



KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

e-ISSN 1309-1751

Mühendislik Bilimleri Dergisi Journal of Engineering Sciences

2020 | SAYI / NUMBER : 2
CILT / VOLUME : 23



Yazışma Adresi / Corresponding Address

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Mühendislik Bilimleri Dergisi
46050, Onikişubat/Kahramanmaraş
TÜRKİYE

E - Posta

jes@ksu.edu.tr

Web

<http://jes.ksu.edu.tr/>

Bu dergi hakemli olup yılda 4 kez yayınlanır.

This journal is peer - reviewed and published 4 issues per year.

**Sahibi / Owner**

Prof.Dr. Niyazi CAN
KSU Rector

Baş Editör / Editor in Chief

Prof. Dr. Hüseyin TEMİZ
htemiz@ksu.edu.tr

Baş Editör Yardımcısı / Vice Editor in Chief

Assist. Prof. Dr. Zeynep Banu ÖZGER
zeynepozger@ksu.edu.tr

Editörler / Editors

Prof. Dr. Ahmet Serdar YILMAZ
Electrical and Electronics Eng.
KSU Univ. TURKEY
asyilmaz@ksu.edu.tr

Prof. Dr. Ahmet ALKAN
Electrical and Electronics Eng.
KSU Univ. TURKEY
aalkan@ksu.edu.tr

Prof. Dr. Mehmet ÜNSAL
Civil Eng.
KSU Univ. TURKEY
munsal@ksu.edu.tr

Prof. Dr. Ahmet KAYA
Mechanical Eng.
KSU Univ. TURKEY
kaya38@ksu.edu.tr

Prof. Dr. Remzi ŞAHİN
Civil Eng.
Atatürk Univ.,TURKEY
rsahin@atauni.edu.tr

Prof Dr. Yücel ÖZMEN
Mechanical Eng.
Karadeniz Teknik Univ.,TURKEY
yozmen@ktu.edu.tr

Prof.Dr. Özlem TURGAY
Food Eng.
KSU Univ. TURKEY
ozlem@ksu.edu.tr

Prof. Dr. Fatih MENGELOĞLU
Landscape Arc.
KSU Univ. TURKEY
fmengelo@ksu.edu.tr

Assoc.Prof.Dr. Suat ÇETİNER
Textile Eng.
KSU Univ. TURKEY
suatcetiner@ksu.edu.tr

Assoc. Prof.Dr.Tamer RIZAOĞLU
Geological Eng.
KSU Univ.
TURKEY
tamer@ksu.edu.tr

Assoc. Prof. Dr. Çetin AKINCI
Electrical Eng.
İstanbul Teknik Univ,
TURKEY
akincitc@itu.edu.tr

Assist. Prof. Dr. Toni NIKOLIC
Civil Eng.
Univ. Dzemal Bijedic,
BOSNIA AND HERZEGOVINA
nikolic_t@yahoo.com

Assist.Prof.Dr. Yakup CUCİ
Environmental Eng.
KSU Univ. TURKEY
cuci@ksu.edu.tr

Assist. Prof. Dr. Beril ÖZÇELİK
Mechanical Eng.
KSU Univ. TURKEY
bozcelik@ksu.edu.tr

Assist. Prof. Dr. Hasan BADEM
Computer Eng.
KSU Univ. TURKEY
hbadem@ksu.edu.tr

Research Assist. Fahriye GEMCİ

Technical Editor
KSU Univ. TURKEY
fahriyegemci@ksu.edu.tr

Danışma Kurulu / Advisory Board

Prof. Dr. Cetin Kaya KOC
Dep. of Computer Eng. Univ Of
Cal. Santa Barbara. USA
koc@cs.ucsb.edu

Prof. Dr. Ayhan ÖZDEMİR
Dep. of Elect. & Elcn Eng.
Sakarya Univ. Sakarya,
TURKEY
aozdemir@sakarya.edu.tr

Prof. Dr. Hüseyin AKILLI
Dep. of Mechanical Eng. ÇU Univ.
Adana, TURKEY
hakilli@cu.edu.tr

Prof. Dr. Mehmet KORÜREK
Dep. Of Elcn & Comm Eng. İTÜ
Univ. İstanbul. TURKEY
korurek@itu.edu.tr

Prof. Dr. Yasemin KORKMAZ
Dep. of Textile Eng.
KSU Univ. TURKEY
ykorkmaz@ksu.edu.tr

Prof. Dr. Ahmet PINARBAŞI
Dep. of Mechanical Eng.
Alanya Alaaddin Keykubat
Univ. Antalya, TURKEY
apinarbasi@alanya.edu.tr

Prof. Dr. S. Serhat ŞEKER
Dep. Of Elect. Eng.
İTÜ Univ. İstanbul. TURKEY
sekers@itu.edu.tr

Prof. Dr. Şerafettin EREL
Dep. of Elect. & Elcn Eng.
YBU Univ. Ankara, TURKEY
serel@ybu.edu.tr

Assoc. Prof. Dr. Mustafa ONAT
Dep. of Computer Eng. Marmara
Univ. İstanbul. TURKEY
monat@marmara.edu.tr

Prof. Dr. Eyüp DEBİK
Dep. of Environmental Eng.
Yıldız Technical Univ. İstanbul.
TURKEY
debik@yildiz.edu.tr

Prof. Dr. Fan MIZI
Dep. of Civil Eng.
Brunel Univ.Uxbridge,UK
mizi.fan@brunel.ac.uk

Prof. Dr. A. Fevzi BABA
Dep. of Elect. & Elcn. Eng.
Marmara Univ. İst., TURKEY
fbaba@marmara.edu.tr

Dr. Amit CHAUDHRY
Dep. of Microelectronics Panjab
Univ, Chandigarh, India
amit_chaudhry01@yahoo.com

Assoc. Prof. Dr. Nazmi EKREN
Dep. of Elect. & Elcn. Eng.
Marmara Univ. İstanbul,
TURKEY
nekren@marmara.edu.tr

Prof. Dr. Mustafa YAZICI
Dep. of Physics Education. KSU
Univ. K.Maras. TURKEY
yazici@ksu.edu.tr

Prof. Dr. Selim AY
Dep. Of Elect. Eng.
YTU Univ. İstanbul. TURKEY
selimay@yildiz.edu.tr

Prof. Dr. Musa GÖĞEBAKAN
Dep. of Physics KSU Univ.
K.Maras, TURKEY
gogebakan@ksu.edu.tr

Prof. Dr. Murat PALA
Dep. of Civil Eng. Adiyaman Univ.
Adiyaman. TURKEY
pala@adiyaman.edu.tr

Prof. Dr. İ.Taner OKUMUŞ
Dep. of Computer Eng
KSU Univ. K.Maras. TURKEY
iokumus@ksu.edu.tr



İÇİNDEKİLER

ARAŞTIRMA MAKALESİ – RESEARCH ARTICLE

- Atık Cam Elyaf Tozu Takviyeli Melamin Kompozitlerin Mekanik Ve Darbe Özellikleri**
Mechanical And Impact Properties Of Waste Glass Fiber Powder Reinforced Melamine Composites 60-69
Hayriye Hale AYGÜN
- Pamuk Telefinden Viskoz Rayