> (Acces data: 25.02.2018)
- Grigelmo-Miguel, N., Gorinstein, S., Martín-Belloso, O. (1999). Characterisation of peach dietary fibre concentrate as a food ingredient. *Food Chemistry*, 65: 175-181.
- Gullón, B., Falqué, E., Alonso, J.L., Parajó, J.C. (2007). Evaluation of Apple Pomace as a Raw Material for Alternative Applications in Food Industries. *Food Technol. Biotechnol.* 45 (4) 426–433.
- Hang, Y.D, Lee, C.Y., Woodams, E.E., Cooley, H.J. (1981). Production of Alcohol from Apple Pomace. *Applied and Environmental Microbiology*, 42: 1128-1129
- İşçi, M. (2014). “Isparta ilinde elma bahçelerinde zararlı olan elma içkurdu [Cydia pomonella (L.) Lep.: Tortricidae]’ nun yaygın olarak kullanılan bazı insektisitlere karşı duyarlılık düzeylerinin belirlenmesi” SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Jin, H., Kima H.S, Kim S.K., Shin M.K., Kim J.H., Lee J.W. (2002). Production of heteropolysaccharide-7 by *Beijerinckia indica* from agro-industrial by products. *Enzyme and Microbial Technology*, 30: 822–827.
- Joshi VK, Parmar M, Rana NS (2006). Pectin Esterase Production from Apple Pomace, Pectin Esterase Production from Apple Pomace in Solid-State and Submerged Fermentations *Food Technol. Biotechnology*, 44 (2): 253–256.
- Karaboyacı, M., Tama, B., Şencan, A., Kılıç, M. (2017). Recycling of Rose Wastes to Activated Carbon with Ecological Precursor. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*. 1(1): 1-8.
- Lu, Y., Foo L.Y. (2000). Antioxidant and radical scavenging activities of polyphenols from apple pomace. *Food Chemistry*, 68: 81-85.
- Masoodi, F.A., Sharma B., Chauhan G.S. (2002). Use of apple pomace as a source of dietary fibre in cakes. *Plant Foods Human Nutr.*, 57: 121–128.
- Medeiros, A.B.P, Pandey, A., Freitas, R.J.S, Christen P., Soccol C.R. (2000). Optimization of the production of aroma compounds by *Kluyveromyces marxianus* in solid state fermentation using factorial design and response surface methodology, *Biochem. Eng.* 6: 33–39.
- MEYED (2008). Meyve Suyu Endüstrisi Derneği Mayıs 2008 – Ocak 2010 Faaliyet Raporu. İstanbul.
- Paganini, C., Nogueira, A., Silva, N.C., Wosiacki, G. (2005). Utilization of apple pomace for ethanol production and food fiber obtainment. *Ciênc. Agrotec.* 29: 1231-1238.
- Resmi Gazete (2014), Türk Gıda Kodeksi Meyve Suyu Ve Benzeri Ürünler Tebliği (Tebliğ No: 2014/34). Tarih: 06.08.2014, Sayı: 29080.
- Schemin MHC, Ferttonani HCR, Waszczynskyj N, Wosiacki G (2005). Extraction of pectin from apple pomace. *Braz. Arch. Biol. Technology*, 4,2.

- Schieber, A., Stintzing, F.C., Carle R. (2001). By-products of plant food processing as a source of functional compounds recent developments. *Trends in Food Science & Technology*, 12: 401–413.
- Shojaosadati, SA, Babaeipour, V. (2002). Citric acid production from apple pomace in multilayer packed bed solid-state bioreactor. *Process Biochemistry*, 37: 909–914.
- TÜİK (2017). Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr>) Erişim Tarihi: (22.01.2018).
- Vendruscolo, F., Albuquerque, P.M., Streit, F. (2008). Apple Pomace: A Versatile Substrate for Biotechnological Applications. *Critical Reviews in Biotechnology*, 28: 1–12.

Received: 01.12.2018

Accepted: 30.12.2018

DOI: 10.30516/bilgesci.491148

ISSN: 2651-401X

e-ISSN: 2651-4028

2(Special Issue), 109-115, 2018

Müzik Notalarının MATLAB Yazılımıyla Belirlenmesi

Hayati Mamur^{1*}, Ayberk Aktaş¹, Sergen Kuzey¹

Özet: Müzik aletlerinden çıkan seslerin her birinin kendine özgü frekansları ve nota değerleri vardır. Bu notaların bilinmesi uzman kulağı için çok kolay iken, müzikle uğraşmamış bir kişi için bunların belirlenmesi hemen hemen mümkün değildir. Bir müzik aletinden çıkan seslerin frekansları ve nota değerleri bilinir ve bunlar dijital bir ortama aktarılabilirse, diğer aletlerle bunların kıyaslanması rahatlıkla yapılabilecektir. Bu frekans değerleri kullanılarak da değişik müzik parçalarının bilgisayar ortamında yapılması kolaylaşacaktır. Bunun için bu çalışmada, bir müzik aleti olan gitardan çıkan nota değerlerinin belirlenmesi ve bunların frekanslarının saptanması için MATLAB tabanlı bir yazılım geliştirilmiştir. Bu yazılım sayesinde ilk olarak müzik aletinin sesi MATLAB ortamına kaydedilmiştir. Daha sonra da bu sesler işlenerek frekansları belirlenmiş ve bunların hangi notayı temsil ettiği çıkarımı yapılmıştır. Bunlar MATLAB grafik kullanıcı arayüzü (GUI) yardımıyla da ekranda görselleştirilerek kullanıcıya sunulmuştur. Saptanan değerlerin doğrulaması müzik notalarını tanıyıcı başka bir yazılım ile gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: MATLAB, GUI, Fourier dönüşümü, ses frekansı

Determination of Musical Notes with MATLAB Software

Abstract: The sounds of musical instruments each have their own frequencies and note values. While it is easy for the expert's ear to know these notes, it is almost impossible to identify them for a person who is not involved in music. The frequencies and note values of these sounds coming from a musical instrument are known and if they can be transferred to a digital environment, they can be compared with other instruments. Using these frequency values, it will be easier to make different music pieces in computer environment. In this study, MATLAB based software has been developed to determine the musical values of notes and to determine their frequencies. Thanks to this software, the sound of the instrument was first recorded in MATLAB. Then, these sounds were processed and their frequencies were determined and which notes were represented. These are visualized on the screen with the help of the MATLAB graphical user interface (GUI) and presented to the user. Verification of the detected values was carried out by different software that recognizes the musical notes.

Keywords: MATLAB, GUI, Fourier transform, sound frequency

1. Giriş

Sinyal işleme, analog ve dijital sinyaller üzerinde analizler yapmaktır ve ayrıca bunlarda meydana gelen zamansal ve mekansal değişiklikleri belirleyip çeşitli yollarla sistemlere işlenmiş veri olarak göndermektir (Basseville, 1989; Rabiner ve Gold, 1975; Antoniou, 2016). Elde edilen bu veriler kontrol sistemlerinde,

¹Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 45140, Manisa, Türkiye

* Corresponding author (İletişim yazarı): *hayati.mamur@cbu.edu.tr

Citation (Atıf): Mamur, H., Aktaş, A., Kuzey, S. 2018. Müzik Notalarının MATLAB Yazılımıyla Belirlenmesi. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 2 (Special issue): 109-115.

haberleşme cihazlarında ve görüntü aletlerinde yaygınlıkla kullanılmaktadır. Bu sinyal işleme ile mobil robotlarda da önemli ölçüde ilerleme sağlanmıştır (Orman ve Derdiyok, 2017). Analog ve dijital sinyal işlemenin farklı yolları vardır. Genel olarak dört sınıfta toplanabilir. Bunlar: (a) Analog sinyal işleme (Athreyas vd. 2016), (b) Ayrık zamanlı sinyal işleme (Oppenheim ve Schafer, 2014), (c) Dijital sinyal işleme (Antoniou, 2016) ve (d) Lineer olmayan sinyal işlemedir (Bilgehan, 2015).

Sinyal işlemenin amaçları arasında sinyal kazancının artırılması, kalitesinin yükseltilmesi ve özelliklerinin belirlenmesi gibi hususlar vardır. Sinyal kazancının artırılması ve işlenerek yeniden yapılandırılması bu sinyalleri depolamaya ve istediğimiz amaçlar doğrultusunda kullanmaya yararmaktadır. Sinyal kalitesinin artırılması; sinyalde bulunan görüntü kalitesinin yükseltilmesi ve gürültünün en aza indirilmesini sağlar. Bunların yanı sıra ses, görüntü ve video gibi sıkıştırma işlemleri ile depolama alanlarının daha efektif olarak kullanılmasına yardımcı olur.

Sinyaller işlenirken bize yardımcı olacak en önemli araçlardan biri hızlı Fourier (FFT - Fast Fourier Transform) dönüşümüdür. Sinyaller ifade edilirken ilk olarak zaman alanında gösterilir. FFT ile bir sinyalin zaman alanından frekans alanına geçişi sağlanır. FFT bir sinyalin içerdiği frekans ifade eder ama zaman aralıklarında bulunan frekansların hangilerinin olduğunu açıklayamaz (Kato vd., 2002). Eğer zamana göre değişmeyen sistemlerin FFT'leri çıkartılmak istenirse bunun için başarılı bir teknik FFT'dir. Geçici durum analizleri gibi zamanla değişen sistemler için FFT çok başarılı değildir (Cooley vd., 1969). Bundan dolayıdır ki kısa zaman FFT çevrimlerine başvurulur. Fakat burada da frekans değerleri için problemler çıkmaktadır.

Sinyal işlemenin ses ve görüntü konusunda yapılmış çalışmalarına literatürde çoklukla rastlamak mümkündür. Bülbül ve Karacı'nın (2007) bilgisayar ortamında sesli komutları tanıma ile ilgili araştırmaları vardır. Bu çalışmada örüntü yöntemi kullanılarak ses tanıyan bir bilgisayar yazılımı hazırlanmış ve ses tanımayla ilgili temel ilkeler sistematik bir içerikle anlatılmıştır. Sonuç olarak geliştirdikleri yazılımda ses tanımayla ilgili ön işlemler kullanıcı kontrolünde tek tek uygulanarak her uygulamanın sonucunda çıkan ses sinyalinin grafiği şekil olarak görüntülenmiştir. Bray ve Tzanetakis (2005) sesin algılanmasını güçleştiren gürültülerle ilgili bir çalışma yapmıştır. Algılama sırasında ortaya çıkan sesin belirlenmesini güçleştiren gürültülerin nasıl yok sayılması gerektiği hakkında bilgiler verilmişlerdir. Dede ve Sazlı (2010) MATLAB'ı kullanarak ses tanıma modülü simülasyonu ile ilgili çalışmalar yürütmüştür. Onlar çalışmalarında, biyometrik bir sisteme ait ses tanıma modülünün benzetimini yapmak için bir yazılım geliştirmişlerdir. Daha sonra, sistem genelinde on kişiden alınan yirmişer yetki talebi ile yapılan toplam 200 denemede yalnızca iki tane yanlış sonuç alınmış, diğer 198 denemede ise başarılı olunmuştur. Bu denemelerin sonucunda ise sistemin başarısı %99 olarak ölçülmüştür.

Müzik aletlerinden çıkan seslerin analiz edilmesi, bunların hangi frekanslarda olduğunun belirlenmesi ve nota değerlerinin bulunması müzikten uzak insanlar için büyük bir önem arz etmektedir. Ses analizlerinin gerçekleştirilmesi ile bilgisayar ortamında müzik notaları oluşturulabilecek ve besteler icra edilebilecektir. Bunların yanı sıra, dış ortamda bulunan seslerin bilgisayar ortamına taşınarak analiz edilmesi ve bunların frekanslarının bilinmesi sesli kontrol sistemlerinde de kullanımlara olanak sağlayacaktır.

Gerçekleştirilen bu çalışma bir müzik aletinden çıkan notaların bir bilgisayara kaydedilerek nota değerlerinin belirlenmesini amaçlamıştır. Bu yazılım sayesinde MATLAB Grafik Kullanıcı Arayüzü (GUI - Graphical User Interface) ile notalar rahatlıkla belirlenebilmiştir. Çalışmanın ilk bölümünde konunun genel bir tanıtımı yapıldıktan sonra, diğer bölümde geliştirilen yazılım sunulmuştur. Araştırma bulguları ve tartışma bölümünde de yapılan çalışmadan elde edilen neticeler verilmiştir. Son olarak da sonuç ve öneriler sunulmuştur.

2. Geliştirilen Yazılım

MATLAB GUI ekranı hazırlarken, ilk olarak gerçekleştirilecek bir algoritma belirlenmiştir. Bu algoritma grafiksel düzenin belirlenmesi, program çıktılarının alınması ve çıktıların GUI aktarımı şeklinde üç ana parçadan oluşturulmuştur.

Grafiksel düzenleme bölümünde, önce analiz ve veri çıktıları için 'Analysis' adında bir panel oluşturulmuştur. Bu panelin içerisinde ses spektrumu için bir adet 'axes' grafiği, veri çıktıları için üç adet static text, kayıt analiz ve veri girişi işlemleri için beş adet buton yerleştirilmiştir. Renk değişiklikleri ve boyutları ayarlanmıştır. Manisa Celal Bayar Üniversitesi logosu için yeni bir axes grafiği eklenmiş ve 'imshow' komutu ile logonun ekranda görüntülenmesi sağlanmıştır. Proje öğrencilerinin isimlerinin yazılacağı başka bir 'Project Pupils' adında panel oluşturulmuş ve isimler için iki adet 'edit text' bloğu yerleştirilmiştir. Son olarak da, danışman akademisyenin ismi için 'Supervisor' adı altında bir panel oluşturup içerisine bir adet 'text' bloğu konulmuştur.

Program çıktılarını belirleme kısmında, yapılması amaçlanan programın vermesi gereken bilgiler ve grafikler düşünülerek bu verilerin GUI ekranına aktarımını yapacak olan program kümelerinin algoritmaları yazılmıştır. Öncelikli olarak sesin dış ortamdan alınması veya bilgisayar dizin sisteminde kayıtlı olan sesin okunması gerekmektedir. Sesin dış ortamdan aktarımını sağlamak amacıyla alt bir program daha geliştirilmiştir.

Oluşturulan buton ile global değişkenler yani programın tamamında geçerli olacak değişken terimler tanımlanmış ve 'audiorecorder' komutu ile bilgisayar mikrofondan ses istenilen parametrelerde kayıt altına alınması başarılmıştır. Kaydı durdurmak için diğer bir buton üzerinden 'stop' komutuyla kayıt sonlandırılmıştır. Yine 'stop' butonu içerisine gömülmüş olan 'getaudiodata' komutu ile kaydedilen ses sinyalinin sayısal parametrelerinin matris sistemine aktarımı sağlanmıştır. Bu şekilde alınan ses verilerinin dış ortamdan kayıt ortamına alınması sorunsuz ve gürültüsüz bir şekilde gerçekleştirilmiştir.

Programa aktarılan sesin analizi için, bir buton daha oluşturulmuştur. Nota sistemi 50-1000 Hz arasında frekanslara sahiptir. Bu nedenle, oluşturulan frekans skalası 50-1000 Hz aralığında tutulmuştur. Butona basıldığı anda matris sistemine aktarılmış olan sesin FFT'si ile frekansı belirlenmiştir. Fakat dış ortamdan alınmış olan alt sesler alınan frekans bilgisinin tam doğru olmasına engel olmuştur ve bu durum frekans çakışması yaşanmasına sebebiyet vermiştir.

Yukarıda ifade edilen sorunun giderilmesi için, Cepstrum Analizi ile baskın temel frekansın bulunmasını sağlanmıştır. Bu durumda ortaya çıkan frekans değeri ondalıklı sayılardan oluşmuştur. Nota frekans sisteminde keskin çizgiler olduğu için frekans değeri oluşturulacak veri havuzunda yanlış eşleşmeye sebep olabilecektir. Bu sebeple 'floor' komutuyla bu frekans değeri tam sayıya dönüştürülmüştür. Böylelikle sınırları belli olan nota değerlerinin frekans karşılıklarının her biri için ayrı bir matris sistemine girişi sağlanmıştır. Frekans ve nota eşleştirmesi döngülerle yapılmıştır. Burada her notanın içerisinde bulunan birim değer sayısı farklı olduğu için değişken atanması imkânsız hale gelmiştir. Bu sebeple en çok sayıda veri bulunan notanın birim frekans sayısı temel alınarak diğer notaların frekans değerlerinin matris eşitlemesi yapılmış ve '0' ile doldurulmuştur. Böylelikle elde edilen değişken değeri tanımlatılıp eşleştirme işlemi başarılabilmıştır.

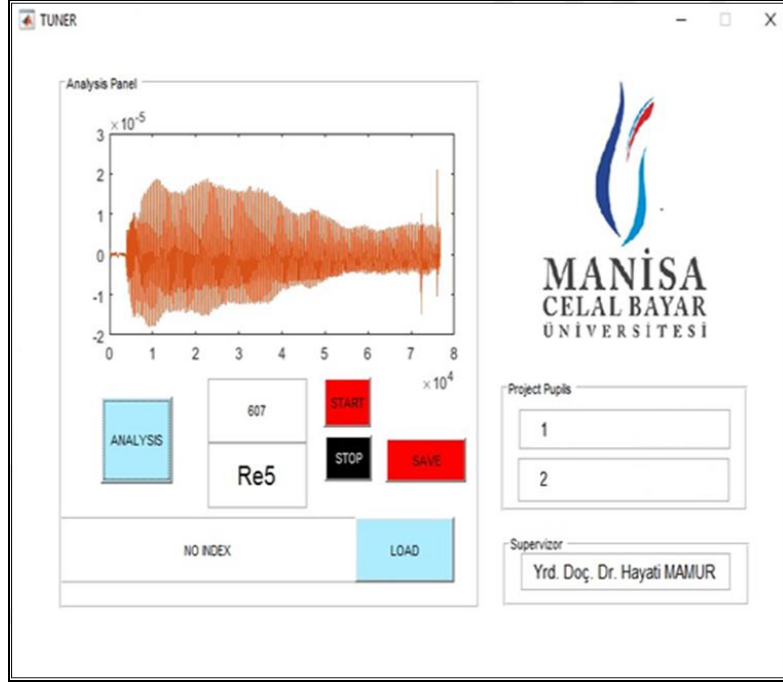
Analizi yapılmış sesin istenilirse bilgisayar sistemine kaydı mümkün olması için bir buton daha kullanılmıştır. Bu buton altında ise 'uipufile' komutu ile kullanıcıdan nereye kayıt yapılması gerektiği bilgisi alınıp 'audiowrite' komutu ile kayıt gerçekleştirilmiştir.

Bilgisayar dizin sistemine kayıtlı ses dosyasını okumak için ise farklı bir buton kullanılmıştır. Bu buton işlevinde ise yine global değişkenleri tanımlayıp dizin sisteminin açılması gerekmektedir. Dizin sistemine girişi için 'uigetfile' komutu ile sesin bulunduğu konumun belirlenip iki değişkenli bir matrise kaydedilmesi sağlanmıştır. Değişkenler belirlendikten sonra 'audioread' komutuyla ses içindeki belirleyici verilerinin başka bir değişken üzerine aktarımı sağlanmıştır. Aynı şekilde otomatik olarak analiz işlemi için de gereken kodlar buton altına yapıştırılmıştır. Sonuç olarak, analiz edilmesi gereken sesin analizi sonucu bir adet frekans değeri ve bu değere karşılık gelen nota değeri elde edilmiştir.

Çıktıların GUI aktarımı için bir adet axes grafik bölümü ve üç adet static text bölümü oluşturulmuştur. Axes grafik paneline analiz edilen sesin spektrum grafiği yerleştirilmiştir. Bunun için sesin 'plot' komutuyla grafiği çıkartılıp, bu grafik 'axes(handles.axes1)' komutuyla GUI aktarımı sağlanmıştır. Static text bölümlerinde frekans değeri, nota değeri ve bilgisayar üzerinden alınan sesin dizin bilgisinin verilmesi amaçlanmıştır. Bu

işlem için 'set(handles.statictext1, 'String', veri)' komutu kullanılarak her veri için ayrı bir aktarım yapıp GUI çıktısının alınması başarılmıştır. Elde edilen ve sonuçların çıktı olarak sunulduğu GUI arayüzü Şekil 1'de verilmiştir.

Program yapısı üç program parçasından oluşturulmuştur. Bunlar; nota frekanslarının bulunması için 'frekansbul.m', bulunan frekansların notaya dönüştürülmesi için 'nota.m' ve çıktıların gösterilmesi için 'gui.m'. Oluşturulan programın algoritması Şekil 2'de verilmiştir.

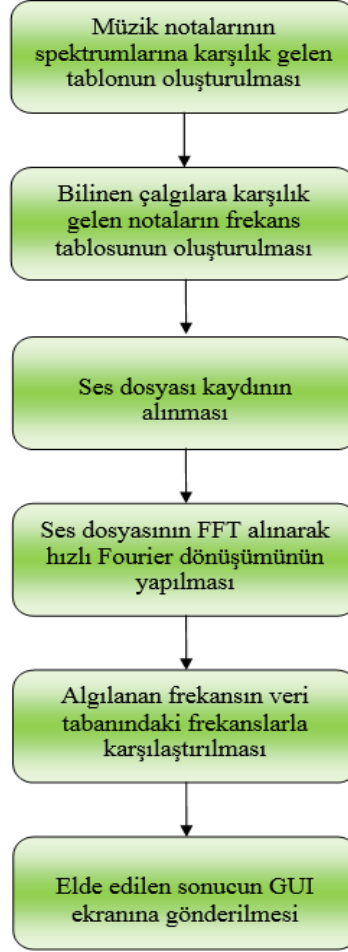


Şekil 1. Oluşturulan GUI.

'frekansbul.m' program parçasının temel işlevlerindeki aşamalar; giriş sinyalinin algılanması, örneklenmesi, FFT uygulanması, en büyük genliğe sahip harmoniğin frekansının belirlenmesi (cepstrum) ve frekansın ekrana verilmesidir. Giriş sinyalinin algılanması için `[x,fs]=audioread('C:\Users\KUZEY\Desktop\Ses\do.m4a')`; kodu MATLAB'da yazılmıştır. Bu işlemde, MATLAB üzerinden ses dosyasının okunabilmesi için 'audioread' komutu kullanılmıştır. MATLAB'ın eski sürümlerinde bu komut yerine 'wavread' komutu ile yapılmaktaydı. Fakat bu komutta sadece wav formatında kaydedilmiş ses dosyalarının analizi gerçekleştirilebiliyordu. Yenilenen bu komutla birlikte 'audioread' komutu birçok dosya uzantısını analiz edebilmektedir. Bilgisayar üzerinde kayıtlı olan ses dosyasının dizini 'audioread' komutuyla ses dosyasının analizi sağlanmış ve `[x,fs]` tanımlı bir matris düzeninde sisteme girilmiştir.

Giriş sinyalinin örneklenmesi veya FFT'sinin alınabilmesi ayrık sinyal düzeninde olmalıdır. Fakat kaydedilen ses sinyali sürekli sinyaldir. Dijital ortamda analizinin sağlanabilmesi için ayrık zaman bilgilerinin alınması gerekir. Bunun için sinyal örneklenir. Kaydedilmiş olan ses dosyasının içerisinde oluşmuş olan gürültü gibi etkenlerin analizi etkilemesini göz önünde bulundurarak en ideal örneklemeler seçilir.

FFT uygulanması `Y=fft(x)`; komutu ile MATLAB ortamında gerçekleştirilir. FFT titreşimlerin belirlenmesi için yaygınca başvurulan istatistiği temel alan bir matematik yoludur. Bu karışık sinyallerin ayrıştırılmasını sağlar ve titreşim değerlerini gösterir.



Şekil 2. Oluşturulan programın algoritması.

Özetle, FFT sinyallerin zaman alanından frekans alanına geçirirken kullanılan bir dönüşümdür. FFT tekrar etmeyen sinyalleri yok sayar. Karmaşık sinyaller içinde tekrarlayan sinyalleri bulur ve bunları harmonik bileşenlerine ayırır (Richards ve Attenborough, 1986).

Cepstrum ile sinyallerin belirlenmesinde temel baskın frekanslar ele alınır. Burada konuşmanın veya sinyalin belirli bir süreyi kapsaması, parazitsiz olması ve sabit konuşma sinyalleri olması gerekir. Cepstrum, sinyalin logaritmik genlik spektrumu olan Fourier analizidir (Noll, 1967). Eğer logaritmik genlik spektrumu düzenli aralıklı harmonikler içeriyorsa, o zaman spektrumu Fourier analizli harmonikler arasındaki boşluğa karşılık gelen bir tepe noktası gösterir. Bu da temel frekansı tanımlar. Spektrumun kendisi için periyodiklik aranıyorsa, başka bir sinyali sinyal spektrumu olarak dönüştürür (Athreya vd, 2017).

3. Bulgular ve Tartışma

Gerçekleştirilen çalışmanın doğruluk testi için Android ve IOS platformları için tasarlanmış olan, müzik dünyasında aletlerin akort ayarları için en yaygın olarak kullanılan 'gStrings' adlı program referans olarak alınmıştır. Burada yapılan karşılaştırma işlemi yazılan programın GUI ekranında verilen frekans değeri ve bu frekans değerinin hangi notaya karşılık geldiğidir.

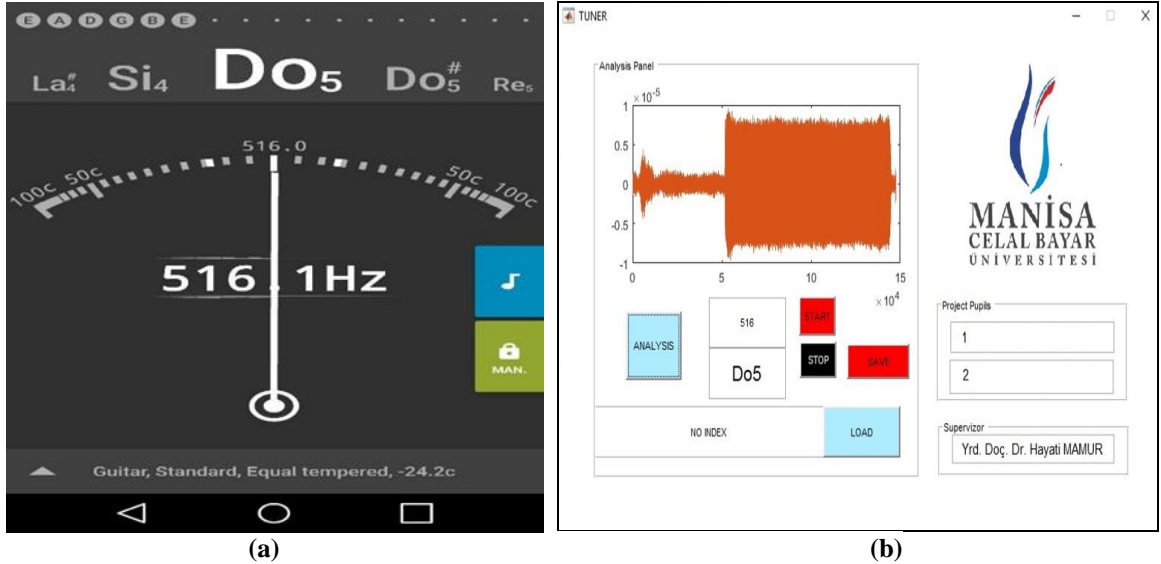
Program yazıldıktan sonra yapılan karşılaştırmalarda kullandığımız Android programı olan gStrings ile aynı sonuçları verdiği gözlemlenmiştir. Testler sonucunda programın eksiksiz çalıştığı görülmüştür. Yazılan

programda GUI çıktısı olarak verilen nota değeri ile referans program olarak kullanılan program verileri tam olarak uyuşmuştur.

Karşılaştırma olarak kullanılan program ve yazılan programın arayüzü Şekil 3’de verilmiştir. İsteğe bağlı olarak kayıt altına alınan seslerin dizin kontrolleri yapılmış ve doğru yerlere doğru şekilde ses sinyallerinin yazıldığı ispatlanmıştır.

Matlab GUI ortamında tasarlanan çalışmanın benzetim testlerinde elde edilen sonuçlar çerçevesinde problemler de saptanmıştır. Bu problemlerden en belirgin ve giderilmesi gerekeni dış ortamdan alınan dip ses ve gürültülerin ayıklanması işlemi olmuştur. Çünkü dış ortamdan alınan saf sesin içine karışan gürültüler referans alınması gereken frekans değerinin değişikliğe uğramasına sebep olmaktadır. Bu sebeple başlatılan araştırmalar sonucu Cepstrum dönüşümüne ulaşılmıştır. FFT uygulanmış ses sinyali doğrusal olmayan bir sinyal dizisi elde edilmesini sağlamıştır. Bu doğrusal olmayan sinyalin Cepstrum Dönüşümü ile üzerinde bulunan en baskın frekansı elde edilmiştir.

Ses sinyali bir temel frekans ve onun üzerinde oluşan harmoniklerden meydana gelmektedir. Bu sayede kulağa hoş gelen güzel gelen nota sesleri ortaya çıkmaktadır. Bu temel frekans değerini bulmak için ise öncelikli olarak FFT ve sonrasında Cepstrum dönüşümünün kullanılması olumlu neticeler vermiştir. Bu nedenle ortaya çıkan temel frekans ise kabul edilen frekans değerlerinden oluşturulan veri tabanı üzerinden karşılaştırma yapılarak ses sinyalinin nota değerine ulaşılmıştır. Referans karşılaştırma programı ile elde edilen veriler kıyaslandığında bulguların gerçek değerleri yansıttığı görülmüştür.



Şekil 3. Yazılan programın karşılaştırılması, (a) karşılaştırma arayüzü ve (b) yazılan arayüz.

4. Sonuçlar

Gerçekleştirilen bu çalışmada, MATLAB ortamında sesin analizi ile nota değerinin belirlenmesi başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Ses analizlerinin nasıl yapılacağı detayları ile sunulmuştur. Analizi yapılacak müzik aletinin çıkarmış olduğu ses sinyali içerisinde baskın olarak bulunan frekans değeri belirlenmiştir. Algoritması yazılan program ile kayıtlı sesler veya canlı olarak çıkan seslerin spektrumu ve frekans değeri belirlenmiştir. Bu frekans değeri de kabul edilmiş olan nota frekans değerleriyle karşılaştırıp yapılan yazılımın doğruluğu ispatlanmıştır. GUI aktarımını sağlamak için de gerekli program parçacıkları yazılmıştır. Tüm bunların sonucunda, ses sinyallerinin GUI gerçek zaman analizi, kayıtlı ses analizi ve ses kaydının yapılması, ortaya çıkan frekans, nota ve spektrum bilgilerini aktarma işlemleri başarılı bir şekilde uygulanmıştır.

Bu çalışmanın ilerleyen safhalarında, elektrik-elektronik cihazların çalışma seslerinin sisteme öğretilmesi ve bunlarda meydana gelecek ses değişikliklerinin algılanıp kullanıcılara iletilmesi hedeflenmektedir. Böylelikle ses değişikliği ile arızalanan veya arızalanma ihtimali olan cihazların tespit edilmesi sağlanacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinasyon Birimi (No: 2018-137) tarafından desteklenmiştir. Ayrıca bu çalışma, International Conference on Science and Technology (ICONST 2018, 5-9 Eylül, Prizren, Kosova) isimli konferansta tam metin olarak basılmıştır.

Kaynaklar

- Antoniou, A. (2016). Digital signal processing. McGraw-Hill.
- Athreyas, N., Gupta, D., Gupta, J. (2017). Analog signal processing solution for machine vision applications. Journal of Real-Time Image Processing, 1-22.
- Basseville, M. (1989). Distance measures for signal processing and pattern recognition. Signal processing, 18(4), 349-369.
- Bilgehan, B. (2015). Efficient approximation for linear and non-linear signal representation. IET Signal Processing, 9(3), 260-266.
- Bülbül, H. İ., Karacı, A. (2007). Bilgisayar ortamında sesli komutları tanıma: örüntü tanıma yöntemi, Kastamonu Eğitim Dergisi, 15(1), 45-62.
- Bray, S., Tzanetakis, G. (2005, September). Distributed audio feature extraction for music, Ismir, 434-437.
- Cooley, J. W., Lewis, P. A., Welch, P. D. (1969). The fast Fourier transform and its applications. IEEE Transactions on Education, 12(1), 27-34.
- Dede, G., Sazlı, M. H. (2010). Biyometrik sistemlerin örüntü tanıma perspektifinden incelenmesi ve ses tanıma modülü simülasyonu, EEBM Ulusal Kongresi.
- Katoh, K., Misawa, K., Kuma, K. I., Miyata, T. (2002). A novel method for rapid multiple sequence alignment based on fast Fourier transform, Nucleic Acids Research, 30(14), 3059-3066.
- Noll, A. M. (1967). Cepstrum pitch determination. The Journal of the Acoustical Society of America, 41(2), 293-309.
- Oppenheim, A. V., Schafer, R. W. (2014). Discrete-time signal processing. Pearson Education.
- Orman, K., Derdiyok, A. (2017). Speed and direction angle control of four wheel drive skid-steered mobile robot by fractional order sliding-mode control, Bilge International Journal of Science and Technology Research, 1 (Special Issue), 38-46.
- Rabiner, L. R., Gold, B. (1975). Theory and application of digital signal processing. Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall, Inc.
- Richards, T. L., Attenborough, K. (1986). Accurate FFT-based Hankel transforms for predictions of outdoor sound propagation. Journal of Sound and Vibration, 109(1), 157-167.

Alüminyum Sülfat'ın Poliüretan Vernik Uygulamalarındaki Etkilerinin İncelenmesi

Sinan Sarı^{1*}, Murat Özalp¹

Özet: Bu çalışmada, ahşap malzemelerin üst yüzey işlemlerinde kullanılan poliüretan verniğe farklı miktarda alüminyum sülfat eklenmiştir. Önceden hazırlanmış poliüretan vernik, kayın (*Fagus orientalis* L.) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunlarının üst yüzeylerine uygulanmıştır. Vernikleme işleminden sonra, vernik tabakaları üzerinde parlaklık, sertlik ve yüzey yapışma direnci deneyleri yapılmış ve poliüretan verniğine eklenen alüminyum sülfatın etkileri belirlenmiştir. Sonuç olarak, verniğe eklenen alüminyum sülfatın, her iki ağaç türünde sertliği önemli ölçüde arttırdığı tespit edilmiştir; Bununla birlikte, verniğin parlaklığını ve yapışma direncini büyük ölçüde azaltmıştır.

Keywords: Alüminyum sülfat, Yapışma direnci, Sertlik, Parlaklık, Poliüretan vernik.

The Investigation of Aluminium Sulphate Influences in Polyurethane Varnish Applications

Abstract: In this study, a different amount of aluminium sulphate is added into polyurethane varnish, which is used for upper surface treatments of wood materials. The pre-prepared polyurethane varnish is implemented on upper surfaces of beech wood (*Fagus orientalis* L.) and scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) for wood materials. After that toughness, brightness and surface sticking resistance experiments are conducted over these varnish stratum. The effect of the aluminium sulphate added into the polyurethane varnish is determined. Consequently, it is determined that the aluminium sulphate added into the varnish increased the toughness on both wood types substantially; however, it also decreased the brightness and sticking resistance values of the varnish greatly.

Keywords: Aluminium sulphate, resistance of stick, hardness, brilliance, polyurethane varnish.

1. Giriş

Günümüzde odun hammaddesinin bina yapımı, mobilya ve dekorasyon işleri, parke, müzik aleti, tel direği, travers olarak masif halde, kaplama levha, kontrplak, yonga levha, lif levha, kâğıt ve karton üretimi gibi 10.000 civarında kullanım yeri bulunduğu bilinmektedir. Ayrıca, suni ipek, fotoğraf filmleri, patlayıcı maddeler, sentetik sünger, etil alkol, asetik asit, hayvan yemi, sentetik vanilin gibi birçok maddenin üretilmesinde de odun hammaddesinden yararlanılmaktadır (Çolak vd., 2006).

Üst yüzey işlemleri “Ağaç malzemeden üretilen mobilya ve dekorasyon elemanlarını korumak ve estetik değerini arttırmak için yapılan renklendirme, renk açma ve koruyucu katman oluşturma işleridir” şeklinde

¹ Kütahya Dumlupınar University, Faculty of Simav Technology, 43500, Simav- Kütahya, TURKEY

*Corresponding author: murat.ozalp@dpu.edu.tr

Citation (Atıf): Sarı, S., Özalp, M. (2018). Alüminyum Sülfat'ın Poliüretan Vernik Uygulamalarındaki Etkilerinin İncelenmesi. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 2 (Special Issue): 116-123.

tanımlanabilir. Ağaç malzeme her ne kadar harici etkilere karşı kendisini koruyacak doğal dayanıklılığa sahip ise de bazı etkilere karşı korumasız olarak uzun süre dayanıklı kalamaz. Mekanik etkiler, sürtünme, aşınma, darbe, çizilmeye zorlama vb. etkilere dir. Fiziksel etkiler, tozlanma, kirlenme, yağlanma gibi ağaç malzemenin doğal organik yapısına zarar vermeyen ve uygun bir temizleme yöntemiyle giderilebilen etkiler olup, ısı ve nem etkisi de bu gruba dahil edilebilir. Dış hava şartlarının etkisi, harici kısımlarda (bahçe, park vb.) kullanılan ve ağaç malzemeyi deformasyona zorlayan, aynı zamanda kimyasal yapısını olumsuz yönde etkileyen dış hava şartları etkisi, daha önce verilen etkilerden bir kısmını da kapsamakla birlikte daha çok ısı, ışık, nem, su, çiğ, etkilerinin yanı sıra gece ile gündüz arasındaki sıcaklık farklılıklarını da içine alacak şekilde bir bütün olarak düşünülmesi gerekir (Sönmez, 2000).

Katman yapma özelliğindeki, katı veya jel kıvamındaki doğal ya da yapay reçinelerin uygun çözücülerle eritilmiş haline vernik, bunların renk pigmentleriyle renklendirilmiş haline de boya denir. Vernikler ve boyalar yapısal özellikleri göz önüne alındığında çok çeşitli hazırlanabilmektedir (Yakın, 2001).

Üst yüzey işlemleri, ağaç eşyayı korumak ve estetik değerini yükseltmek gibi iki temel amacın yanı sıra hijyen ve temizlikte kolaylık sağlar. Mobilya üretiminde farklı yapıda ağaç türleri ve üst yüzey gereçleri kullanılmaktadır. Üst yüzey gereçleri arasındaki yapısal farklılıklar katman özelliklerine de etki etmektedir. Sonuçta hem yapısal özelliklerinde hem de katman özelliklerindeki bu farklılaşma vernik sistemlerinin uygulama alanlarını, uygulama yerlerini belirleyen ve sınırlayan önemli bir etken haline gelmektedir (Şanıvar, 2001).

Özalp (2008) tarafından yapılan çalışmada selüloz parlak verniğe farklı oranlarda boraks pentahidrat ilave edilmiştir. Hazırlanmış selüloz vernik karaçam ve kayın odununun yüzeylerine uygulanmıştır. Sonra sertlik, yüzey yapışma ve parlaklık deneyleri yapılmıştır. Verniğe ilave edilen boraks pentahidrat'ın etkileri belirlenmiştir. Sonuç olarak, verniğe pentahidrat ilavesi her iki ağaç türünde de sertlik ve yüzey yapışma direncini önemli oranda artırmış; ancak, parlaklık değerini önemli oranda düşürmüştür (Özalp, 2008).

Özalp ve Korkut (2011) tarafından yapılan çalışmada ağaç malzeme (sarıçam ve kestane) üst yüzey uygulamalarında kullanılan su bazlı verniğe çeşitli oranlarda boraks pentahidrat ilave edilmiştir. Vernik uygulamalarından sonra sertlik, yüzey yapışma ve parlaklık deneyleri yapılmıştır. Su bazlı verniğe boraks pentahidrat ilavesi her iki ağaç türünde de sertlik ve yüzey yapışma direncini önemli oranda artırmış; Ancak, parlaklık değerini önemli oranda düşürmüştür (Özalp ve Korkut, 2011).

Üst yüzey işlemlerinde kullanılan koruyucu örtü gereçleri iki temel elemandan meydana gelmektedir. Birincisi katman yapma özelliğindeki katı madde ikincisi ise bu katı maddeyi çözen ve yüzeye sürülmesini sağlayan çözücü sıvılardır.

Bu çalışmada; üst yüzey işlemlerinde verniğin yüzeye yapışma, yüzey sertliği ve yüzey parlaklığı ile ilgileri konuları ele alarak üst yüzey işlemleri gereçlerinden biri olan poliüretan verniği baz alınarak bu verniğin içerisine sanayinin çeşitli alanlarında kullanılan alüminyum sülfatı belli oranlarda ilave ederek, verniğin yüzeye yapışma, sertlik ve parlaklığına ne gibi etkileri olacağını belirleyerek çıkan sonucun ne tür mobilyalarda kullanılabileceğinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Ağaç malzeme

Bu çalışmada, ülkemizde mobilya ve dekorasyon endüstrisinde yaygın olarak kullanılan, iğne yapraklı ağaçlardan Sarıçam (*Pinus silvestris* L.) ve yapraklı ağaçlardan Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) kullanılmıştır. Deney örnekleri, ASTM-D 358 ve TS 801 esaslarına göre hazırlanmıştır (ASTM D 358, 1998).

2.2. Alüminyum sülfat

Verniklerin modifikasyonunda alüminyum sülfat kullanılmıştır. Alüminyum sülfatın fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Alüminyum Sülfatın Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Kimyasal özellikleri		Fiziksel özellikleri	
Kimyasal Formülü	AL ₂ (SO ₄) ₃ H ₂ O	Renk	Beyaz
% Al ₂ O ₃	16-17	Mutlak Yoğunluk	1,7 gr/cm ³
% Serbest H ₂ SO ₄	0,00%	Yığılma Yoğunluğu	0,96 gr/cm ³ (parça)
% Serbest Al ₂ O ₃	0,23%		1 gr/cm ³ (granül)
% Suda Çözünmeyen	0,30%		1,08 gr/cm ³ (pudra)
% Fe ₂ O ₃	0,02%	Suda Çözünme	0 °C 'de 100 cc de 75 gr''
% 2 'lik PH	3,0 – 3,2		100 °C 'de 100 cc de 430 gr
Arsenik	0,3 mg / kg Al	Parça	20 - 50 (mm)
Kadmiyum	0,7 mg / kg Al	Granül	0 - 12 (mm)
Krom	18 mg / kg Al	Pudra	0 - 1 (mm)
Cıva	0,7 mg / kg Al		
Nikel	7,36 mg / kg Al		
Kurşun	0,34 mg / kg Al		
Antimon	5,83 mg / kg Al		
Selenyum	0,07 mg / kg Al		

2.3. Vernik

Deney örneklerinin verniklenmesinde; çift kompenanlı poliüretan vernikler kullanılmıştır. Örneklerin verniklenmesinde ASTM D-3023 esaslarına uyulmuştur.

2.4. Yüze yapışma testi

Araştırmada, vernik katmanlarının yüze yapışma direnci ASTM D-4541 ve TS EN 24624 esaslarına uyularak, pinomatik sistemle çalışan adezyon test cihazında belirlenmiştir (ASTM D 4541, 1995; TS EN 24624,1996). Çekme silindiri yapıştırılan yüzeylerdeki katman, malzeme yüzeyine kadar kesici yardımıyla kesilmiştir. İşleme yalnızca yapıştırılan alanın kopartılmasına olanak sağlanmıştır.

Yapışma direnci aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$X= 4 F / \pi .d^2 \quad (1)$$

Burada;

F= Kopma anındaki kuvvet (Newton),

d= Çekme silindirinin çapı (mm)

X= Yapışma direnci (MPa).

2.5. Pandüllü sertlik testi

Vernik katmanının dış etkenlere dayanıklılığını belirleyen sertlik değerleri ANS/ISO 1522'de belirtilen esaslara uyularak, pandüllü sertlik ölçüm cihazı ile köning yöntemine göre yapılmıştır (ANS/ISO 1522, 1998).

2.6. Yüze parlaklık ölçümü

Vernikli yüzeylerin ışığı yansıtma kabiliyetlerinden yararlanılarak TS 4318 EN ISO 2813'de belirtilen esaslar çerçevesinde ölçümleri parlaklık ölçüm cihazı (Gloss-metre) ile yapılmıştır (TS 4318 EN ISO 2813,2002).

3.Bulgular

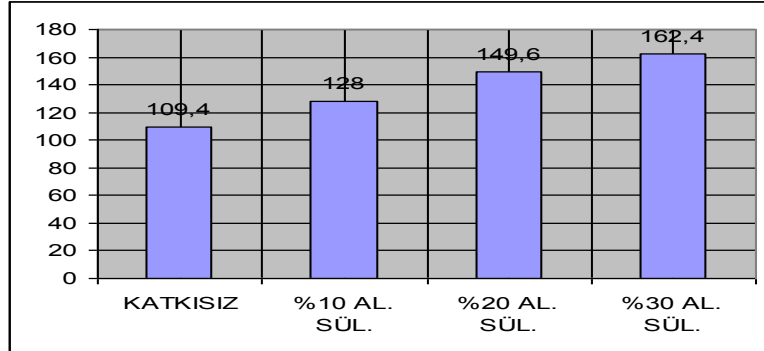
3.1. Sertlik direnci ölçümleri (salınım)

Sarıçam ve kayın ağacına ait elde edilen sertlik direnci değerleri Çizelge 2’de verilmiştir (Sarı, 2012).

Çizelge 2. Sertlik direnci (salınım) değerleri

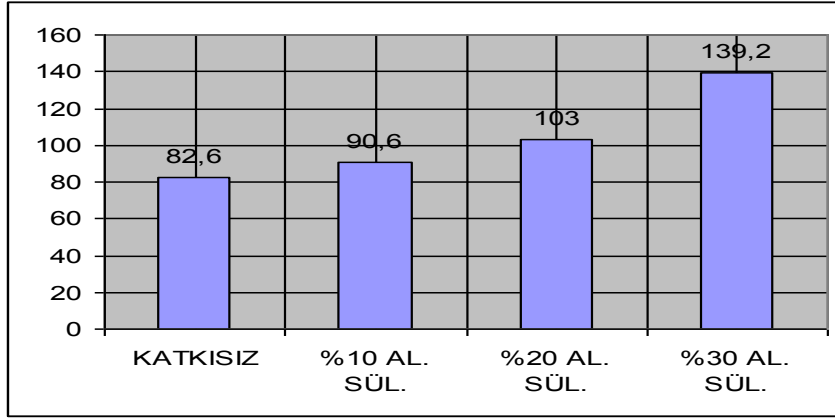
Sertlik direnci (salınım) değerleri								
Ağaç Türü Örnekler	Sarıçam				Kayın			
	Alüminyum sülfat oranı (%)				Alüminyum sülfat oranı (%)			
	0	10	20	30	0	10	20	30
1	110	152	150	165	82	90	100	140
2	108	126	153	167	85	95	110	143
3	103	130	149	162	87	92	105	138
4	111	135	144	158	80	89	101	135
5	115	124	152	160	79	87	99	140
Ortalama	109.4	128	149.6	162.4	82.6	90.6	103	139.2

Sarıçam ağacında yapılan sertlik direnci uygulamalarında gözle görülebilen bir artış meydana gelmiştir. Alüminyum sülfat kullanılmadan yapılan uygulamada ortalama sertlik değeri 109.4 olurken bu oran %10, %20 ve %30 oranında alüminyum sülfat eklendiğinde sırasıyla 128, 149.6, ve 162.4’e kadar çıkmıştır. Sarıçam odununda alüminyum sülfat oranına bağlı olarak sertlik değerlerinde meydana gelen değişim Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Sarıçam odunu sertlik direnci (salınım) değerleri

Kayın ağacında yapılan sertlik direnci uygulamalarında ise çam ağacında olduğu gibi sertlik değerleri artış göstermiştir. Kayın odununda alüminyum sülfat oranına bağlı olarak sertlik değerlerinde meydana gelen değişim Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Kayın odunu sertlik direnci (salımm) değerleri

Başlangıçta alüminyum sülfat kullanılmadan yapılan deneyde ortalama sertlik direnci değeri 82.6 çıkarken bu oran %10, %20 ve %30 oranında alüminyum sülfat eklendiğinde sırasıyla 90.6, 103, 139.2'ye kadar yükselmiştir.

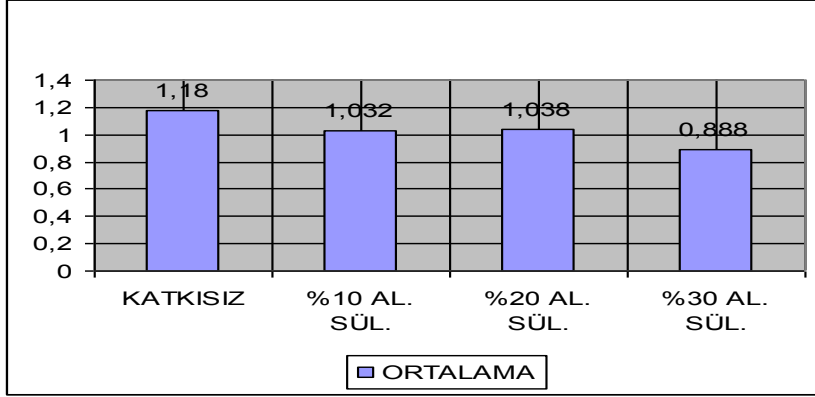
3.2. Yapışma direnci ölçümleri (MPa)

Sarıçam ve kayın ağacına ait elde edilen vernik yapışma direnci değerleri Çizelge 3'te verilmiştir (Sarı, 2012).

Çizelge 3. Yapışma direnci (MPa) değerleri

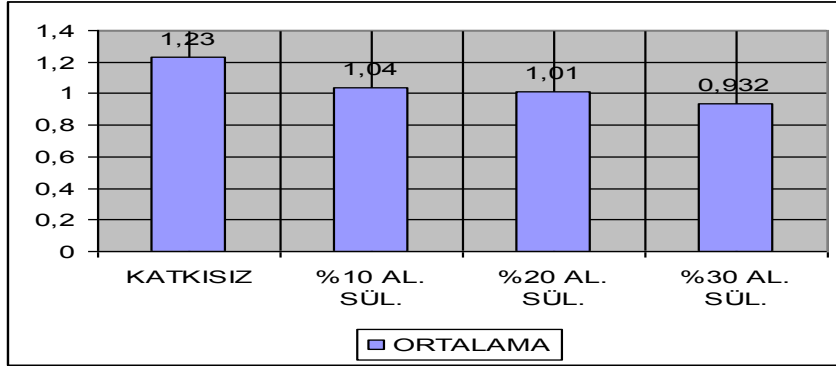
Yapışma direnci (MPa) değerleri								
Ağaç Türü Örnekler	Sarıçam				Kayın			
	Alüminyum sülfat oranı (%)				Alüminyum sülfat oranı (%)			
	0	10	20	30	0	10	20	30
1	1.20	1.00	1.09	0.93	1.23	1.07	1.08	0.93
2	1.15	0.97	1.00	0.87	1.20	0.97	0.99	0.92
3	1.23	1.03	1.03	0.91	1.25	1.03	1.01	0.89
4	1.13	1.05	0.96	0.85	1.28	1.08	1.04	0.95
5	1.19	1.11	1.11	0.88	1.19	1.05	0.93	0.97
Ortalama	1.18	1.03	1.03	0.88	1.23	1.04	1.01	0.93

Sarıçam odununda alüminyum sülfat kullanılmadan yapılan vernik yapışma direnci (MPa) deneyinde yapışma direnci değeri 1.18 iken verniğe %10,%20 ve %30 oranında alüminyum sülfat eklendiğinde değerlerin sırasıyla 1.032, 1, 0.888 olduğu görülmüştür. Bu durum da alüminyum sülfat artırılınca verniğin yüzeye yapışma direncinin azaldığı görülmüştür. Sarıçam odununda alüminyum sülfat oranına bağlı olarak yapışma direnci değerlerinde meydana gelen değişim Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Sarıçam odunu yapışma direnci (MPa) değerleri

Kayında ise başlangıç yani verniğe alüminyum sülfat eklenmeden ortaya çıkan değerler 1.23 iken %10, %20 ve %30 oranında alüminyum sülfat eklendiğinde değerler sırasıyla 1.04, 1.01, 0.932 olduğu görülmektedir. Kayın odununda verniğe eklenen alüminyum sülfat oranına bağlı olarak yapışma direnci değerlerinde meydana gelen değişim Şekil 4’te verilmiştir.



Şekil 4. Kayın odunu yapışma direnci (MPa) değerleri

Başlangıç değerine göre kıyasladığımızda verniğin yüzeye yapışma direnci değerlerinde bir miktar düşüş yaşandığı görülmektedir.

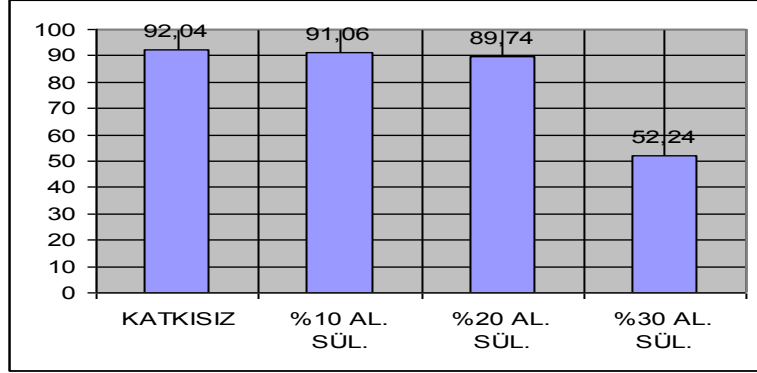
3.3. Parlaklık değerleri

Sarıçam ve kayın ağacına ait elde edilen parlaklık ölçüm değerleri Çizelge 4’te verilmiştir (Sarı, 2012).

Çizelge 4. Parlaklık ölçüm değerleri (60°)

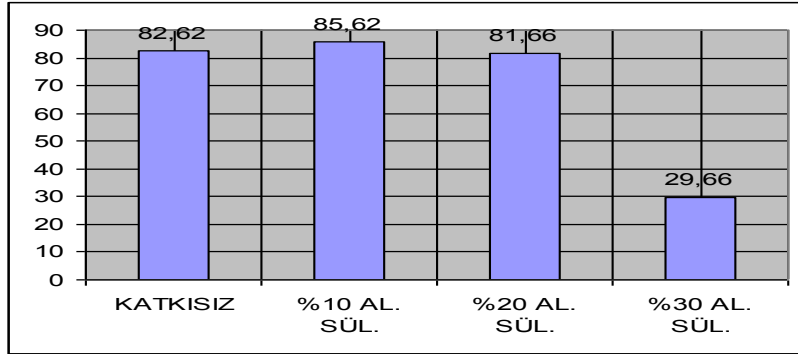
Parlaklık ölçüm değerleri (60°)								
Ağaç Türü Örnekler	Sarıçam				Kayın			
	Alüminyum sülfat oranı (%)				Alüminyum sülfat oranı (%)			
	0	10	20	30	0	10	20	30
1	92.5	87.2	89.8	71.6	82.0	84.5	83.4	39.8
2	96.1	92.3	83.1	53.5	85.8	82.7	77.2	31.2
3	98.7	97.8	91.3	50.2	85.8	86.4	80.1	35.8
4	91.4	97.8	94.7	40.4	83.3	84.2	79.3	21.7
5	81.5	80.2	89.8	45.7	76.2	90.3	88.3	19.8
Ortalama	92.04	91.06	89.74	52.24	82.62	85.62	81.66	29.66

Sarıçam odununun parlaklık değerleri başlangıçta 92.04 iken verniğe %10, %20 ve %30 oranında alüminyum sülfat eklenecek deneye tabi tutulduğunda bu değerlerin sırasıyla 91.06, 87.74 ve 52.24 olduğu belirlenmiştir. Çıkan sonuçlara bakıldığında başlangıç değeri ile %10 ve %20 oranları arasındaki farkın çokta değişmediği görülmüştür. Bunun yanında oran %30'a çıkarıldığında değerlerde ciddi bir düşüş meydana gelmiştir. Sarıçam odununda alüminyum sülfat oranına bağlı olarak parlaklık ölçüm değerlerinde meydana gelen değişim Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Sarıçam odunu parlaklık değerleri

Kayın odununda başlangıçta parlaklık değeri 82,62 iken, verniğe %10, %20 ve %30 oranında alüminyum sülfat eklendiğinde değerlerin sırasıyla 85,62, 81,66, ve 29,66 düştüğü görülmüştür. Kayın odununda alüminyum sülfat oranına bağlı olarak parlaklık ölçüm değerlerinde meydana gelen değişim Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Kayın odunu parlaklık değerleri

Veriler incelendiğinde, başlangıç değerleri ile %10 ve %20 oranlarına bakıldığında değerlerde ciddi değişim görülmemektedir. Fakat oran %30'a çıkarıldığında değerlerde ciddi bir düşüş olduğu bariz bir şekilde görülmektedir.

4. Tartışma ve Sonuçlar

Bu çalışmada, poliüretan verniğin üstün özelliklerini artırmak ve kullanımını daha da yaygınlaştırmak amacıyla poliüretan verniğe %10,%20,%30'u oranında alüminyum sülfat ekleyerek hazırlanan vernik sarıçam ve kayın odunu örneklerine uygulanmış ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

Yapılan deney sonuçlarına göre, kullanılan ahşap malzemelerin yüzey parlaklık testinde ilk etapta bariz bir değişim gözlenmezken oran %30'a çıkarıldığında değerinde yüksek bir düşüş görülmüştür. Her iki ağaç türünde de benzer sonuçlar görülmüştür.

Kullanılan her iki ağaç türünde de sertlik direnci değerlerinde ise yüksek bir artış gözlenmiş ve bu sonuç alüminyum sülfatın sertleştirici özelliğinin olmasına bağlanabilir.

Kullanılan her iki ağaç türünde de yapışma direnci değerlerinde düşüşler meydana gözlenmiş, alüminyum sülfatın bileşenleriyle vernik bileşenlerinin tepkimesi sonucu vernik yapısında bozulmalara sebep olabileceğinden, çıkan sonucun düşük olmasını bu olasılığa bağlanabilir.

Sonuç olarak, alüminyum sülfatın poliüretanın vernik uygulamalarında kullanımı her iki ağaç türünde sertlik değerlerini artırırken, yapışma ve parlaklık değerlerini düşürmüştür.

Kaynaklar

- ASTM D-4541. (1995). Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers, American Society for Testing and Materials, 12-15.
- ASTM D 358. (1998). Standard Specification for Wood to Be Used as Panels in Weathering Tests of Coatings American Society for Testing and Materials, 5-9.
- ANS/ISO 1522. (1998). Paints and Varnishes—Pendulum Damping Test Approved as an American National Standard by ASTM International.
- Çolak, A.M., Civelek, H.S., Erdil, Y.Z. (2006). Ahşap Malzemede Zarar Yapan *Hylotrupesbajulus* Ve *Trichoforus Grieus* Türlerinin Ahşabın Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Etkileri Üzerine Araştırmalar. *Türk Entomol Dergisi* 30.
- Özalp, M., (2008). The investigation of borax pentahydrate influences with double components in varnish applications of wood materials. *Wood Res* 53(4):121–128.
- Özalp, M., Korkut, S., (2011). The research of borax pentahydrate effects with water- based double components in varnish applications of wooden materials. *Wood Res* 56(1):105–114 p.
- Sarı, S., (2012). Alüminyum Sülfat'ın Poliüretan Vernik Uygulamalarında Kullanımı, D.P.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans Tezi, Kütahya.
- Sönmez, A. (2000). Ağaç İşlerinde Üst Yüzey İşlemleri 1, Hazırlık ve Renklendirme, Ders Kitabı, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara, 3-26.
- Şanıvar, N. (2001). Ağaç İşleri Üst Yüzey İşlemleri' Milli Eğitim Basım Evi, İstanbul.
- TS EN 24624., (1996). Boya ve Vernikler-Çekme Deneyi, TSE, Ankara, 4-5.
- TS 4318 EN ISO 2813., (2002). Boyalar ve Vernikler - Metalik Olmayan Boya Filmlerinin 20°, 60° ve 85° Açılarda Parlaklık Tayini, TSE, Ankara.
- Yakın, M., (2001). Su Bazlı Verniklerde Sertlik, Parlaklık ve Yüzeye Yapışma Mukavemetinin Tespiti, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 3-7.

Received: 07.12.2018

Accepted: 31.12.2018

DOI: 10.30516/bilgesci.493568

ISSN: 2651-401X

e-ISSN: 2651-4028

2(Special Issue), 124-131, 2018

Senaturk Akademisi Göğüs Sağlığı İzleme Uygulamasının Kullanılabilirlik Değerlendirmesi

Fidan Kaya Gülağzı¹, Hikmetcan Özcan¹, Suhap Şahin^{1*}, Sertaç Ata Güler²

Özet: Hasta sağlığı izleme uygulamaları halk sağlığının çok önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Bu uygulamalar aracılığıyla hastaların kimlik bilgileri, hastalık bilgileri, tedavi ve tedavi takip bilgileri saklanmaktadır. Bu sistemler tıbbi birimlerin tamamını kapsayacak şekilde tasarlanabildiği gibi farklı birimlere özgü olarak da tasarlanabilmektedir. Bu çalışmada senoloji alanında uzun zamandır çalışmalar gerçekleştiren Senaturk Akademisi için geliştirilmiş olan göğüs sağlığı izleme uygulamasının kullanılabilirlik değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir. Kullanılabilirlik değerlendirmesi için ilk olarak sağlık izleme uygulamasının amacına uygun olarak on farklı görevden oluşan bir görev listesi oluşturulmuştur ve farklı eğitim düzeylerindeki toplam on üç katılımcı ile analizler gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar verilen görevleri tamamladıktan sonra, geliştirilen hasta bilgi sisteminin genel olarak değerlendirilmesini sağlamak amacıyla Bilgisayar Sistemleri Kullanılabilirlik anketinin, Türkçe kısa sürümü kullanılmıştır. Veriler elde edildikten sonra kullanıcıların işlem süreleri göz önünde bulundurularak görev tamamlama oranları ve tıklama sayıları analiz edilmiştir. Son olarak uygulanan anket üzerinden uygulamaya ait sistem kullanışlılığı, bilgi kalitesi, ara yüz kalitesi ve genel memnuniyet değerleri elde edilmiştir ve bu değerler ile kullanıcılara ait demografik veriler arasındaki ilişki Kruskal Wallis H Testi ve Mann Whitney U testleri kullanılarak tespit edilmiştir. Kullanıcıların genel olarak uygulamayı kullanmaktan memnun oldukları gözlenmiştir ancak sistemdeki hata mesajlarının daha açıklayıcı olması gerektiği tespit edilmiştir. Bunun yanında bilgisayar kullanımı süresiyle, sistem verimliliği ve ara yüz kalitesi açısından anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kullanılabilirlik, Kullanılabilirlik Testi, Sağlık İzleme Uygulamaları, T-CSUQ-SV.

Usability Evaluation of Senaturk Academy Breast Health Monitoring Application

Abstract: Health monitoring applications are an important part of public healthcare. Through these applications, patients' identity information, disease information, treatment and treatment follow-up information are kept. These systems can either be designed to cover all of the medical units, or they can be designed specifically for different units. In this study, the usability evaluation of the developed breast health monitoring application for the Senaturk Academy, which has carried out long time studies in the field of senology, has been carried out. For usability evaluation, a task list consisting of ten different tasks was first created for the purpose of health monitoring and a total of thirteen participants at different levels of education were analyzed. After the participants completed the assigned tasks, a Turkish short version of the Computer Systems Usability Questionnaire was used in order to ensure that the developed health

1Kocaeli University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, 41380, Umuttepe, TURKEY

2Kocaeli University, School of Medicine, Department of Surgery, 41380, Umuttepe, TURKEY

*Corresponding author: suhapsahin@kocaeli.edu.tr

Citation (Atıf): Kaya Gülağzı, F., Özcan, H., Şahin, S., Güler, S. A., 2018. Senaturk Akademisi Göğüs Sağlığı İzleme Uygulamasının Kullanılabilirlik Değerlendirmesi. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 2(special issue), 124-131.

monitoring application was evaluated in general. After obtaining the data, task completion rates and click counts were analyzed considering the processing time of the participants on tasks. Finally, through the applied questionnaire, the system usefulness, information quality, interface quality and overall satisfaction values of the developed application were obtained. The relationship between these values and the demographic data of the participants was determined using the Kruskal Wallis H Test and Mann Whitney U tests.

Keywords: Usability, Usability Test, Health Monitoring Applications, T-CSUQ-SV.

1. Giriş

Hasta sağlığının takibi için hasta ve hastalık verileri çok dikkatli ve hızlı bir şekilde toplanmalı, yönetilmeli ve analiz edilmelidir. Kaydedilmemiş tıbbi veriler ilerleyen zamanlarda daha ciddi hastalıklara sebep olabilirler. Teknolojideki gelişmeler ile birlikte hastalara ait bu önemli verileri toplamak için elektronik kişiselleştirilmiş sağlık izleme uygulamaları yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu uygulamalar aracılığıyla veriler merkezi olarak uzak bir sunucu üzerinde saklanır ve web üzerinden hastalar, doktorlar ve sağlık personelleri tarafından yetkileri düzeyinde erişilebilir. Geliştirilen kayıt sistemleri üzerinde tıbbi verilerin paylaşılmasıyla tıbbi hatalar da önemli ölçüde azaltılabilmektedir (Song ve ark., 2015).

Hasta takibini sağlamak için geliştirilen uygulamalar temelde iki kategoriye ayrılmaktadır. Bunlar elektronik sağlık kaydı (EHR) yapan sistemler ve kişisel sağlık kaydı yapan sistemler (PHR) olarak listelenebilir. Elektronik sağlık kaydı yapan sistemlerin oluşturulması ve yönetimi daha çok hastane personelleri tarafından gerçekleştirilirken, kişisel sağlık kaydı sistemlerinin yönetimi ve kullanımı daha çok kronik hastalıkları olan hastaların kendileri tarafından gerçekleştirilmektedir. Literatürde hasta sağlığını izleme amacıyla geliştirilmiş her iki kategoriye de ait pek çok farklı hasta sağlığı izleme uygulaması (Doğan ve Kayıkcıoğlu, 2016; Moore ve ark., 2014; Okagaki ve ark., 2007; Tadvi ve ark., 2017; Hong ve ark., 2017) mevcuttur.

Lakovidis tarafından 1998 yılında hasta takibi sistemlerinin sahip olması gereken özelliklere ait bir çalışma yapılmıştır (Song ve ark., 2015; Lakovidis, 1998). Yapılan çalışmaya göre kayıtlar aşağıda listelenen temel özelliklere sahip olmalıdırlar;

- Erişilebilirlik ve geçerlilik: Hastalara ait tıbbi kayıtlar sürekli erişilebilir olmalıdır.
- Kullanılabilirlik ve esneklik: Birden çok kullanıcıyı desteklemeli ve kullanıcı dostu bir arayüze sahip olmalıdır.
- Entegrasyon: Farklı idari ve klinik sistemlere entegrasyonu destekleyecek şekilde geliştirilmelidir.
- Performans: Kullanıcılara yeterince hızlı olarak cevap vermelidir.
- Gizlilik ve denetlenebilirlik: Bilgilere erişim ve bilgilerin saklanması konusunda güvenlik önlemleri içermelidir. (Kimlik doğrulaması ya da dijital gibi uygulamalar.)
- Güvenilirlik: Veri bütünlüğünü ve orijinal bilginin belirlenen bir zaman dilimi içerisinde kalıcılığını sağlamalıdır.

Hasta sağlığı takibi için geliştirilen sistemlerin yukarıda listelenen istekleri karşılması durumunda daha kullanıcı dostu uygulamaların geliştirilmesi sağlanacaktır. Literatürdeki çalışmaların bazılarında geliştirilen hasta sağlığı izleme sistemlerinin kullanılabilirliği konusu üzerinde de durulmuştur (Salman ve ark., 2010; Salman ve ark., 2012). Bu çalışmalarda daha çok mevcut uygulamaların ara yüzleri ile ilgili problemlerden bahsedilmiştir ve bu amaçla tıbbi bilgi sistemleri için ikon temelli ara yüzler geliştirilmiştir. Geliştirilen sistemler farklı sağlık çalışanları aracılığıyla test edildiğinde ikon temelli ara yüze sahip tıbbi uygulamaların daha kullanıcı dostu olduğu tespit edilmiştir. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde tıp alanında geliştirilen hasta sağlığı takibi / tıbbi bilgi sistemleri uygulamalarının kullanılabilirliğini ele alan fazla sayıda çalışmanın mevcut olmadığı gözlemlenmiştir.

Bu çalışmada Senaturk Akademisi için geliştirilmiş olan göğüs sağlığı takibi uygulamasının kullanılabilirlik analizi yapılmıştır. Senaturk Akademisi senoloji alanında çalışmalar gerçekleştiren bir merkezdir ve bu alanda elde edilen hasta ve hastalık verilerinin analizi / takibi için web tabanlı bir hasta sağlığı takibi

uygulamasını kullanmaktadır. Gerçekleştirilen çalışma ile hem Senaturk Akademisi için geliştirilen uygulamanın eksiklikleri tespit edilmiş hem de farklı birimler için geliştirilecek sağlık takibi uygulamalarının tasarlanması sürecinde göz önünde bulundurulması gereken faktörlerin tespiti açısından literatüre katkıda bulunulmuştur.

Çalışmanın bundan sonraki bölümü şu şekilde organize edilmiştir. İkinci bölümde çalışmanın gerçekleştirildiği katılımcı grubu ve veri toplama yöntemlerinden bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde elde edilen bulgular detaylı şekilde açıklanmıştır. Dördüncü bölümde ise elde edilen sonuçlar tartışılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Kullanılabilirlik çalışmaları maliyetli çalışmalar olmalarına rağmen az sayıda kullanıcılar ile de başarılı sonuçlar elde edilebileceği daha önce yapılan çalışmalarda gösterilmiştir. Katılımcı sayısı için beş ile on beş aralığında kullanıcının seçilmesi yeterlidir (Nielsen ve Landauer, 1993; Uçak ve Çakmak, 2009; Kılıç ve Güngör, 2006). Literatürdeki çalışmalara uygun olarak bu çalışma da toplam on üç katılımcı ile gerçekleştirilmiştir. Bu katılımcıların altısı kadın, yedisi erkek olarak seçilmiştir. Uygulamanın kullanım amacına uygun olarak çalışma grubu arasında sağlık alanında çalışanların da bulunması sağlanmıştır. Bilgisayar kullanımının uygulamanın kullanılabilirliğine olan etkisini belirleyebilmek adına internet ve bilgisayar tecrübesi farklı düzeylerdeki kullanıcıların da teste katılımı sağlanmıştır. Araştırmanın çalışma grubuna ait detaylı demografik bilgiler Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Katılımcıların demografik özellikleri

Özellikler	Katılımcı Sayısı		Katılımcı Sayısı
Cinsiyet			
Kadın	6	Erkek	7
Yaş Aralığı		Eğitim Düzeyi	
18-25 Yaş	3	Öğrenci (Lisans)	3
25-35 Yaş	7	Lisans	3
35-50 Yaş	3	Yüksek Lisans	4
		Doktora	3
Bilgisayar Kullanım Deneyimi		Günlük Bilgisayar Kullanımı	
1-10 Yıl	4	1-5 Saat	6
11-20 Yıl	9	6-10 Saat	7

Gerçekleştirilen bu çalışmada deneysel araştırma yönteminden faydalanılmıştır. Bu amaçla ilk olarak kullanılabilirliği test edilecek göğüs sağlığı takibi uygulamasının kullanım amaçları tespit edilmiştir. Kullanım amaçlarına uygun olarak on farklı görevden oluşan bir görev listesi tanımlanmıştır. Görev listesindeki görevler katılımcılara uygulanmadan önce oluşturulan bir kullanıcı bilgi anketi aracılığıyla, kullanıcılara ait yaş, eğitim düzeyi, cinsiyet, bilgisayar kullanımı gibi demografik verilerin alınması sağlanmıştır. Bunlara ek olarak kullanıcılar görevleri gerçekleştirirken her bir görev için harcadıkları süreler ve tıklama sayıları oluşturulan bir gözlem formu aracılığıyla kaydedilmiştir. Görev başında geçirilen süreler literatürde mevcut olan çalışmalar (Özmen Çolak, 2014) referans alınarak beşli olarak derecelendirilmiştir. Derecelendirmenin nasıl yapıldığı Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Görev sürelerinin derecelendirilmesi

	Süre	Derece
1	0-24 sn	Çok iyi
2	25-49 sn	İyi
3	50-74 sn	Orta
4	75-99 sn	Zorlandı
5	100 sn	Başarısız

Görev listesindeki görevler tamamlandıktan sonra katılımcıların uygulamanın kullanılabilirliğini değerlendirmeleri için, Bilgisayar Sistemleri Kullanılabilirlik anketinin, (T-CSUQ-SV)13 soruluk Türkçe kısa sürümü (Erdoğan ve Lewis, 2013) kullanılmıştır. Anket aracılığıyla uygulamaya ait sistem kullanılabilirliği, bilgi kalitesi, ara yüz kalitesi ve genel memnuniyet değerleri elde edilmiştir. Ankette yer alan soruların alt ölçeklerle ilişkilendirilmiş hali Tablo 3'te gösterilmiştir. Ankette yer alan her soru 1(Kesinlikle Katılıyorum)'den 7(Kesinlikle Katılmıyorum)'ye kadar puanlandırılmıştır.

Tablo 3. T-CSUQ-SV anketi alt ölçekleri (Erdoğan ve Lewis, 2013)

Madde	Alt Ölçek
1-6	Sistem Kullanılabilirliği
7-9	Bilgi Kalitesi
10-12	Ara yüz Kalitesi
13	Genel Memnuniyet

3.Bulgular

Çalışma kapsamında katılımcılara on farklı görevden oluşan bir görev listesi verilmiştir. Görev listesinde bulunan görevler Tablo 4'te gösterilmiştir. Katılımcılar görevleri gerçekleştirirken her bir görev için harcamış oldukları süreler dikkate alınarak performansları derecelendirilmiştir. Her göreve ait başarı yüzdeleri tablonun son sütununda gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre kullanıcıların ikinci ve beşinci görevleri gerçekleştirirken zorlandıkları diğer görevlerde ise başarılı oldukları gözlemlenmiştir.

Tablo 4. Görev listesinde tanımlanan görevlerin tamamlanma oranları

#	Görev Tanımı	Çok İyi	İyi	Orta	Zorlandı	Başarısız	Yüzde (%)
1	Senaturk Uygulamasına sizinle paylaşılan kullanıcı adı ve şifre bilgilerini kullanarak giriş yapınız.	12	1				100
2	Yeni bir hasta kaydı oluşturunuz.			1	2	10	7.69
3	Oluşturulan hastanın kaydını, hasta adı bilgisini kullanarak arama sayfası aracılığıyla listeleyiniz	9	4				100
4	Arama sayfasında çıkan sonuçlardan ilgili hasta kaydına erişiniz ve hastaya ait telefon bilgisini güncelleyiniz.	6	6	1			100
5	Bilgileri güncellenen hastaya ait hastalık bilgisi ve	1	5	5	2		84.6

	tedavi girişi yapınız.						
6	Hastaya ait patoloji sonuçlarını ve takip bilgisi girişlerini yaparak hastalık bilgilerini kaydediniz.	1	10	2			100
7	Kaydettiğiniz hastanın hastalık bilgilerini g¼ncelleyiniz.	9	4				100
8	Kaydedilen hastanın bilgilerini uygulamadan siliniz.	7	4	2			100
9	Uygulamada kayıtlı olan hasta bilgilerine ait istatistiksel excel verisini masa¼st¼n¼ze kaydediniz	12	1				100
10	Çıkış ikonunu kullanarak uygulamadan çıkış yapınız.	12	1				100

G¼revlerin başarılı olarak tamamlanma y¼zdelere ek olarak her bir g¼rev için katılımcılar tarafından harcanan ortalama s¼reler ve her bir g¼rev için ortalama tıklama sayıları da verimliliği ¼lmek için kullanılabilir. Bu amaçla g¼revleri gerçekleştirirken her bir g¼rev için elde edilen değerler Tablo 5'te g¼sterilmiřtir. On g¼revden sekizini gerçekleştirmek için ihtiyaç duyulan tıklama sayısı yedi ve altıda, işlem s¼resi ise yirmi beş sn. ve altındayken ikinci, beşinci ve altıncı g¼revler için daha fazla s¼re ve tıklama sayısına gerek olmuştur. Bu g¼revleri gerçekleştirmek için tamamlanması gereken adım sayısı daha fazla olduğu için bu şekilde bir sonuç elde edilmiştir.

Tablo 5. G¼revlere ait ortalama tıklanma sayısı ve işlem s¼resi değerleri

G¼rev Numarası	Tıklama Sayısı		İşlem S¼resi	
	Ort.	Standart Sapma	Ort.	Standart Sapma
G1	2,92	1,04	13,38	8,38
G2	28,84	8,38	158,92	63,94
G3	4,15	1,46	20,46	9,19
G4	7,69	4,13	25,77	13,04
G5	15,77	8,82	53	19,71
G6	13,69	4,05	40,08	15,34
G7	6,23	2,68	21,08	8,42
G8	6,38	2,81	25,62	19,10
G9	4,23	2,31	12,23	6,57
G10	1,54	0,97	7	7,69

Katılımcılar g¼revlerin tamamını gerçekleştirdikten sonra, katılımcıların sistemi genel olarak değerlendirmeleri için uygulanan ankete verdikleri cevaplar Tablo 6'da g¼sterilmiřtir. Tablodaki değerler incelendiğinde kullanıcıların genel olarak sistemden memnun oldukları g¼r¼lmektedir. Ancak katılımcılar (anketin yedinci ve sekizinci sorularına verilen cevaplara g¼re) hata mesajlarının daha açıklayıcı olması gerektiğini d¼ř¼nmektedirler.

Tablo 6. T-CSUQ-SV anketi alt ölçek puanları ortalama ve standart sapma değerleri

	Açıklama	Ortalama	Std. Sapma
1	Genel olarak sistemin kullanım kolaylığından memnunum.	2,46	1,27
2	Sistemi kullanmak basittir.	2,15	1,07
3	Sistemi kullanarak işlerimi etkin bir şekilde yapabiliyorum.	2,08	0,86
4	Sistemi rahatlıkla kullanabiliyorum.	2,08	1,26
5	Sistemi kullanmayı öğrenmem kolay oldu.	1,92	1,26
6	Sistemi kullanarak kısa sürede üretken hale geldiğime inanıyorum.	1,77	0,93
7	Sistemin verdiği hata mesajları, problemleri nasıl gidereceğimi açıkça anlatmaktadır.	4,15	2,30
8	Sistemin verdiği bilgiler (çevrim-içi yardım, ekran mesajları, diğer bilgiler, vb.) açık ve nettir.	4,00	2,42
9	Sistemin verdiği bilgiler kolayca anlaşılabilir.	2,92	1,85
10	Sistemin ara yüzünü beğendim.	2,54	1,51
11	Sistemin ara yüzünü kullanmak hoşuma gidiyor.	2,69	1,49
12	Sistem, beklediğim bütün işlemlere sahip ve yeterlidir.	2,31	1,38
13	Genel olarak sistem tatmin edicidir.	2	1

Anketteki verilerin tamamı değerlendirildiğinde genel memnuniyet değerinin 2 olduğu, alt ölçeklere göre değerlendirildiğinde ise sistem kullanışlılığı, bilgi kalitesi ve ara yüz kalitesi değerlerinin sırasıyla 2,07, 2,02 ve 1,19 olduğu görülmektedir. Katılımcılar sistemi bilgi kalitesi bakımından diğer iki alt ölçüte göre daha olumsuz değerlendirmişlerdir ancak elde edilen alt ölçüt değerlerinin tamamı kullanıcıların yüksek düzeyde sistemden memnun olduklarını göstermektedir.

Tablo 7. T-CSUQ-SV anketi alt ölçek puanları ortalama ve standart sapma değerleri

	Ortalama	Standart Sapma
Sistem Kullanışlılığı	2,07	0,93
Bilgi Kalitesi	3,69	2,02
Ara yüz Kalitesi	2,513	1,19
Genel Memnuniyet	2	1

Demografik veriler ile memnuniyet parametreleri arasındaki ilişki incelendiğinde yalnızca bilgisayar kullanımı süresiyle, sistem verimliliği ($p=0,028<0,05$) ve ara yüz kalitesi ($p=0,016<0,05$) açısından anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Veriler arasındaki ilişkinin tespiti için Kruskal Wallis H Testi ve Mann Whitney U testleri kullanılmıştır.

4.Tartışma ve Sonuç

Hastaların sağlık durumu geçmişleri, mevcut sağlık sistemlerinde en zayıf noktalardan biri olarak kabul edilir. Bu nedenle hastaların hastalık verilerini saklayarak, takibini sağlayacak sağlık izleme / kayıt sistemlerine ihtiyaç vardır (Song ve ark., 2015). Bu amaçla geliştirilen uygulamaların etkili, verimli ve anlaşılabilir olması gerekmektedir.

Bu çalışmada Senaturk Akademisi için geliştirilen göğüs sağlığı izleme uygulamasının kullanılabilirlik araştırması gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda kullanıcıların genel olarak uygulamadan memnun oldukları gözlemlenmiştir. Ancak sistemdeki uyarı mesajlarının yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda katılımcıların bilgisayar kullanım sürelerinin uygulamanın kullanılabilirliği üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Teşekkür

Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Senaturk Akademisi çalışanlarına katkılarından dolayı teşekkür ederiz. Bu çalışma, 5-9 Eylül 2018 tarihlerinde Kosova'nın Prizren şehrinde gerçekleştirilen Uluslararası Bilim ve Teknoloji Konferansı'nda (ICONST 2018) özet metin olarak basılmıştır.

Kaynaklar

- Doğan, R. Ö., Kayıkçıoğlu, T. (2016).Web servis esaslı uzaktan hasta takip ve elektronik sağlık kaydı sistemi. 24th Signal Processing and Communication Application Conference (SIU), Zonguldak, Turkey.
- Erdinç, O., Lewis, J. R. (2013). Psychometric evaluation of the T-CSUQ: The Turkish version of the computer system usability questionnaire. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 29, 319-326.
- Hong, J., Morris, P., Seo, J. (2017). Interconnected personal health record ecosystem using IoT cloud platform and HL7 FHIR. *IEEE International Conference on Healthcare Informatics (ICHI)*, Park City, UT, USA.
- Kılıç, E., Güngör, Z. (2006). Kütüphane web sitelerinin kullanılabilirliği: Bir uygulama çalışması. *Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Der.*, 21(4), 781-789.
- Lakovidis, I. (1998). Towards personal health record: current situation, obstacles and trends in implementation of electronic healthcare record in Europe. *International Journal of Medical Informatics*, 52(1), 1-3.
- Moore, P., Qassem, T., Xhafa, F. (2014). NoSQL' and electronic patient record systems: Opportunities and challenges. *Ninth International Conference on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing*, Guangdong, China.
- Nielsen, J.,Landauer, T., (1993). A mathematical model of the finding of usability problems, *CHI '93 Proceedings of the INTERACT '93 and CHI '93 Conference on Human Factors in Computing Systems*, Amsterdam, The Netherlands, USA.
- Okagaki, A., Koretsune, Y., Todo, R., Kusuoka, H. (2007). Clinical supporting system in large-scaled general hospital with customized interface layer between electronic patient record system and Filemaker Pro. *IEEE/ICME International Conference on Complex Medical Engineering*, Beijing, China.
- Özmen, Çolak G. (2014). E-devlet hizmetleri kullanılabilirlik analizi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü, Ankara, Yök Tez No: 355582.
- Salman, Y. B., Cheng, H. I., Kim, J. Y., Patterson, P. E. (2010) Medical information system with iconic user interfaces. *International Journal of Digital Content Technology and its Applications*, 4(1), 137-148.
- Salman, Y. B., Cheng, H. I., Patterson, P. E. (2012). Icon and user interface design for emergency medical information systems: A case study. *International Journal of Medical Informatics*, 81(1), 29-35.

- Song, Y. T., Hong, S., Pak, J. (2015). Empowering patients using cloud based personal health record system, 16th International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing (SNPD), Takamatsu, Japan.
- Tadvi, S., Ansari, F., Kapasi, S., Desai, A. (2017). Personal health records integrated using Android based health care system. International Conference on Innovations in Information, Embedded and Communication Systems (ICIIECS), Coimbatore, India.
- Uçak, N., Çakmak, T. (2009). Web sayfası kullanılabilirliğinin ölçülmesi: Hacettepe Üniversitesi bilgi ve belge yönetimi bölümü web sayfası örneği. Türk Kütüphaneciliği, 22(2), 278-298.

Received: 30.11.2018

Accepted: 30.12.2018

DOI: 10.30516/bilgesci.490659

ISSN: 2651-401X

e-ISSN: 2651-4028

2(Special Issue), 132-144, 2018

Orman Köylülerinin Odun Dışı Orman Ürünlerini Kullanım Olanakları (Eğirdir Yöresi Örneği)

Ramazan Raimov¹, Hüseyin Fakir^{2*}

Özet: Son yıllarda orman kaynaklarından üretilen odun hammaddesinin yanında odun dışı orman ürünlerine yönelik talep gittikçe artmaktadır. Bu talep artışı yalnız ticari kazançların değil; özellikle orman köylüleri başta olmak üzere yerel ihtiyaçların karşılanmasında da önemli bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda gerek ülkemizde gerekse Eğirdir Yöresi'nde var olan odun dışı orman ürünleri potansiyelinin ve değerlendirme olanaklarının belirlenmesi ekonomik, sosyal ve çevresel yönden pek çok yarar sağlayacaktır.

Eğirdir Yöresi'ndeki orman köylülerinin demografik ve sosyoekonomik yapısı, köylülerin Odun Dışı Bitkisel Ürünlerini tüketim amaçları, tüketim zamanı, tüketim sıklığı, temin şekilleri, tüketilen bitkisel ürünlerden görülen faydalar ve yan etkileri, tüketim alışkanlığının oluşumunda etkili olan faktörlere ilişkin değerlendirmeler bu tez çalışması ile ortaya konulmuştur. Çalışmada tüketici özelliklerinin belirlenmesi amacıyla 25 sorudan oluşan bir anket formu kullanılmıştır.

Çalışmada, 26 familyanın 44 cinsine ait toplam 53 odun dışı bitkisel orman ürünü değerlendirmeye alınmıştır. Bu bitki taksonlarının bilimsel adları, familyaları, odun dışı orman ürünü olarak kullanılan kısımları, yöresel kullanım alanları, endemik olanlarının belirlenmeleri ve yerel halka ve ekonomiye katkıları konularında bir veri tabanı oluşturulmuştur.

Araştırma sonuçlarına göre; Tüketiciler, genel sağlık, tedavi ve keyif amacıyla bu bitkileri kullanmaktadır, Tüketim biçimi büyük oranda infüzyon ve dekoksasyon şeklindedir. Alınacak dozaj ve yan etkiler konusunda önemli bir bilgi eksikliği bulunmaktadır. Doğadan toplanan bitkilerin, toplandığı haliyle tüketimi tercih edilmektedir. Tüketim alışkanlığının oluşmasında etkili olan faktörler arasında ilk sırada aile ve yakın çevrenin tavsiyeleri yer almaktadır. Bu açıdan tüketim alışkanlığının oluşmasında geleneksellik hâkimdir.

Anahtar Kelimeler: Orman Köylüleri, Odun Dışı Orman Ürünleri, Eğirdir, Isparta

Usage Possibilities of Non-wood Forest Products of Forest Villagers (Eğirdir Province Case)

Abstract: Recently, there has been increasing on demand for non-wood forest products. This demand increasing plays an important role in both commercial benefits and regional economic developments. For this reason, it is important to determine the availability and the usability of these non-wood products which are exist in Eğirdir province for economic, social and environmental aspects.

¹Isparta University of Applied Science, Faculty of Forestry, 32260, Isparta, Turkey

*Corresponding author: huseyinfakir@isparta.edu.tr

Citation (Atf): Raimov, R., Fakir, H. (2018). Orman Köylülerinin Odun Dışı Orman Ürünlerini Kullanım Olanakları (Eğirdir Yöresi Örneği). Bilge International Journal of Science and Technology Research, 2(special issue), 132-144.

Demographic and socio-economic structure of forest villagers in Eğirdir, consumption purposes of non-wood forest products of the peasants consumption time, frequency of consumption, supply forms, consumed seen from vegetable products, benefits, and side effects, evaluations of influential factors in the consumption habits were put forwarded by this thesis study. A questionnaire which consist 25 questions was used for determining to consumer features.

In this study, 53 specimens belonging to 44 genera of 26 families were evaluated. In addition, a database includes scientific name, family, usable parts, usage of regional and determination of endemics, regional and national benefits were designed.

According to the results of this research; the consumers use these plants for general health, therapy and for pleasure. Consuming type is as infusion and decoction on large scale and also there is a big deficiency by means of using dose and side effect. Consuming of native plants is preferred as in form naturally collected from nature. Among the factors that affect consumption behaviors, recommendations of family and relatives are first place. In this regard, traditionalism dominates the formation of consumption habits.

Keywords: Forest Villagers, Non-Wood Forest Products, Eğirdir, Isparta

1. Giriş

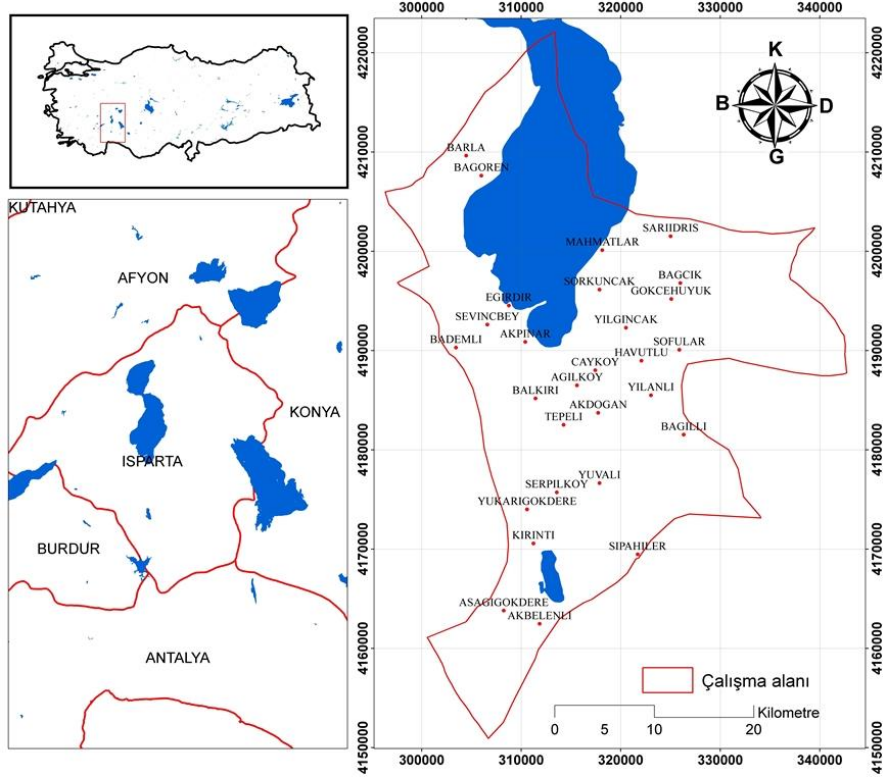
İnsanın varoluşundan itibaren bitkilerle olan ilişkisi, günümüzde de aynen devam etmektedir. İlk çağlardan kalan arkeolojik bulgulara göre insanlar, besin elde etmek ve sağlık sorunlarını gidermek için öncelikle bitkilerden faydalanmışlardır (Koçyiğit, 2005; Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2011). İnsanlık tarihi boyunca önemini hiçbir zaman yitirmeyen tıbbi ve aromatik bitkiler, günümüzde de gıda, çeşni, ilaç ve şifa amaçlı kullanılmaktadır.

Ülkemiz zengin bitki örtüsü ve etnobotanik bilgi birikimi ile gelişen tıbbi ve aromatik bitkiler sektöründe önümüzdeki dönemde yıldızı parlayacak ülkeler arasında görülmektedir. Son zamanlarda sektörde yaşanan gelişmeler, tarihi İpek ve Baharat Yollarının güzergâhında olan ülkemizin doğunun bitkisel ve kültürel zenginliklerini batıya aktarma konusunda gelecekte de önemli bir rol oynayacağını göstermektedir. Türkiye'nin yıllar itibariyle tıbbi ve aromatik bitkiler ihracatı yıllar itibariyle dış satım miktarını önemli ölçüde artırdığı ve elde edilen gelirin ise yükseldiği görülmektedir (Arslan vd., 2015).

Bu çalışma ile Eğirdir Yöresinde' ki orman köylülerinin demografik ve sosyoekonomik yapısı, köylülerin odun dışı bitkisel ürünleri (ODBÜ) (tıbbi bitkiler başta olmak üzere) tüketim amaçları, tüketim zamanı, tüketim sıklığı, temin şekilleri, tüketilen bitkisel ürünlerden görülen faydalar ve yan etkileri, tüketim alışkanlığının oluşumunda etkili olan faktörlere ilişkin değerlendirmeler ortaya konulmuştur. Eğirdir yöresindeki gıda, tıp ve eczacılık başta olmak üzere kimya, boya, kozmetik gibi değişik sanayi alanlarında odun dışı orman ürünü olarak kullanılan bitki taksonları belirlenmiştir. Çalışmada, 26 familyanın 44 cinsine ait toplam 53 odun dışı bitkisel orman ürünü değerlendirmeye alınmıştır. Bu bitki taksonlarının bilimsel adları, familyaları, odun dışı orman ürünü olarak kullanılan kısımları, yöresel kullanım alanları, endemik olanlarının belirlenmeleri ve yerel halka ve ekonomiye katkıları konularında bir veri tabanı oluşturulmuştur.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırma alanı 30° 39' 17'' - 38° 30' 30'' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Araştırma alanının sınırı doğu, batı ve kuzeyde Eğirdir Gölü Su Toplama Havzası sınırından, güneyde ise Davras Dağı-Asacak Dağı-Yarpuz Sivrisi Tepe-Kızıldağ Tepe-Şimşirli Tepe-Dedegül Dağı hattından geçmektedir. Havzanın kuzeyinde Sultan Dağları ve Karakuş Dağları, batısında Gelincik, Sinap ve Kaymaz Dağı, doğusunda ise Anamas Dağları yer almaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırma alanı

Çalışmadaki bitkiler başta Türkiye florası (Davis, 1965-1985; Davis vd., 1988; Güner vd., 2000) olmak üzere çeşitli kaynaklardan (Heywood ve Tutin, 1964) yararlanılarak teşhis edilmiştir. Tanıları yapılan bitki örnekleri S.D.Ü. Orman Fakültesi Herbaryumu'na yerleştirilmiştir. Endemik taksonların Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı (Ekim vd., 2000)'na göre tehlike kategorileri verilmiştir.

Çalışmada (Korkmaz vd., 2011) tarafından geliştirilen ve 25 sorudan oluşan anket formu kullanılmıştır. Anket formlarında yer verilen sorular ve cevap şıkları ile öğrenilmesi istenilen konular: (1) Tüketicilerin demografik ve sosyo-ekonomik yapısı, (2) Tüketicilerin ODBÜ'yü (tıbbi bitkiler başta olmak üzere) tüketim amaçları, (4) Tüketim zamanı, (5) Tüketim sıklığı, (6) Temin şekilleri, (7) Tüketilen bitkisel ürünlerden görülen faydalar ve yan etkileri, (8) Tüketim alışkanlığının oluşumunda etkili olan faktörler ve (9) Satış noktalarına ilişkin değerlendirmeler şeklinde sıralanmaktadır.

Anket uygulanması esnasında deneklerin anket sorularını bir etki altında kalmadan yanıtlamasını sağlamak amacıyla anket formlarını yalnız başına cevaplandırması tercih edilmiştir.

Örnek büyüklüğünün belirlenmesinde, sınırlı toplumlarda kullanılan ve aşağıda açıklanan eşitlikten faydalanılmıştır (Karasar, 2005);

Burada;

- n : Örnek büyüklüğünü,
- Z : Güven katsayısını (%95'lik güven düzeyi için Z=1.96),
- N : Ana kütle büyüklüğünü
- p ve q : Ölçülmek istenilen büyüklüğün, ana kütlede bulunma olasılığını (0,5),
- D : Kabul edilen örnekleme hatasını (% 10) göstermektedir.

Yukarıda belirtilen formüle göre yapılan hesaplama sonucunda örnek büyüklüğü 96 bulunmuş, çalışmada her kırsal yerleşim biriminden en az 10 olmak üzere toplam 100 kişi ile yapılan anketler değerlendirmeye alınmıştır (Çizelge 3.3). Anket formlarının değerlendirilmesi, yanıtlanan cevap şıklarının sayısal değerlerinin yüzdelik oranlara dönüştürülmesi şeklinde yapılmıştır. Ayrıca bazı değişkenler arasında ilişki olup olmadığı, kıkare (χ^2) testi ile belirlenmiştir. Analizlerde Statistical Package for Social Science (SPSS) 20.0 programı kullanılmıştır.

Çizelge 1. Anket yapılan yerleşim birimleri

Yerleşim Yeri Adı	Anket Sayısı
Sorkuncak	10
Bağlılı	15
Gökçehöyük	10
Pazarköy	10
Ağlıköy	10
Yukarıgökdere	25
Barla	10
Çayköy	10
Toplam	100

3.Bulgular

3.1. Deneklerin Demografik ve Sosyo-Ekonomik Özellikleri

Eğirdir'de ankete katılan tüketicilerin % 62'sini erkek, % 38'ini bayanlar oluşturmaktadır. Ankete katılan deneklerin bazı sosyo-ekonomik ve demografik özellikleri çizelge 2'de gösterilmiştir. Yaş grupları, ülkemizde benimsenen faal nüfus ölçütleri bazında değerlendirilmiştir. Buna göre, ankete katılan denekler arasında 26-45 yaş grubu ağırlıktadır. Deneklerin büyük bölümü ilkököl ve lise mezunu kişilerdir. Ankete katılan deneklerin gelir düzeyleri geniş bir aralıkta incelenmiştir. Deneklerin büyük çoğunluğunu düşük ve orta gelir grubu oluşturmaktadır.

Meslek grupları açısından bir değerlendirme yapıldığında, deneklerin %28'i ev hanımı, %8'i memur, %26'sı işçi, %8'i serbest meslek, %13'ü çiftçi, %17'si emekli olduğu ortaya çıkmaktadır.

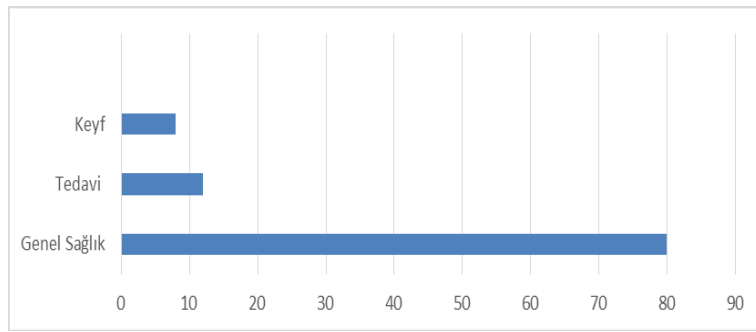
Çizelge 2. Katılımcıların bazı sosyo-ekonomik ve demografik özellikleri

Yaş Grupları	Sayı	%
18-25	10	10,0
26-45	40	40,0
46-65	27	27,0
>65	23	23,0
Toplam	100	100,0
Eğitim düzeyi	Sayı	%
İlköğretim	68	68,00
Lise	23	23,00
Üniversite	8	8,0
Lisansüstü	1	1,0
Toplam	100	100,0

Gelir Düzeyi	Sayı	%
0-500	36	36,0
501-1000	23	23,0
1001-2000	28	28,0
>2000	13	13,0
Toplam	100	100,0

3.2. Tüketim Özellikleri

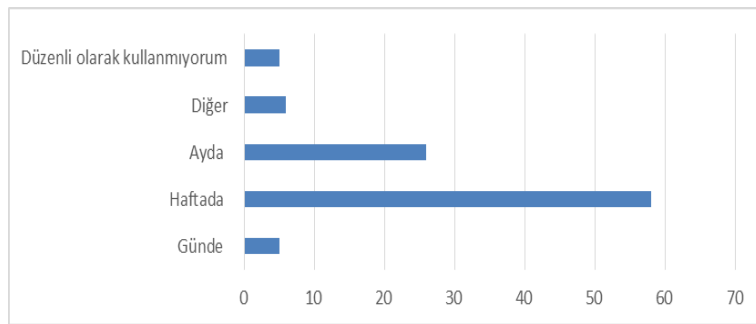
Tüketicilerin ODBÜ'yü tüketim amaçları incelendiğinde genel sağlık için kullanımın yoğun olduğu Şekil 2'de görülmektedir. Bunun yanında tedavi ve keyif amaçlı kullanımlar da bulunmaktadır. Deneklerin %80'i genel sağlık için, %12'si tedavi için, %8'i keyif için bu bitkileri kullanmaktadır.



%

Şekil 2. Tüketim amaçları

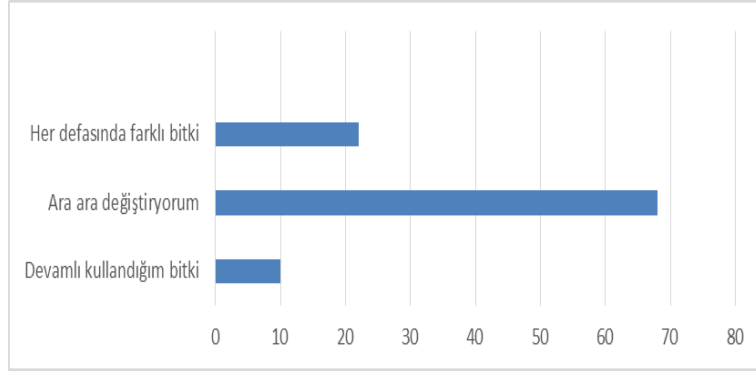
Zaman açısından tüketiciler arasında düzenli bir tüketim alışkanlığına sahip olanlarının oranı aşağıdaki şekilde verilmiştir. Şekil 3'de deneklerin %5'i günde, %58'i haftada, %26'sı ayda bir olmak üzere bu ürünleri düzenli olarak kullanırken, %5'nin düzenli bir kullanımı bulunmamaktadır.



%

Şekil 3. Bitkilerin tüketim sıklığı

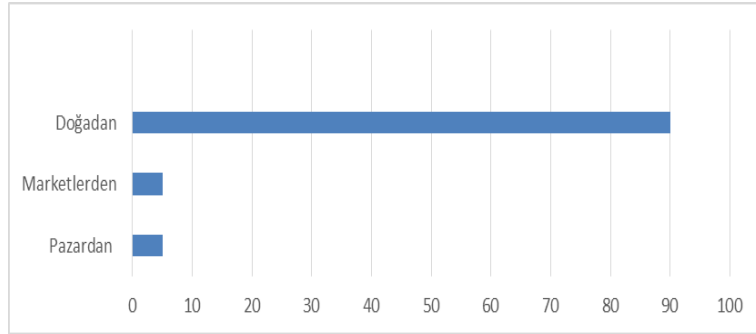
Devamlı olarak veya değiştirerek bitkilerin kullanma oranında, tüketiciler tarafından bitkilerin büyük bir bölümü ara ara değiştirerek kullanmıştır. Şekil 4'de görüldüğü üzere deneklerin %10'u devamlı aynı bitkileri kullandığını, %68'i ara ara değiştirdiğini, %22'si farklı bitkileri kullandığını belirtmektedir. Yapılan kıkare testi bulgularına göre kadınlar erkeklere oranla daha fazla farklı bitki kullanmaktadır ($X^2=11,752$, sd: 2, p=0,03).



%

Şekil 4. Bitki tercihleri

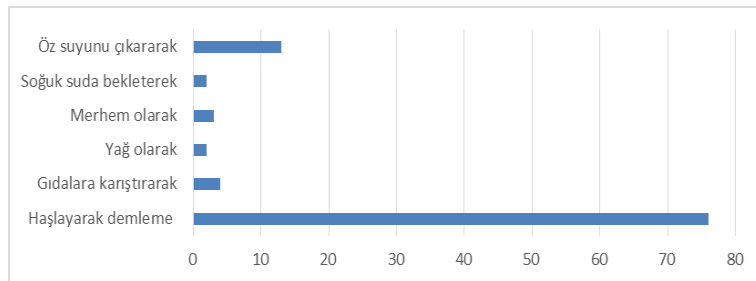
Tüketiciler bu ürünleri farklı kaynaklardan temin etmektedir. Şekil 5’de görüldüğü üzere deneklerin büyük bir bölümü (%90) kullandığı bitkileri doğadan temin etmektedir. Pazar - aktar veya marketlerden temin çok düşük düzeydedir. Bu durum köylerin çevresinde doğal olarak yetişen türlerin geçmişten beri toplanarak tüketilmesinden kaynaklanmaktadır.



%

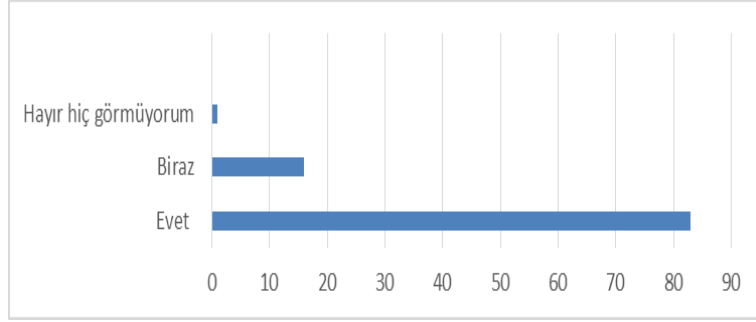
Şekil 5. Bitkilerin nasıl temin edilmesi

Şekil 6’da görüldüğü gibi tüketiciler tarafından ürünlerin büyük bir bölümü infüzyon ve dekoksiyon haşlayarak demleme (%76) şeklinde tüketilmektedir. Bunun yanında tüketicilerin %4’ü gıdalara karıştırarak, %2’si yağ olarak, %3’ü merhem olarak, %2’si soğuk suda bekleterek, %13’ü öz suyunu çıkararak kullanmaktadır. Yapılan kıkare testi sonuçlarına göre tüketim biçimleri katılımcıların eğitim ve gelir düzeylerine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar içermektedir (Eğitim için $X^2= 38,836$; $sd= 15$; $p= 0,001$, Gelir için $X^2= 25,672$; $sd= 15$, $p= 0,042$).



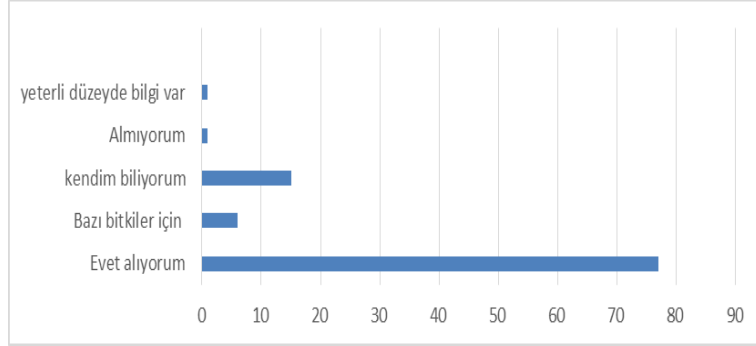
Şekil 6. Nasıl/ne şekilde tüketilme oranı

Tüketicilerin %83'ü bu bitkilerden yarar gördüğünü, %16'sı biraz, %1'de hayır hiç görmediğini belirtmiştir (Şekil 7)



Şekil 7. Kullanılan bitkilerden yarar görme oranı

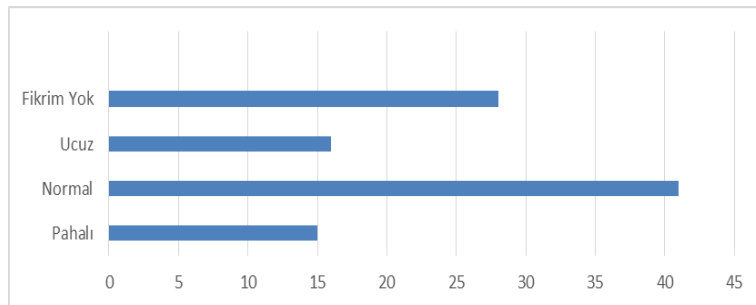
Şekil 8'de tüketicilerin %77'si bitkileri kullanmadan önce bilgi aldığını, %6'sı bazı bitkiler için belirtirken %16'ı kendim biliyorum, %1'i bilgi almıyorum, bilgim var şeklinde bu bitkileri kullandıkları ortaya çıkmaktadır.



%

Şekil 8. Kullanılan bitkiler hakkında bilgi alma oranı

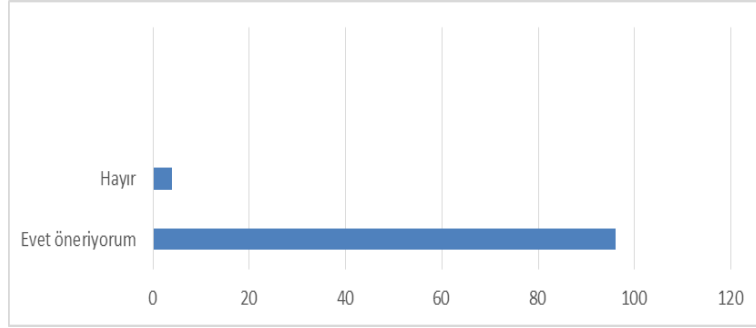
Satın Alınan Ürünlerin Fiyatları Konusundaki Düşüncelerin Yüzdesel Dağılımı Şekil 9'da Bunun yanında tüketicilerin %15'i pahalı, %41'i normal, %16'sı ucuz, %28'i fikrim yok şeklinde yüzdesel dağılımı ortaya çıkmaktadır. Kikare testi sonuçlarına göre ürün fiyatları hakkındaki görüşler katılımcıların cinsiyet ($X^2=11,006$; $sd=3$; $p=0,012$), eğitim ($X^2=17,875$; $sd=9$; $p=0,037$) ve gelir düzeylerine ($X^2=19,991$; $sd=9$; $p=0,018$) göre istatistiksel olarak farklılaşmaktadır ($p<0,05$). Bu bulguya göre, erkekler, eğitim düzeyi görece olarak yüksek olanlar ile gelir düzeyi yüksek olanlar fiyatları uygun bulmaktadır.



%

Şekil 9. Fiyatları konusundaki düşüncelerin yüzdesel dağılımı

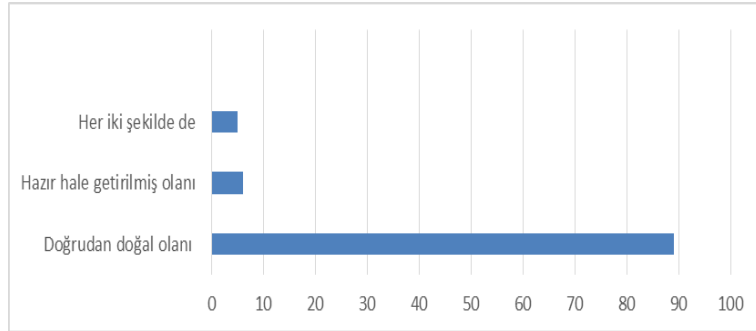
Tüketicilerin büyük çoğunluğu (%96) kullandıkları bitkileri yakın çevre- arkadaşlarına önermektedir. (Şekil 10)



%

Şekil 10. Çevre ve yakın arkadaşlara önerme oranı

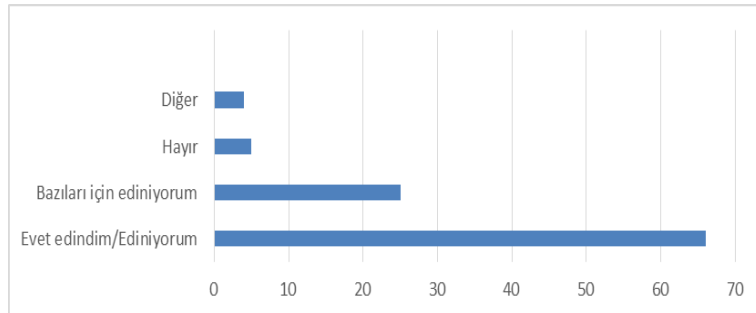
Tüketicilerin %89'u doğrudan doğal olan bitkileri kullanmayı tercih ederken %6'sı hazır hale getirilmiş olanları, %5'de her iki şekilde de kullanmaktadır (Şekil 11). Kikare testi sonuçlarına göre hazır hale getirilmiş olan ürünleri tercih edenler, eğitim düzeyi yüksek olan katılımcılardır ($X^2= 20,696$; $sd=6$; $p=0,002$).



%

Şekil 11. Bitkilerin doğrudan kullanılması veya hazır hale getirilmiş oranı

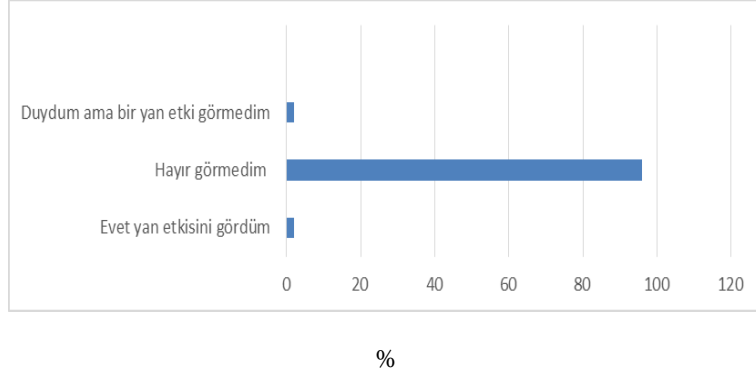
Tüketicilerin %66'sı kullanarak dozaj hakkında bilgi edindiğini, %25'i ise sadece bazı bitkiler için bilgi aldığını belirtmektedir (Şekil 12)



%

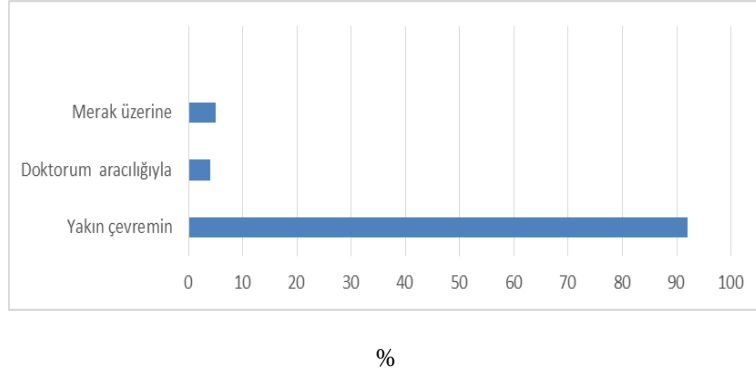
Şekil 12. Bitkilerin dozajı hakkında bilgi alma oranı

Tüketicilerin sadece %2'si kullandıkları bitkilerden yan etki gördüğünü belirtmiştir. Bu bulgu, kullanılan miktar konusundaki bilgi düzeyi ile de uyumludur. (Şekil 13) evet yan etkisini gördüm, %96'sı hayır görmedim, %2'si de duydum ama bir yan etki görmedim şeklinde ortaya çıkmaktadır. Kullanılan bitkilerin zehirli olup olmadığı hakkında deneklerin tamamı bilgi sahibidir.



Şekil 13. Bitkilerin yan etkisi hakkında tüketicilerin görüşleri

Kullanım alışkanlığının oluşumunda etkili olan en önemli faktör, yakın çevrenin tavsiyeleridir. Bu geleneksel olarak geçmişten gelen bilginin aktarılmış şeklindedir. Bunu, doktor tavsiyeleri ve merak izlemektedir (Şekil 14). Kikare testi sonuçlarına göre kullanım alışkanlıklarının oluşumunda etkili olan faktörler, katılımcıların eğitim ($X^2= 39,041$; $sd=6$; $p=0,000$) ve gelir düzeylerine ($X^2= 16,835$; $sd=6$; $p=0,010$) istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılaşmaktadır ($p<0,05$). Yani eğitim ve gelir düzeyi arttıkça, doktor tavsiyelerinin kullanım alışkanlığının oluşumunda etkili olduğu görülmektedir.



Şekil 14. Bitkilerin nasıl kullanmaya başladığı hakkında tüketicilerin görüşleri

3.3. OBDÜ'nün Elde Edildiği Bitkiler ve Görülen Faydalar

Tüketicilerin % 69,82'si tüketilen ürünlerden belirgin bir fayda gördüklerini belirtirken % 23,12'si bu soruya biraz cevabını vermiştir. Tüketicilerin % 1,02'si bu konuda fikir belirtmemiş ve % 6,04'ü ise hiç yarar görmediğini ifade etmiştir. Tüketicilere yararlandıkları bitkilerin yöresel adlarının yanında familya ve bilimsel adları da belirlenmiştir. Bitkilerin kullanımı daha çok genel sağlık için kullanılmaktadır. Bunun tedavi ve keyf için kullanımlar izlemektedir. OBDÜ'nün elde edildiği bitkiler ve kullanım alanları Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. OBDÜ'nün Elde Edildiği Bitkiler ve Kullanım Alanları

Bilimsel Adı	Familyası	Yöresel Adı	Endemik Tehlike Durumu	Kullanılan Kısım	Yöredeki Kullanımı
<i>Pistacia terebinthus</i> L. subsp. <i>palaestina</i> (Boiss.) Engler	Anacardiaceae	Çitlik	-	Meyve	Gıda ve yem
<i>Rhus coriaria</i> L.	Anacardiaceae	Sumak	-	Meyve	Baharat
<i>Anthemis tinctoria</i> L. var. <i>Tinctoria</i>	Asteraceae	Papatya	-	Çiçek	Yatıştırıcı ve gaz söktürücü, infüzyon
<i>Bellis perennis</i> L.	Asteraceae	Çayır Papatyası	-	Çiçek	İdrar arttırıcı, İnfüzyon
<i>Cichorium intybus</i> L.	Asteraceae	Hindiba	-	Çiçek dal, yaprak ve kök	Kabızlığı giderici, dekoksion
<i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench subsp. <i>aucherii</i> (Boiss.) Davis & Kupicha (Endemik)	Asteraceae	Altın Otu	LR (Ic)	Çiçek	Ülser ve gastrit, infüzyon
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill.	Asteraceae	Eşek Marulu	-	Taze yaprak ve sürgün	Gıda, bitkiden elde edilen süt böcek sokmaları
<i>Taraxacum syriacum</i> Boiss.	Asteraceae	Köpek Marulu	-	Çiçek dal ve yaprak	Gıda, şeker düşürücü, mide ağrısı giderici, infüzyon
<i>Berberis crataegina</i> DC.	Berberidaceae	Karamuk	-	Meyve	Reçel ve marmelat
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik	Brassicaceae	Kuşkuş Otu	-	Yaprak, çiçek ve meyve	Diş ve boğaz ağrıları giderici ve gıda, infüzyon
<i>Chenopodium album</i> L.	Chenopodiaceae	Yabani Ispanak	-	Yaprak	Gıda
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Convolvulaceae	Tarla Sarmaşığı	-	Yaprak, çiçek ve kök	Yara iyileştirici, kabızlık giderici, infüzyon
<i>Cornus mas</i> L.	Cornaceae	Kızılcık	-	Meyve	Gıda ve ishal kesici
<i>Juniperus oxycedrus</i> L. subsp. <i>Oxycedrus</i>	Cupressaceae	Katran Ardıcı	-	Kozalak (Yağ)	Kırık ve çıkık ve yara tedavisinde
<i>Juglans regia</i> L.	Juglandaceae	Ceviz	-	Yaprak, kabuk, meyve	Gıda, kan şekeri düşürücü, infüzyon, dekoksion
<i>Equisetum arvense</i> L.	Equisetaceae	At Kuyruğu	-	Yaprak ve sürgün	Romatizma ağrılarını giderici
<i>Glycyrrhiza glabra</i> L. var. <i>glandulifera</i> (Waldst. & Kit.) Boiss.	Fabaceae	Meyan Kökü	-	Kök	Göğsü yumuşatıcı
<i>Vicia sativa</i> subsp. <i>nigra</i> (L.) Ehrh. var. <i>nigra</i> ,	Fabaceae	Burçak	-	Meyve	Hayvan yemi
<i>Quercus cerris</i> L. var. <i>cerris</i>	Fagaceae	Saçlı Meşesi	-	Meyve	Hayvanlarda ishal kesici
<i>Hypericum perforatum</i> L.	Hypericaceae	Kantaron	-	Çiçekli dal ve yaprak	Mide ve bağırsak gazlarını giderici
<i>Hypericum scabrum</i> L.	Hypericaceae	Kantaron	-	Çiçekli dal ve yaprak	Mide ve bağırsak gazlarını giderici
<i>Ajuga chamaepitys</i> (L.) Schreber subsp. <i>chia</i> (Schreber) Arcangeli var. <i>chia</i>	Lamiaceae	Yer Çamı	-	Çiçekli dal ve yaprak	Kadın hastalıkları, infüzyon
<i>Melisa officinalis</i> L. subsp. <i>altissima</i> (Sm.) Arcangeli	Lamiaceae	Limon Otu	-	Çiçekli dal ve yaprak	Gaz söktürücü, sakinleştirici, ateş düşürücü, infüzyon
<i>Mentha longifolia</i> (L.) Hudson subsp. <i>typhoides</i> (Briq.) Harley	Lamiaceae	Su Nanesi	-	Çiçekli dal ve yaprak	Baharat, soğuk algınlığı, hazımsızlık, infüzyon
<i>Micromeria cristata</i> (Hampe) Griseb. subsp. <i>phrygia</i> P.H. Davis (Endemik)	Lamiaceae	Taş nanesi	LR (Ic)	Çiçekli dal ve yaprak	Soğuk algınlığı, infüzyon
<i>Origanum minutiflorum</i> O. Schwarz & P. H. Davis (Endemik)	Lamiaceae	Sütçüler Kekiği	VU	Çiçekli dal ve yaprak	Baharat, soğuk algınlığı, boğaz enfeksiyonları, infüzyon
<i>Origanum onites</i> L.	Lamiaceae	Bilyalı Kekik	-	Çiçekli dal ve yaprak	Baharat, soğuk algınlığı, boğaz enfeksiyonları, infüzyon
<i>Origanum sipyleum</i> L.	Lamiaceae	Bayır Kekiği	-	Çiçekli dal ve	Soğuk algınlığı, boğaz

(Endemik)				yaprak	enfeksiyonları, infüzyon
<i>Origanum vulgare</i> L. subsp. viride (Boiss.) Hayek	<i>Lamiaceae</i>	Keklik Otu	-	Çiçekli dal ve yaprak	Soğuk algınlığı, boğaz enfeksiyonları, infüzyon
<i>Phlomis armeniaca</i> Willd. (Endemik)	<i>Lamiaceae</i>	Şalba	LR (Ic)	Yaprak, ve çiçek	Soğuk algınlıkları, mide ağrıları, Infüzyon
<i>Salvia sclarea</i> L.	<i>Lamiaceae</i>	Misk Adaçayı	-	Çiçekli dal ve yaprak	Soğuk algınlığı, mide üşütmeleri, infüzyon
<i>Salvia tomentosa</i> Miller	<i>Lamiaceae</i>	Büyük Çiçekli Ada Çayı	-	Çiçekli dal ve yaprak	Soğuk algınlığı, boğaz ağrıları, mide üşütmeleri, infüzyon
<i>Satureja thymbra</i> L.	<i>Lamiaceae</i>	Çorba Kekığı	-	Çiçekli dal ve yaprak	Baharat, soğuk algınlığı, boğaz enfeksiyonları, infüzyon
<i>Sideritis condensata</i> Boiss. & Heldr. Apud Bentham (Endemik)	<i>Lamiaceae</i>	Dağ Ada Çayı	LR (cd)	Çiçekli dal ve yaprak	Mide ağrıları, ağrı kesici, iştah açıcı, infüzyon
<i>Sideritis erythrantha</i> Boiss. & Heldr. var. <i>erythrantha</i> (Endemik)	<i>Lamiaceae</i>	Tüylü Dağ Ada Çayı		Çiçekli dal ve yaprak	Mide ağrıları, ağrı kesici, iştah açıcı, infüzyon
<i>Sideritis libanotica</i> Labill. subsp. <i>linearis</i> (Bentham) Bornm. (Endemik)	<i>Lamiaceae</i>	Tüylü Dağ Ada Çayı	LR (Ic)	Çiçekli dal ve yaprak	Mide ağrıları, ağrı kesici, iştah açıcı infüzyon
<i>Thymbra spicata</i> L. var. <i>spicata</i>	<i>Lamiaceae</i>	Eşek Kekığı	-	Çiçekli dal ve yaprak	Baharat, soğuk algınlığı, nefes açıcı, infüzyon
<i>Thymus zygoides</i> Griseb. var. <i>lycaonicus</i> (Celak.) Ronniger (Endemik)	<i>Lamiaceae</i>	Kekik	LR (Ic)	Çiçekli dal ve yaprak	Baharat, soğuk algınlığı, boğaz enfeksiyonları, nefes açıcı, infüzyon
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	<i>Liliaceae</i>	Kuşkonmaz	-	Toprak üstü kısım	Şeker hastalığı, infüzyon
<i>Malva sylvestris</i> L.	<i>Malvaceae</i>	Ebe Gümece	-	Yaprak	Gıda
<i>Orchis anatolica</i> L.	<i>Orchidaceae</i>	Salep	-	Yumru	Gıda, dondurma
<i>Papaver rhoeas</i> L.	<i>Papaveraceae</i>	Gelincik	-	Çiçek ve meyve	Gıda, öksürük kesici
<i>Plantago major</i> L. subsp. <i>major</i>	<i>Plantaginaceae</i>	Sinir Otu	-	Yaprak ve sürgün	Böcek sokmalarında kaşınıtıyı giderici
<i>Rumex acetosella</i> L.	<i>Polygononaceae</i>	Ekşi Kulak	-	Yaprak	Gıda, kabızlık giderici
<i>Clematis vitalba</i> L.	<i>Ranunculaceae</i>	Ak Asma	-	Yaprak	Zehirli, sinir hastalıkları, infüzyon
<i>Rhamnus nitidus</i> Davis (Endemik)	<i>Rhamnaceae</i>	Boyacı Dikeni		Kabuk ve meyve	Boya ve kusturucu, infüzyon
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq. subsp. <i>monogyna</i>	<i>Rosaceae</i>	Kırmızı Alıç	-	Yaprak, çiçek ve meyve	Gıda, tansiyon düşürücü, prostat rahatsızlıkları, infüzyon
<i>Crataegus orientalis</i> Pallas ex Bieb. var. <i>orientalis</i>	<i>Rosaceae</i>	Sarı alıç	-	Yaprak, çiçek ve meyve	Gıda, tansiyon düşürücü, prostat rahatsızlıkları, infüzyon
<i>Rosa canina</i> L.	<i>Rosaceae</i>	İt Burnu	-	Meyve ve taç yaprak	Reçel, marmelat, meyve suyu, infüzyon
<i>Sorbus umbellata</i> (Desf.) Fritsch var. <i>cretica</i> (Lindley) Schneider	<i>Rosaceae</i>	Geyik Elması	-	Yaprak ve meyve	Şeker hastalığı, infüzyon
<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	<i>Tiliaceae</i>	Ihlamur	-	Çiçek	Göğüs yumuşatıcı, idrar söktürücü, soğuk algınlığı, uykusuzluk, infüzyon
<i>Celtis glabrata</i> Steven ex Planchon	<i>Ulmaceae</i>	Çitemik	-	Meyve	Gıda, hazımı kolaylaştırıcı sarı renk elde edilmesi
<i>Urtica dioica</i> L.	<i>Urticaceae</i>	Isırgan Otu	-	Yaprak ve sürgün	Gıda, ateş düşürücü, ağrı kesici, infüzyon, dekoksiyon

4. Tartışma ve Sonuç

Yapılan çalışma ile Eğirdir Yöresinde odun dışı bitkisel değeri olan bitki taksonlarının bilimsel ve yöresel adları, endemiklik durumu, odun dışı orman ürünü olarak kullanılan kısımları ve kullanım alanları ve yerel halka ve ekonomiye katkıları konularında bir veri tabanı oluşturulmuştur.

Bitki türleri açısından bir tüketim alışkanlığına sahip olan tüketiciler, tüketim biçimi olarak çoğunlukla infüzyon ve dekoksasyon şeklinde, geleneksel bir kullanım biçimini tercih etmektedir. Bunun yanında diğer gıda ürünlerine karıştırılarak yemeklerde lezzet artırıcı olarak da kullanımlar bulunmaktadır.

Eğirdir Yöresinde ODBÜ'nün en yaygın tüketim amaçları; genel sağlık, tedavi ve keyf şeklindedir. Ürünlerin en yoğun tüketim dönemleri sırasıyla kış ve sonbahar mevsimleridir. Tüketim amaçları ile tüketim dönemleri arasındaki sıkı bir ilişki bulunmaktadır. Çünkü alt ve üst solunum yolu enfeksiyonlarının en fazla görüldüğü kış ve sonbahar mevsimlerinde tüketicilerin doğal bitkilerin daha çok koruyucu ve bağışıklık sistemini güçlendirici özelliklerinden faydalanmayı amaçladığı için yoğun kullanımları olduğu görülmektedir

Tüketim alışkanlığında etkili olan faktörler incelendiğinde aile ve yakın çevrenin tavsiyeleri ilk sıradadır. Bu açıdan Eğirdir Yöresi'nde ODBÜ'nün tüketiminde geçmişten gelen geleneksel bir tüketim alışkanlığı devam etmektedir. Bu alışkanlık, bitki türü, tüketim alanı ve biçimini betimlemektedir.

Tüketicilerin büyük bir bölümü tüketilen ürünlerden fayda görmektedir. Ancak kullanılacak dozaj konusunda önemli bir bilgi eksikliği bulunmaktadır. Tüketicilerin sadece yaklaşık üçte birlik bir bölümünün alınacak dozaj konusunda bilgisi vardır. Bunun yanında ürünlerin tüketiminde ortaya çıkabilecek yan etkiler ile hangi bitkilerin zehirli olduğu konusunda da bilgi düzeyi düşüktür.

Tüketiciler ürünleri büyük bir kısmı doğadan izinsiz toplayıcılık yoluyla temin etmektedir. Aktar, market ve semt pazarlarındaki perakendecilerden temin düşük düzeyde de olsa vardır.

Eğirdir Yöresi'nde yerel halk ODBÜ'den ülkemizin birçok bölgesine göre iyi ekonomik girdi sağlamaktadır. Ancak, bazı yanlış bilgi ve uygulamalar ODBÜ'den faydalanmayı azalmaktadır. Yerel halk ODBÜ'yü doğadan toplarken toplama zamanı ve şeklinde, kurutma ve depolamada bazı hatalar yapmaktadır. Örneğin *Origanum* spp. türleri %50 çiçeklenme döneminde biçilerek hasat edilmesi gerekir. Uçucu yağ üretimi için çiçeklenme devresi en uygun biçim zamanıdır. Toprak yüzeyinin 10–15 cm yukarisından biçim yapılmalıdır. Biçilen kekiğin uçucu yağ kayıplarının minimumda tutulabilmesi için kurutma işlemi gölgede (35 °C'yi aşmayan sıcaklıkta) yapılmalı, saplardan ayrılan yaprakların nem içeriği en fazla %12 olmamalıdır. Bölgede çalışmamız boyunca bu kurallara pek dikkat edilmediği görülmüştür. Genelde *Origanum* spp. türleri yörede meyveye durunca toplandığı, topraktan sökülerek veya dipten biçildiği, güneş altında kurutulduğu, yaprakların saplardan ayrılmasında ilkel yöntemlerin kullanıldığı (traktör ile üzerinden geçilerek saplardan yaprakların ayrılması vb.) ve büyük çuvallarda ve rutubetli depolarda muhafaza edildiği tarafımızca tespit edilmiştir. Buna benzer uygulamalar diğer ODBÜ içinde geçerlidir. Bölgedeki bu uygulamalar ürün kalitesini düşürmekte ve ODBÜ daha düşük fiyatlara satılmaktadır.

Bölgede tehlike altında olan endemik türler de ODBÜ olarak toplanmaktadır. Örneğin *Origanum minutiflorum*, *Sideritis libanotica* subsp. *linearis*, *Phlomis armeniaca* vb. tehlike altındaki endemik türlerinin doğadan bir plan dahilinde toplatılması en önemli konulardan biridir. Orman Genel Müdürlüğü'nün (OGM) yörede bu türleri tanıyacak ve toplama planını ve denetimini yapacak eğitimli personeli çok azdır. Bununla birlikte, son yıllarda ODBÜ'nün rotasyonlu olarak doğadan toplanmasına izin verilmektedir. Bu uygulama tehlike altındaki endemik türlerin nesli için olumlu bir uygulamadır.

Bu türlerin sadece doğadan toplanması yerine kültüre alma çalışmalarının da hızlandırılması gerekmektedir. Kültüre alma çalışmaları çok disiplinli olarak ele alınmalıdır. Çünkü geçmişte bu tür girişimler başarısızlıkla sonuçlanmış ve yerel halk üzerinde bir isteksizlik oluşmuştur. Örneğin Isparta yöresinde yapılan bir çalışmada, kültür kekik yetiştiriciliğinin mevcut durumu incelendiğinde, yetiştiriciliğin bitme noktasına geldiği, bunun da en önemli nedenlerinin üretim tekniği yanlışları ve pazarlama sorunları olduğu belirtilmektedir (Alkan vd., 2006).

Yörede, son yıllarda ODBÜ'ni doğadan yasadışı toplamalar artmıştır. Bunun başlıca nedeni bölgedeki ODBÜ'ye artan aşırı taleptir. Bu konuda bazı caydırıcı yasal düzenlemelerin yapılması zorunlu hale gelmiştir.

Yörede ODBÜ'nün halk arasında kullanımı oldukça yaygındır. Ancak, bilgi yetersizliğinden bazı yanlış kullanımlarda vardır. Her ne kadar yapılan anketlerde tüketiciler bitkilerin zehirli olup olmadığını bildiklerini belirtse de örneğin bazı zehirli bitkiler bölge insanı tarafından (*Plantago major* subsp. *major* vb.) bilinçsizce kullanılmaktadır. Bazen bu bilinçsiz kullanımlar çok ciddi sağlık problemlerine yol açabilmektedir.

Sonuç olarak, Eğirdir Yöresi ODBÜ bakımında oldukça zengin bir bölge olduğu bu çalışma ile ortaya konulmuştur. Çalışma sonunda anlaşılmıştır ki, bölge insanına, özellikle de yöredeki orman köylülerine ve OGM çalışanlarına ve ODBÜ tüketicilerine eğitim verilerek ODBÜ hakkında bilinçlendirilme sağlanmalıdır. Bunun için, içerisinde botanik uzmanı, eczacı, gıda mühendisi, ziraat mühendisi, işletme ve pazarlama uzmanı vb. uzmanların eğitimi olarak yer aldığı bir eğitim projesi hazırlanarak faaliyete geçirilmelidir.

References

- Alkan H., Tolunay A., Korkmaz, M. (2006). Isparta İlinde Kekik Yetiştiriciliğinin Geliştirilmesine İlişkin Yapılan Çalışmaların Değerlendirilmesi 1. Uluslararası Odun Dışı Orman ürünleri sempozyumu 1-4 Kasım 2006, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Bildiriler Kitabı, KTÜ Basım Evi, s. 34-41, Trabzon.
- Arslan, N., Baydar, H., Kızıl, S., Karık, Ü., Şekeroğlu, N., Gümüşçü, A. (2015). Tıbbi Aromatik Bitkiler Üretiminde Değişimler ve Yeni Arayışlar. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi, 12-16 Ocak 2015. Bildiriler Kitabı-I, S:483-507.
- Davis, P.H. 1965-1985. Flora of Turkey and The East Aegean Islands. I-IX Edinburgh Univ. Press, Edinburgh, England.
- Davis, P.H., Mill, R.R., Tan, K. (1988). Flora of Turkey and The East Aegean Islands, 10, Edinburgh University Press. Edinburgh.
- Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z., Adıgüzel, N. (2000). Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı, Ankara (Eğrelti ve Tohumlu Bitkiler), Red Data Book Of Turkish Plants (Pteridophyta And Spermatophyta), 246s, Ankara.
- Faydaoğlu, E., Sürücüoğlu, M.S. (2011). Geçmişden Günümüze Tıbbi ve aromatik Bitkilerin Kullanılması ve Ekonomik Önemi. Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 11(1), 52-67.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., Baser, K.H.C. (2000). Flora of Turkey, 11, Edinburgh University Press. Edinburgh.
- Heywood, V.H., Tutin, G.T. (1964). Flora Europaea. Cambridge Univ. Press, I-V, Cambridge, U.K.
- Karasar, N. (2005). Bilimsel Araştırma Yöntemi, Nobel Yayın Dağıtım, ISBN 975-591-046-8, Ankara, 292 s.
- Koçyiğit, M. (2005). Yalova İlinde Etnobotanik Bir Araştırma, Yüksek lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Korkmaz, M., Fakir, H., Güller, B. (2011). Consumer preferences for medicinal and aromatic plant products: Surveys of urban consumer and sellers in Western Mediterranean Region of Turkey. Journal of Medicinal Plants Research, 5(10), 2054-2063.

Received: 24.11.2018

Accepted: 27.12.2018

DOI: 10.30516/bilgesci.487263

ISSN: 2651-401X

e-ISSN: 2651-4028

2(Special Issue), 145-154, 2018

Türkmen Dağı'nda Farklı Meşcerelerde Yayılış Gösteren Toprak Solucanları (Clitellata, Megadrili) Hakkında Bir Ön Araştırma

**İbrahim Tavuç¹, Mete Mısırlıoğlu²,
Aliye Sepken Kaptanoğlu³, Nejat Çelik³**

Özet: Toprak solucanları, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerindeki olumlu etkilerinden dolayı ekosistem mühendisleri olarak tanımlanmaktadır. Dünya genelinde bu canlılara olan ilgi ve yapılan çalışmaların sayısı giderek artmakta iken, ülkemizde bu canlıların ekolojileri hakkında yeterince çalışma yapılmamıştır. Çalışma, Eskişehir ve Kütahya il sınırları içerisinde yer alan Türkmen Dağında, farklı meşcerelerde yayılış gösteren (Karaçam, Kayın, Sarıçam, Mera, Karaçam+Sarıçam) toprak solucanı türlerinin durumunu belirlemek ve meşcereler arasında tür zenginliği bakımından fark olup olmadığını tespit etmek amacı ile bir ön araştırma olarak gerçekleştirilmiştir. Bunun için beş farklı meşcerede 30x30x20 cm boyutlarındaki alt örnek alanlarda toprak solucanı envanteri yapılmıştır. Solucanların toplanmasında ticari hardal metodu ile kazma ve elle ayıklama metodu birleştirilerek kullanılmıştır. Çıkarılan solucanlar içerisinde %70 etil alkol bulunan plastik kaplar içerisine konulmuş ve laboratuvar ortamına getirilmiştir. Laboratuvar ortamında stereo mikroskop yardımı ile türleri ve birey sayıları belirlenmiştir. Elde edilen veriler ile her bir meşcerenin toprak solucanı bakımından tür zenginliği hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda toplam 4 cins'e ait (Aporrectodea, Dendrobaena, Lumbricus, Octolasion) 10 tür ve 74 birey bulunmuştur. En fazla türün mera, en az türün ise karaçam meşceresinde olduğu tespit edilmiştir. Her bir örnek alanın bolluk değeri hesaplandığında en fazla bireyin sarıçam+karaçam, en az bireyin ise karaçam meşceresinde olduğu belirlenmiştir. İki metodun birleştirilerek kullanılmasının oldukça zaman aldığı görülmüştür. Ancak verimlilik bakımından değerlendirildiğinde ticari hardal metodunun etkili olmadığı, kazma-elle ayırma metodunun oldukça etkili ve hızlı bir metod olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Toprak Solucanları, Biyolojik Çeşitlilik, Ekoloji, Tür Zenginliği, Shannon

A Preliminary Investigation on the Earthworm (Clitellata, Megadrili) distribution in Different stands on Turkmen Mountain

Abstract Earthworms are defined as ecosystem engineer due to their positive effects on the physical, chemical and biological properties of the soil. While the number of studies and interest in these organisms has been increasing all over the World, there have not been enough studies about the ecology of these organisms in our country. This study was carried out as a preliminary study to determine the status of different earthworm species on different stands in Turkmen mountain and to determine

1- Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta
2-Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, F-5 Blok 26480 Eskişehir.
3- Orman Toprak Ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü, Eskişehir

Citation (Atıf): Tavuç, İ., Mısırlıoğlu, M., Kaptanoğlu A. S., Çelik N., 2018. Türkmen Dağı'nda Farklı Meşcerelerde Yayılış Gösteren Toprak Solucanları (Clitellata, Megadrili) Hakkında Bir Ön Araştırma. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 2 (Special issue), 145-154.

whether there is any difference in species richness between stands. The earthworms were gathered from the areas of 30x30x20 cm (Black Pine, Yellow Pine, Beech, Grassland, Black Pine + Yellow Pine) in 5 different stands in Turkmen Mountain located in the borders of Eskişehir and Kütahya. The earthworms were collected by combining the commercial mustard method with the hand sorting method. The earthworms were placed in plastic containers with % 70 ethyl alcohol and were taken to laboratory. Species and numbers were determined by stereo microscope in laboratory. With the data obtained, the species richness of each stand was calculated using Shannon Weiner diversity index in terms of earthworm. In the result of the study, 10 species and 74 individuals belonging to 4 genres (Aporrectodea, Dendrobaena, Lumbricus, Octolasion) were found. The species with the highest frequency value is *Dendrobaena persimilis* (Omedeo & Rota, 1989). The area with the highest species richness was determined as grassland and the area with the least species was identified as Black Pine stands. When the earthworm abundance value is calculated for each stand in terms of earthworm, most individuals in yellowpine+blackpine, least individuals blackpine stands have been found. It has been observed that the combination of commercial mustard with handsorting method takes too much time. When evaluated in terms of yield, the commercial mustard method was not effective. Hand sorting method is effective and quick a method in terms of yield, but it requires intensive workload. In addition, there are not enough studies about this organism in our country. Therefore, there is a need for studies on relationships between vegetation and environmental factors with earthworms, their ecology and earthworms.

Keywords: Earthworms, Biodiversity, Ecology, Species Richness, Shannon Index

1.Giriş

Toprak solucanları 19. yüzyılda toprak zararlısı olarak düşünülürken (FIBL, 2017), günümüzde toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine olan etkilerinin anlaşılması sonucunda ekosistem mühendisleri olarak tanımlanmaktadır. Dünyada gerek ormancılık gerekse tarımsal açıdan bu canlılara verilen önem ve canlılar hakkında yapılan çalışmaların sayısı gün geçtikçe artmaktadır (De Wandeler vd., 2016). 150 yıldan daha uzun süredir toprak solucanları hakkında çalışmalar yapılmasına rağmen, ekolojileri habitatları, ekosistem üzerine olan etkileri hakkında hala bilgi eksikliklerimiz vardır (Gutierrez-Lopez vd., 2016). Toprak solucanları, toprak altında ve toprak üstünde gerçekleştirdikleri faaliyetler ile orman ekosistemlerinin oluşumu ve fonksiyonu üzerinde oldukça önemli etkilere sahiptirler (Tavuç, 2017) ve orman ekosistemi üzerine olan bu etkileri göz ardı edilemeyecek kadar büyüktür (De Wandeler vd., 2016). Toprak solucanları, toprağın kalitesi hakkında fikir veren mükemmel biyoindikatörlerdir (Steffen vd., 2013). Toprak solucanı dışkıları, bitkilerin gelişimi için gerekli olan çözülebilir karbon, potasyum, kalsiyum, magnezyum, polisakkaritler ve iz elementler içerdiği için bitki gelişimini olumlu yönde etkilemektedir (Jouquet vd., 2008; Birkas vd., 2010). Toprak solucanlarının vejetasyon ve ekosistem üzerine olan olumlu etkilerinin bilinmesine rağmen ülkemizde tarım ve ormancılık alanlarında toprak solucanlarına gereken önem verilmemiş ve toprak solucanları hakkında yeterince bilimsel çalışma yapılmamıştır (Tavuç, 2017).

Ülkemizde doğal ekosistemlerde bulunan canlılar için habitat uygunluk haritalaması ve potansiyel dağılım haritalaması (Mert ve Kıraç, 2017; Oruç vd., 2017; Şentürk vd., 2010, 2012; Gülsoy vd., 2016; Ertuğrul vd., 2017; Süel vd., 2018), vejetasyon gelişimi ile yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkilerin araştırılması (Uluslan, 2016; Kuzugüdenli, 2014; Özkan, 2004; Özkan ve Kuzugüdenli, 2010; Özkan vd., 2007; Güner ve ark., 2011) türün ekolojik özelliklerinin belirlenmesi (Özdemir, 2016) ve canlı türlerinin indikatör türlerinin belirlenmesi (Süel vd., 2017; Süel vd., 2018) konularında çalışmalar yapılmıştır. Ancak ülkemizde toprak solucanları ile ilgili bu yönde çalışmalar yapılmamıştır. Ülkemizde toprak solucanları hakkındaki bilgi eksikliğini giderebilmek, literatüre yeni bilgiler, yeni veriler kazandırabilmek ve gelecekte toprak solucanları hakkında yapılabilecek olan çalışmalara ışık tutmak ya da yön vermek için bu kapsamdaki çalışmalara toprak solucanlarının da entegre edildiği bilimsel çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır.

Yukarıda bahsedilen tüm çalışmaların gerçekleştirilebilmesi için öncelikle çalışma alanındaki toprak solucanı türlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Literatür çalışmasında Türkmen Dağı'nda daha önce toprak

solucanlarının varlığına dair bir çalışma yapılmadığı tespit edilmiş ve hem çalışma eksikliğini gidermek hem de toprak solucanlarının durumu hakkında bir ön bilgi edinebilmek için çalışma gerçekleştirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Çalışma Alanı Özellikleri

Bu çalışma İç Anadolu bölgesinde yer alan Türkmen Dağı'nda gerçekleştirilmiştir. Türkmen Dağı 39°16'–39°38' kuzey enlemleri ile 30°06'–30°36' doğu boylamları arasında, Eskişehir ve Kütahya illeri sınırında yer almaktadır. Türkmen Dağı, kuzeyde Sündiken Dağları, doğuda Sivrihisar Dağları, batıda Eğrigöz Dağı, kuzeybatıda Uludağ ve güneydoğuda ise Emir Dağları ile çevrilidir. Araştırma alanında dasit, dasidik tüf, riyolit ve riyodasit anakaya tipleri yaygın olarak bulunmaktadır. Toprak boz esmer orman toprağı tipindedir (Güner vd., 2011). Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü illere ait istatistikî genel sıcaklık ve yağış verilerine göre bölgede, yıllık sıcaklık ortalaması 11 °C olup en sıcak aylar Temmuz ve Ağustos, en soğuk aylar ise Aralık ve Ocak aylarıdır. Bölgede yıllık ortalama yağış miktarı 367.1 mm (MGM, 2017).

2.2 Toprak Solucanlarını Toplama Ve Saklama Metodu

Toprak solucanları Mayıs ayında Türkmen Dağı'nın farklı bölgelerinde yer alan sarıçam (*Pinus sylvestris*), karaçam (*Pinus nigra*), karaçam ve sarıçam karışık orman, kayın (*Fagus sp.*) meşcereleri altından ve orman açıklığında yer alan meradan toplanmıştır.

Toprak solucanları 2017 yılı mayıs ayında her bir meşçereden bir tane olmak üzere 30x30x20 cm boyutlarındaki örnekleme alanlarından toplanmıştır. Örneklerin toplanmasında ticari hardal metodu (Pelosi vd., 2014) ile kazma ve elle ayıklama metodu (Gutiérrez-López vd., 2016; Gholami vd., 2016) birleştirilerek birlikte kullanılmıştır.

Bunun için 30x30x20 cm örnekleme alanı içerisinde kalan ölü örtü, toprağın mineral tabakasına kadar içerisinde toprak solucanı olabileceği ihtimaline karşı dikkatli bir şekilde temizlenmiş ve ölü örtü içerisinde bulunan toprak solucanları toplanmıştır. Daha sonra ticari hardal metoduna göre hazırlanan 10 lt solüsyonun önce yarısı örnekleme alanına dökülmüş 10 dk beklendikten sonra kalan yarısı da dökülerek toplam 20 dk toprak solucanlarının yüzeye çıkması beklenmiştir. Yüzeye çıkan toprak solucanları elle toplanmıştır. Daha sonra 30x30x20 cm örnekleme alanı kürek yardımıyla mümkün olduğunca tek parça halinde çıkartılmış ve temiz bir zemin üzerine koyularak çıkartılan toprak parçası içerisindeki toprak solucanları elle seçilmiş, ekolojik gruplarına (epijeik, endojeik, anesik) göre ayrılarak 3 ayrı kapta toplanmıştır.

Fiksatif olarak kaplar içerisine örneklerin üzerini örtecek seviyede % 80'lik etil alkol koyulmuştur (Mısırlıoğlu, 2011). Laboratuvara getirildikten sonra ise toprak solucanlarının üzerlerindeki toprak partikülleri temizlenmiş ve yine ekolojik gruplarına göre ayrılarak, içerisinde % 96'lık etil alkol bulunan kaplar içerisine alınmıştır.

2.3 Örneklerin Teşhis Edilmesi

Toprak solucanlarının türleri laboratuvar ortamında incelenerek belirlenmiştir. Burada toprak solucanları, çözünürlüğü ve büyütme gücü yüksek olan ve okülerdeki görüntüyü bilgisayar ortamına aktarabilen stereo mikroskop yardımı ile detaylı bir şekilde incelenmiş ve taksonomik özelliklerine göre tür teşhisleri gerçekleştirilmiştir.

2.4 İstatistiksel Analizler

Örnekleme yapılan alanlarda doğrudan tür zenginliği ve Shannon-Wiener çeşitlilik indisi kullanılarak örnek alanların tür çeşitliliği ve tür zenginlikleri hesaplanmıştır (Özkan, 2016).

Tür zenginliği aşağıdaki eşitlik kullanılarak, bir başka deyişle alanda kaç farklı tür var ise onların toplamı olarak belirlenmiştir. Eşitlikteki S_i değeri örnek alanlardaki farklı olan her bir türü ifade etmektedir.

$$S = \sum_{i=1}^S S_i \quad (\text{Peet, 1974}).$$

Tür çeşitliliğinin hesaplanmasında Shannon-Wiener çeşitlilik indisi (H) kullanılmıştır.

$$H = - \sum p_i \ln p_i \text{ (Shannon, 1948).}$$

Formülde bulunan pi ifadesi türlerin oransal değerlerini ifade etmektedir.

Türün frekans değeri, tüm örnek alanlar içerisinde türün bulunduğu örnek alan sayısını ifade etmektedir. Frekans değerleri türün bulunduğu örnek alan sayısının toplam örnek alan sayısına oranlanması ile aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

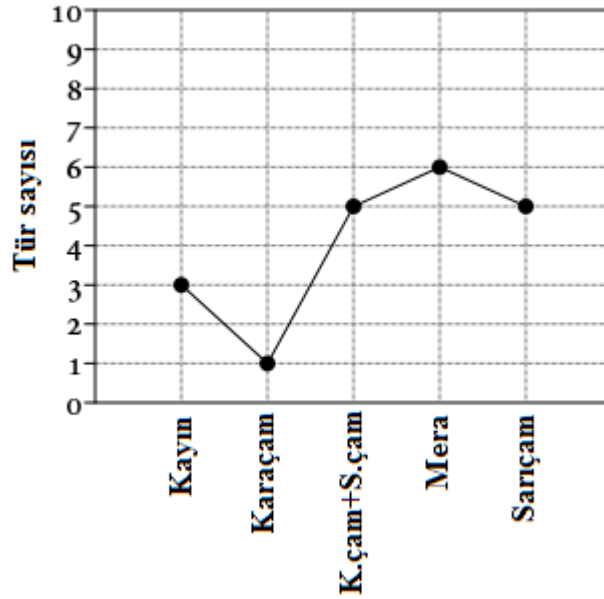
$$F = \frac{\text{Türün bulunduğu örnek alan sayısı}}{\text{Toplam örnek alan sayısı}}$$

3. Bulgular

Çalışma sonucunda 4 cinse ait 10 tür (*Dendrobaena* 5 tür, *Aporrectodea* 3 tür, *Lumbricus* 1 tür ve *Octolasion* 1 tür) ve toplam 74 birey tespit edilmiştir. Tespit edilen türler ve birey sayılarının yanı sıra hangi türün hangi lokalitede bulunduğu ve türlerin kökenleri Ek-1 de tablo halinde verilmiştir.

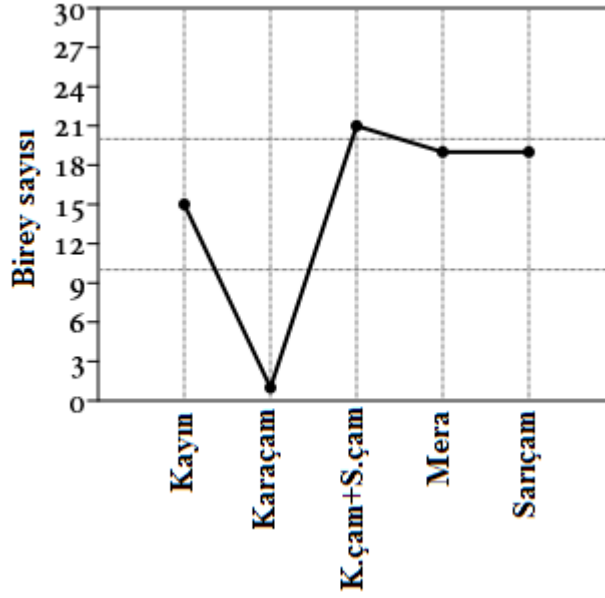
Bulunan türlerin 5'i Peregrin, 3'ü Kafkas-Anadolu, 1'i Trans-Ege ve 1'i ülkemize endemiktir.

Örnekleme yapılan alanların her birisinin birbirinden farklı sayıda türe sahip olduğu görülmüştür. Yapılan doğrudan tür zenginliği hesabına göre en fazla türün 6 tür ile merada, en az türün de 1 türle karaçam meşceresinde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1).



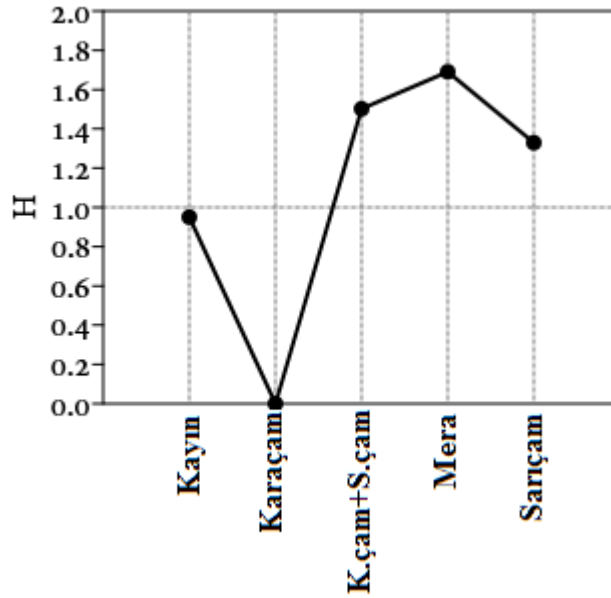
Şekil 1. Alanlara göre tür sayılarının dağılımı

Çalışma sonucunda elde edilen bir diğer bulgu örnekleme alanlarından çıkan birey sayılarının birbirinden farklı olduğudur. Her bir örnekleme alanından çıkan toplam birey sayıları kullanılarak örnekleme yapılan her bir alanın bolluk değeri hesaplanmıştır. Bu hesaplama göre en fazla bireyin 21 birey sayısı ile karaçam+sarıçam meşceresinde, en az bireyin ise 1 birey sayısı ile karaçam meşceresinde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Alanlara göre birey sayılarının dağılımı

Örnekleme yapılan alanların alfa çeşitlilik değerlerinin hesaplanmasında bolluk verilerinin oransal veya sayısal değerlerine dayalı indisler kullanılmıştır (Özkan, 2016). Yapılan analiz sonucunda tür zenginliği bakımından en zengin alan mera, en fakir alan ise karaçam meşceresi olarak tespit edilmiştir. Bu durum örnekleme alanlarının sahip olduğu Shannon değerlerini gösteren bir grafik ile belirtilmiştir. (Şekil 3).



Şekil 3. Alanlara ait shannon değerleri

Çalışma alanında her bir örnekleme alanından elde edilen veriler ile toprak solucanlarının frekansları hesaplanmıştır. Hesaplanan frekans değerleri yüzde cinsinden belirtilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Türlerin frekans değerleri

Tür isimleri	Frekans değerleri (%)
<i>Aporrectodea caliginosa</i> (Savigny, 1826)	40
<i>Aporrectodea rosea</i> (Savigny, 1826)	60
<i>Aporrectodea trapezoides</i> (Duges, 1828)	40
<i>Dendrobaena alpina armeniaca</i> (Rosa, 1893)	60
<i>Dendrobaena attensi</i> (Michaelsen, 1902)	20
<i>Dendrobaena pentheri</i> (Rosa, 1905)	20
<i>Dendrobaena decipiens</i> (Michaelsen, 1910)	20
<i>Dendrobaena persimilis</i> (Omodeo & Rota, 1989)	80
<i>Lumbricus rubellus</i> (Hoffmeister, 1843)	40
<i>Octolasion lacteum</i> (Örley, 1881)	20

4. Tartışma ve Sonuç

Dendrobaena cinsine ait türler daha çok dağlık bölgelerde yaşarlar. *Dendrobaena hortensis*, *D. byblica*, *D. veneta* gibi her yerde bulunabilen bazı peregrin türler dışında daha çok dağların orta ve yüksek kesimlerinde yaygındır. Genellikle epijeik ya da endojeiktirler. Bu cinsine ait türler, iğne yapraklı ve karışık ormanlarda, yaprak döken ormanlara göre daha sık bulunurlar (Perel, 1997; Sims ve Gerard, 1999).

Araştırma alanındaki en yüksek nokta 1826 m yüksekliği ile Türkmenbaba Tepe'dir (Güner vd., 2011). Örnekleme yapılan alanlar dağın orta kesimlerinde olup, yükselteleri 1082 m ile 1575 m arasında değişiklik göstermektedir. Örnekleme alanlarından toplanan türlerin büyük kısmını *Dendrobaena* cinsine ait türler olup toplanan türlerin geneli epijeik ve endojeik türlerdir. *Dendrobaena* cinsine ait olan türler genellikle iğne yapraklı ve karaçam+sarıçam karışık ormanından toplanılmıştır. Elde edilen tüm bu veriler literatür verileri ile kıyaslandığı zaman uyumlu oldukları görülmüştür.

Aporrectodea cinsine ait türler, dağların daha düşük rakımlı kesimlerinde çok yaygındır. Özellikle dağların çayırılık bölgelerinde görülürler. Bu cinsine ait türlerin çoğu peregrindir, dünyanın birçok bölgesine ve farklı habitatlara yayılmışlardır. Özellikle *Aporrectodea caliginosa*, *A. trapezoides* ve *A. rosea* türleri çok yaygındır. Bu türler tipik sinantropik (insanlarla bir arada yaşayan, insan yerleşim yerlerinde bulunan) endojeik türlerdir. Bahçelerde, ekili alanlarda, meralarda görülürler. Bunun yanında *A. rosea* diğerlerine göre daha adaptif bir tür olduğu için bu türe birçok yerde rastlanabilir (Csuzdi ve Zicsi, 2003; Perel, 1997; Valchovski, 2016). Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre *Aporrectodea* cinsine ait olan türler (*A. rosea* hariç) meradan ancak orta yükseltideki rakımlardan toplanılmıştır. Bu nedenle literatürde verilen yükselti verisi ile örnekleri topladığımız yükselti verisi uyum göstermemektedir. Bu durum türün orta yükseltide de var olabileceğinin bir göstergesidir.

Çalışmada toplanan *Aporrectodea* cinsine ait türlerin tamamı peregrin türler olup bu özellik bakımından elde ettiğimiz veriler ile literatür verileri uyum göstermektedir. *A. rosea* türü dağın alçak kesimlerinde ancak meranın yanı sıra kayın meşçeresi altından da örneklenmiştir. Bu özellik bakımından elde ettiğimiz veri ile literatür verisi örtüşmektedir.

A. rosea türüne ovalarda ve dağların düşük ve orta rakımlı kesimlerinde de sıkça rastlanır. *A. caliginosa* ve *A. trapezoides* türleri daha çok düşük rakımlarda görülürken orta yükseklikte nadiren görülürler (Sims ve Gerard, 1999). Çalışmamızda *A. caliginosa* ve *A. trapezoides* türleri dağın orta rakıma sahip hatta ortanın biraz daha üstü sayılabilecek rakımlardan örneklenmiştir. Bu bakımdan bilgilerimiz literatür bilgileri ile kısmen örtüşmekte olup, bu durum türlerin yüksek rakımlarda da yayılış gösterdiğinin bir göstergesidir.

Octolasion lacteum mineral toprak horizonunda yaşayan endojeik bir türdür. Çoğunlukla yaprak döken ve karışık ormanlarda yaygındır. Nehir ya da diğer su kaynaklarının yakınında daha yoğun olarak görülür. Ovalarda ve dağlarda da bulunabilir (Csuzdi ve Zicsi, 2003). Çalışmamızda örneklenen *O. lacteum* türü karışık ormandan (Karaçam+Sarıçam) örneklenmiştir. Dağlık alanda yapılan örnekleme sonucunda türün elde edilmesi, türün dağlık alanlarda da yayılış gösterdiğinin bir göstergesi olup verilerimiz literatür verileri ile örtüşmektedir.

Lumbricus rubellus, yaprak örtüsü ve gübre yığınları gibi yüksek organik madde içeren yerleri tercih eden peregrin bir türdür (Valchovski, 2016). Nehirlerin yakınında yaygın olmalarının yanısıra dağlarda ve ovalarda da bulunabilirler (Perel, 1997; Csuzdi ve Zicsi, 2003). Çalışmamızda *L. rubellus* türü dağlık alanda karaçam+sarıçam karışık ormanında yapılan örnekleme işlemi sonucunda elde edilmiştir. Bu veri söz konusu türün iğne yapraklı orman altında da yayılış gösterebildiğinin bir göstergesidir.

Toprak solucanlarını toprak yüzeyine çıkartmak için kullanılan çok sayıda metot vardır. Bu metotlardan birisi de acı hardal ya da ticari hardal metodu olarak bilinen hardal metodudur. Hardal metodu toprak solucanlarını topraktan çıkartmada kullanılan kimyasal metotlara alternatif bir metottur, ancak uygulaması oldukça zaman almaktadır. Yapılan çoğu çalışmada hardal metodu ile kazma ve elle ayırma metodu birlikte kullanılmış ve oldukça başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Nxele vd., 2015; Pelosi vd., 2014; Szlavecvd., 2013; Smith vd., 2008; Duriez vd., 2006; Chan ve Munro, 2001). Çalışmamızın sonucunda bu iki metodun birleştirilerek kullanılmasının oldukça zaman aldığı görülmüştür. Ancak verimlilik bakımından değerlendirildiğinde ticari hardal metodunun etkili olmadığı, kazma-elle ayırma metodunun oldukça etkili ve hızlı bir metot olduğu kanaatine varılmıştır. Toprak solucanı envanter çalışmalarında birleştirilmiş birkaç metot kullanmak yerine kazma-elle ayırma metodunun tek başına kullanılmasının daha etkili ve daha az zaman aldığı ancak yoğun iş gücü gerektirdiği görülmüştür.

Sonuç olarak toprak solucanı envanter çalışmalarında birkaç metodu birleştirerek kullanmak yerine, kazma ve elle ayırma metodunun tek başına kullanılmasının daha etkili ve verimli olduğu kanaatine varılmıştır.

Türkmen Dağı'nda kapsamlı bir toprak solucanı envanter çalışması yapılması gerekmektedir. Çünkü toprak solucanları hakkında daha çok bilgiye ihtiyacımız vardır. Ülkemizde toprak solucanları hakkında yapılan çalışmaların büyük kısmı toprak solucanlarının taksonomileri ve bugüne kadar teşhis edilen türlerin lokasyonları hakkındadır (Csuzdi vd., 2007; Csuzdi vd., 2006; Mısırlıoğlu, 2008, 2012, 2017a, 2017b; Mısırlıoğlu ve Szederjesi, 2015; Szederjesi ve Mısırlıoğlu, 2017; Mısırlıoğlu ve Valchovski, 2017). Ancak toprak solucanları hakkında daha fazla bilgi edinebilmemiz için bu canlıların orman ekosisteminde vejetasyon-çevre ile olan ilişkileri, tür-habitat dağılım modelleri, türlerin birbirleri ile olan ilişkileri konularında toprak solucanları ya da toplulukları hedef tür alınarak çalışmalar yapılması gerekmektedir (Tavuç, 2017).

Teşekkür

Çalışmanın gerçekleştirilmesinde hiçbir desteği esirgemeyen Eskişehir Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü ve enstitü Müdürü Dr. Şükrü Teoman Güner'e, analiz sonuçlarının yorumlanması ve değerlendirilmesinde desteğini esirgemeyen Süleyman Demirel Üniversitesi öğretim üyesi Sayın Prof. Dr. Kürşad Özkan'a, arazi ve laboratuvar çalışmalarında yardımcı olan Orman Mühendisi Merve BAŞ ve Sibel TEKİN'e, Biyolog Osman ŞEN ve Veli TEMEL'e, TÜBİTAK-2229 Bilim İnsanı Destekleme Programı-kapsamında gerçekleştirilen "Biyolojik Çeşitlilik Ölçüm Süreçleri: Envanter, Veri transferi ve Hesaplama Teknikleri" proje ve proje ekibine teşekkür ederiz

Kaynaklar

- Birkas, M., Bottlik, L., Stingli, A., Gyuricza, C., Jolán-kai, M. (2010). Effect of soil physical state on the earthworms in Hungary. *Applied and Environmental Soil Science*, 1-7.
- Chan, K.Y., Munro, K. (2001). Evaluating mustard extracts for earthworm sampling. *Pedobiologia*, 45, 272–278.
- Csuzdi, Cs., Zicsi, A. (2003). Earthworms of Hungary (Annelida: Oligochaeta: Lumbricidae). In: Csuzdi, Cs., Mahunka, S. (Eds.). *Pedozoologica Hungarica 1. Hungarian Natural History Muesum, Budapest*.
- Csuzdi, Cs., Zicsi, A., Mısırlıoğlu, M. (2006). An annotated checklist of the earthworm fauna of Turkey (Oligochaeta: Lumbricidae). *Zootaxa*, 1175, 1–29.

- Csuzdi, Cs., Pavlíček, T., Mısırlıoğlu, M. (2007). Earthworms (Oligochaeta: Lumbricidae, Criodrilidae and Acanthodrilidae) of Hatay province, Turkey, with description of three new lumbricids. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 53 (4), 347–361.
- De Wandeler, H., Sousa-Silva, R., Ampoorter, R. E., Bruelheide, H., Carnol, M., Dawud, S. M., Dănilă, G., Finer, L., Hättenschwiler, S., Hermy, M. (2016). Drivers of earthworm incidence and abundance across european forests. *Soil Biology and Biochemistry*, 99, 167-178.
- Duriez, O., Ferrand, Y., Binet, F. (2006). An adapted method for sampling earthworms at night in wildlife studies. *Journal of Wildlife Management*, 70(3), 852–858.
- FİBL (2017). Earthworms–architects of fertile soils. <https://shop.fibl.org/chen/mwdownloads/download/link/id/624/> (Erişim tarihi: 24.02.2017)
- Gholami, S., Sayad, E., Gebbers, R., Schirrmann, M., Joschko, M., Timmer, J. (2016). Spatial analysis of riparian forest soil macrofauna and its relation to abiotic soil properties. *Pedobiologia* 59(1), 27-36.
- Gutiérrez-López, M., Moreno, G., Trigo, D., Juárez, E., Jesús J. B., Cosín, D. J. D. (2016). The efficiency of earthworm extraction methods is determined by species and soil properties in the Mediterranean communities of Central-Western Spain. *European Journal of Soil Biology*, 73, 59-68.
- Gülsoy, S., Şentürk, Ö., Karakaya, F. (2016). Kunduz Yöresi (Vezirköprü) ormanlarında saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) türünün potansiyel dağılım modellemesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20(2), 281-289.
- Güner, Ş., T., Özkan, K., Yücel, E. (2011). Sarıçam ormanlarının verimliliği ile vejetasyon ve tür çeşitliliği arasındaki ilişkiler: Türkmen Dağı örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 12, 1-6.
- Jouquet, P., Bottinelli, N., Podwojewski, P., Hallaire, V., Duc, T. T. (2008). Chemical and physical properties of earthworm casts as compared to bulk soil under a range of different landuse systems in Vietnam. *Geoderma*, 146(1), 231-238.
- Kuzugüdenli, E. (2014). Batı Akdeniz bölgesinde boylu ardıcın (*Juniperus excelsa* bieb.) boy gelişimi ile bazı yetiştirme ortamı faktörleri arasındaki ilişkiler. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı*, 275s.
- Mert, A., Kırac, A. (2017). Isparta-Sütçüler yöresinde *Anatololacerta danfordi* (Günter, 1876)'nin habitat uygunluk haritalaması. *Bilge Uluslararası Fen ve Teknoloji Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 16-22.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), (2017). İllerimize ait genel istatistik veriler <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ESKISEHIR>. (Erişim Tarihi: 22.11.2017.)
- Mısırlıoğlu, M. (2008). A preliminary study of earthworms (oligochaeta, lumbricidae) from the city of İzmir, Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 32, 473-475.
- Mısırlıoğlu, İ. M., 2011. Toprak Solucanları Ekolojileri ve Türkiye Türleri. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Mısırlıoğlu, M. (2012). Distribution of earthworms belonging to families Acanthodrilidae, Criodrilidae, and Megascolecidae in Turkey. *Zoology in the Middle East*, 58(sup4), 103-106.
- Mısırlıoğlu, M. (2017a). Diversity of earthworm (Clitellata, Annelida) species in the Asian and European part of Turkey. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 20(2), 115-119.
- Mısırlıoğlu, M. (2017b). Toprak solucanları biyolojileri, ekolojileri, zirai yönleri, Türkiye türleri ve türlerin taksonomik özellikleri. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara. 168 s.
- Mısırlıoğlu, M., Szederjesi, T. (2015). Contributions to the earthworm fauna (Oligochaeta) of Turkey. *Megadrilologica*, 18(6), 99-102.
- Mısırlıoğlu, M., Valchovski, H. (2017). Contributions to earthworm (Clitellata; Annelida) fauna of Turkish thrace. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(3), 385-388.

- Nxele T.C., Lamani, S., Measey, G.J., Armstrong, A. J., Plisko J.D., Willows-Munro, S., Janion-Scheepers, C., Wilson J.R.U. (2015). Studying earthworms (Annelida: Oligochaeta) in South Africa. *African Invertebrates*, 56 (3), 779–806.
- Oruç, M. S., Mert, A., Özdemir, İ. (2017). Eskişehir Çatacık Yöresinde, çevresel değişkenler kullanılarak Kızılgeyik için (*Cervus elaphus* L.) habitat uygunluğunun modellenmesi. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 1 (2), 135- 142.
- Özdemir, S., Özkan, K. (2016). Ovacık dağı yöresi'nde (Antalya) Türk kekiği (*Origanum onites* L.) ve büyük çiçekli adaçayı (*Salvia tomentosa* Miller) türlerinin ekolojik özellikleri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 66 (1), 264-277.
- Özkan, K. (2016). Biyolojik çeşitlilik bileşenleri (α , β , γ) nasıl ölçülür? Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No: 98, ISBN: 976-9944-452-89-2, 142 s., Isparta.
- Özkan, K. (2004). Prof. Dr. Bekir Sıtkı EVCİMEN Sedir Koruma Ormanı'nda Toros Sediri'nin (*Cedrus libani* A. RICH) gelişimi ile yetişme ortamı faktörleri arasındaki ilişkiler. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(2), 327-332.
- Özkan, K., Kuzugüdenli, E. (2010). Akdeniz Bölgesi Sütçüler Yöresinde kızılçamın (*Pinus brutia* ten.) verimliliği ile yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 1, 16-29.
- Özkan, K., Süel, H., Negiz, M. G., Uçar, R., Akkaya, O. (2007). İzmir-Bergama bölgesi kozak yaylasında Fıstıkçamı'nın (*Pinus pinea* L.) kozalak ve tohum özellikleri ile bazı yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler. VII. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, 10-13 Eylül 2007, İnönü Üniversitesi Kongre ve Kültür Merkezi, Malatya, 65.s
- Pelosi, C., Chiron, F., Dubs, F., Hedde, M., Ponge, J. F., Salmon, S., Cluzeau, D., Nélieu, S. (2014). A new method to measure allyl isothiocyanate (AITC) concentrations in mustard comparison of AITC and commercial mus-tard solutions as earthworm extractants. *Applied Soil Ecology*, 80, 1-5.
- Peet, R. K. (1974). The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 5, 331-340.
- Perel T. S. V. (1997). The earthworms of the fauna of Russia, cadaster and key, (Ed. Prof. N. M. Chernova). *Academia Nauka, Moscow*, 101 p.
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27, 379-423.
- Sims, R.W., Gerard, B. M. (1999). *Earthworms Synopsis*. British Fauna No. 31. Linn. Soc. Lond., London. 169p.
- Smith, J., Potts, S., Eggleton, P., (2008). Evaluating the efficiency of sampling methods in assessing soil macrofauna communities in arable systems. *European Journal of Soil Biology*, 44, 271–276.
- Steffen, G. P. K., Antonioli, Z. I., Steffen, R. B., Jacques, R. J. S., Dos Santos, M. L. (2013). Earthworm extraction with onion solution. *Applied Soil Ecology*, 69, 28-31.
- Süel, H., Akdemir, D., Kirac, A., Ünal, Y. (2017). The indicator plant species of wild animals in the Gidengelmiz mountains district. *Journal Of Environmental Biology*, 38(6), 991-998.
- Süel, H., Mert, A., Yalçinkaya, B. (2018). Changing potential distribution of gray wolf under climate change in Lake District, Turkey. *Applied Ecology And Environmental Research*, 16(5), 7129-7137.
- Süel, H., Yalçinkaya, B., Mert, A. (2018). Bazı memeli yaban hayvanlarının gösterge tür analizi; Ağlasun örneği. *Journal of Forestry*, 19(2), 170-175.
- Szlavec, K., Pitz S. L., Bernard, J. M., Xia, L., O'Neill, J. P., Chang, C.H., McCormick, M. K., Whigham D. F. (2013). Manipulating earthworm abundance using electroshocking in deciduous forests. *Pedobiologia*, 56, 33– 40.

- Şentürk, Ö. (2012). Sütçüler Yöresinde asli orman ağacı türlerinin potansiyel yayılış alanlarının modellenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, 180 s.
- Şentürk, Ö., Mert, A., Gülsoy, S., Özkan, K., Özdemir, İ. (2010). Sipahiler – Hacıaliler Mevkisinde karaçam ve kızılçam türlerinin potansiyel yayılışlarının modellenmesi. Isparta İli Değerleri ve Değer Yaratma Potansiyeli Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 26 Nisan- 3 Mayıs 2010,17-926, Isparta.
- Szederjesi, T. Mısırlıoğlu, M. (2017). New earthworm records from Turkey (Clitellata: Lumbricidae, Megascolecidae) Opuscula Zoologica (Budapest), 48(1), 55–60.
- Tavuç, İ. (2017). Orman ekosisteminde toprak solucanlarının önemi ve popülasyonlarının örneklenmesinde kullanılan metotlar üzerine bir bakış. Orman Genel Müdürlüğü Ormancılık Araştırma Dergisi, 1(4), 22-29.
- Uluslan, M. D. (2016). Akdeniz Bölgesi, Ovacık Dağı Yöresi'nde odunsu vejetasyonun dağılımı ile yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkilerin ordınasyon metotları ile araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, 152s.
- Valchovski, H. (2016). Influence of soil organic matter content on abundance and biomass of earthworm (Oligochaeta: Lumbricidae) populations. Ecologia Balkanica, 8(1), 107-110.

Yazar rehberi

Makale A4 sayfa boyutunda, Times New Roman yazı tipinde, 10 punto olarak ve düz metin şeklinde yazılmalıdır. Makaleye sayfa ve satır numaraları eklenmelidir.

Kapak sayfası: Kapak sayfasında sırasıyla makale başlığı, yazar adı soyadı, yazar iletişim bilgileri bulunmalıdır.

Başlık ve özet (Türkçe ve İngilizce): Özet 500 kelimeyi geçmeyecek şekilde yazılmalıdır. Araştırmanın gerekçesini, amaçlarını, uygulanan yöntemi, sonuç ve önerileri içermelidir. Özet sonuna 3-6 kelimedenden oluşan anahtar kelimeler eklenmelidir.

Ana metin: Makale ana metni tek satır aralıklı olarak yazılmalı, çizelge ve şekillerle birlikte toplam 15 sayfa geçmemelidir. Konu başlıkları 1., 1.1., 1.1.1., şeklinde numaralandırılmalıdır.

Dipnotlar: Metin içerisinde dipnotlardan olabildiğince kaçınılmalıdır. Çizelge ve şekillerde ise gerekli olması halinde ilgili objenin altında yer almalıdır.

Semboller ve kısaltmalar: Birim sembolleri Uluslararası Birimler Sistemine (The International System of Units; SI) göre olmalıdır.

Kaynaklar: Metin içinde geçen kaynaklar yazarların soyadları ve yayın yılı ile birlikte verilmelidir (Örnek: Özkan vd., 2008; Özdemir, 2015). Metin sonundaki kaynaklar önce alfabetik sonra kronolojik sıraya göre sıralanmalıdır. Bir yazarın aynı yılda birden fazla yayınına atıf yapılmışsa, bu kaynaklar yayının yılından sonra gelecek a, b, c... harfleriyle ayrılmalıdır (Örnek: Kandemir, 1999a; 2000b; 2001).

Çizelgeler ve şekiller: Bütün çizelge ve şekiller metin içerisinde atıf sıralarına göre ardışık olarak numaralandırılmalı ve ilgili yere eklenmelidir. Çizelgelerin üzerinde ve şekillerin altında başlıkları yer almalıdır. Çizelge ve şekiller hem elektronik ortamda hem de kağıt baskıda net olarak görünür ve anlaşılabilir olmalıdır. Şekiller en az 300 dpi çözünürlüğünde hazırlanmalıdır. Şekillerde kullanılan karakterler Times New Roman yazı tipinde olmalıdır.

Makalenin gönderilmesi: Dergimizin bütün hakemlik ve yayıncılık işlemleri elektronik sistem üzerinden gerçekleştirilmektedir. Dergimize yayın göndermek isteyen yazarların ilk olarak dergimizin “web sitesine” girerek “kayıt” ekranından üye olmaları gerekmektedir. Kayıtlı yazarlarımız sisteme “giriş” yaptıktan sonra, makaleleri ile birlikte ve hakem önerilerini de içeren “Telif Hakkı Devri Formunu” sisteme ek belge olarak yüklemelidirler.

Instructions for authors

Manuscript should be written in A4 page size, with Times New Roman font and 10 pt font size, as plain text. Page and line numbers should be included into the manuscript.

Cover page: Cover page should include title of the manuscript, names and contact information of the authors.

Title and abstract (Turkish and English): Abstract should not written exceed 500 words. Explains rationale, goals, methods, results and recommendations of the study. Keywords with 3-6 words should be included at the end of the abstract.

Main text: Main body of the manuscript should be written in single line spacing, and it should not exceed a total of 15 pages including tables and figures. Headings should be numbered as follows: 1., 1.1., 1.1.1.

Footnotes: Use of footnotes within the text should be avoided as much as possible. If necessary, it can be located below tables and figures.

Symbols and abbreviations: Unit symbols should comply with The International System of Units.

References: In the text, literature should be given with the last name of the author and year of the publication (For example: Özkan et al., 2008; Özdemir, 2015). At the end of the paper, references should be ordered first alphabetically and then chronologically. If there is more than one paper from the same author for a given year, these references should be identified by the letters a, b, c..., after the year of publication (For example: Kandemir, 1999a; 2000b; 2001).

Tables and figures: All tables and figures should be numbered in the order of their citation in the text, and they should be located in suitable places. Titles of the tables should be located above, and titles of the figures should be located below the related table or figure. Tables and figures should be easily visible and understandable both in print and electronic versions. Figures should be prepared in at least 300 dpi resolution. Characters within the figures should be in Times New Roman font type.

Submission of a manuscript: In our journal, all review and publishing processes are conducted within an electronic system. Authors who want to submit their manuscript to our journal should first visit our “web page” and “register” as an author. Our registered members can “log in” to the system and then upload their manuscript and “COPYRIGHT RELEASE FORM” as an appendix, containing their suggested referees.

Kaynaklar

Kaynak kullanımları aşağıda örneklerde belirtilen şekillerde olmalıdır.

References

Using of references should be in the form as follows.

Article in periodical journals / Periyodik dergilerde makale

- Akyıldırım, O., Gökce, H., Bahçeli, S., Yüksek, H. (2017). Theoretical and Spectroscopic (FT-IR, NMR and UV-Vis.) Characterizations of 3-p-chlorobenzyl-4-(4-carboxybenzylidenamino)-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one Molecule. *Journal of Molecular Structure*, 1127: 114-123.
- Tan, S., Williams, C.T. (2013). An In Situ Spectroscopic Study of Prochiral Reactant–Chiral Modifier Interactions on Palladium Catalyst: Case of Alkenoic Acid and Cinchonidine in Various Solvents. *J. Phys. Chem. C*, 117(35): 18043–18052.

Book / Kitap

- Özkan, K. (2016). *Biyolojik Çeşitlilik Bileşenleri (α , β , γ) Nasıl Ölçülür?* Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No: 98, ISBN: 976-9944-452-89-2, Isparta, 142 s.
- Whittaker, E. T. (1988). *A treatise on the analytical dynamics of particles and rigid bodies*. Cambridge University Press.

Reference to a chapter in an edited book / Kitapta bölüm

- Westhoff, V., Van Der Maarel, E. (1978). The braun-blanquet approach in classification of plant communities, Reinhold Tüxen (Ed.), *Handbook of Vegetation Science*, Springer Netherlands, pp. 619-704.
- Şencan, A., Sevindir, H.C., Kiliç, M., Karaboyacı, M. (2011). Biosorption of CR+ 6 from Aqueous Solution with Activated Sludge Biosolids (Ref. NO: MT11-OP-475), Gökçekus, H., Türker, U., LaMoreaux, J.W., (Ed, *Survival and Sustainability*, 973-984.

Thesis and dissertation / Tez

- Gülsoy, S. (2011). *Pistacia terebinthus* L. subsp. *palaestina* (Boiss.) Enler (Anacardiaceae)'in Göller Yöresi'ndeki Yetiştirme Ortamı Özellikleri ve Yetiştirme Ortamı-Meyve Uçucu Yağ İçeriği Etkileşimleri. SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, 194 s.
- Özdemir, S. (2015). Ovacık Dağı Yöresi'nde Türk Kekliği (*Origanum onites* L.) ve Büyük Çiçekli Adaçayı (*Salvia tomentosa* Miller) Türlerinin Ekolojik Özellikleri. SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı. 74s.

Conference proceedings / Konferans bildirisi

- Özkan, K., Kavgacı, A. 2009. Küresel ısınmanın orta dağlık alanlarda tür çeşitliliği üzerine olası etkileri (Acıpayam yöresi örneği). I. Ulusal Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu (Eds: Palta, Ç.), 16-18 Haziran 2009, Konya, Türkiye, 277-284.
- Özkan, K., Negiz, M.G., Şentürk, Ö., Kandemir, H. (2012). Göller Bölgesi'ndeki Bazı Önemli Rekreasyon Alanları ve Onların Ekolojik Özellikleri, I. Rekreasyon Araştırmaları Kongresi 2012, Bildiri Kitabı, 12-15 Nisan, 587-596, Detay Yayıncılık, Kemer-Antalya.

Electronic reference / Elektronik kaynak

- FAO, (2016). *Sustainable Food and Agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, <http://www.fao.org/sustainability/en/>, Accessed: 14.06.2016.
- Milliparklar, (2017). Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü. <http://www.milliparklar.gov.tr/korunanalanlar/kavramlar.htm>, Erişim Tarihi: 18.06.2017.

Bilge International Journal of Science and Technology Research online ve açık erişimli yayınlanan uluslararası hakemli bir dergidir. Dergi dili İngilizce ve Türkçe'dir. Yılda iki sayı yayınlanan dergide Temel bilimler, Doğa bilimleri, Mühendislik ve Teknoloji bilimleri konularında bilimsel makaleler yayınlanmaktadır. Dergimize gönderilen makalelerin daha önce yayınlanmamış orijinal çalışmalar olması gerekmektedir. Dergide yayımlanacak makalenin atıflarından, bilimsel verilerinden, sonuçlarından ve etik kurallara uygun olup olmadığından yazarlar sorumludur (yazar/yazarlar bu durumu telif hakkı sözleşmesinde kabul eder). Orijinal araştırmaya dayalı çalışmalara öncelik verilmekte, sınırlı sayıda derleme makale yayınlanmaktadır. Dergiye gönderilen makale, yayın kurulu tarafından yayına uygunluk açısından incelendikten sonra en az iki hakeme gönderilir. Hakemlerin değerlendirmeleri sonucunda en az iki yayınlanabilir raporu alan makale, dergi yönetimince uygun görülen bir sayıda yayımlanır. Hakem raporlarının birisinin olumlu, diğerinin olumsuz olması durumunda makale üçüncü bir hakeme gönderilir. Bu durumda makalenin yayımlanıp yayımlanmamasına üçüncü hakemin raporuna göre karar verilir. Hakemler tarafından düzeltme istenen makaleler gerekli düzeltmeler için yazara geri gönderilir. Düzeltilen metnin belirtilen sürede dergi sistemine yüklenmesi yazarın sorumluluğundadır. Makalenin yayımlanması konusunda son karar, dergi editörlüğüne aittir.

Bilge International Journal of Science and Technology Research is an online, open access, peer-reviewed, international research journal. Language of the journal is English and Turkish. The journal published two issues a year publishes scientific articles on the subjects of Basic Sciences, Natural Sciences, Engineering and Technology. Authors should only submit original work, which has not been previously published and is not currently considered for publication elsewhere. The authors are responsible for the citations of the article to be published, its scientific data, its results, and whether it is in line with ethical rules (Author / authors accept that in the copyright agreement). Research papers will be given priority for publication while only a limited number of review papers are published in a given issue. The articles are sent to least two reviewer after examined by the editor board in terms of compliance with the publication. As a result of the evaluations of the reviewers, the article which received at least two publishable reports will be published at a suitable number for the management of the journal. If one of the reviewer reports is positive and the other is negative, the article will be sent a third reviewer. In this case, the publication of the article is decided according to the third report. The articles corrected by the referees are returned to the author for necessary corrections. It is the responsibility of the author to upload the revised text to the journal system for the specified period. The final decision on the publication of the article belongs to chef editor.

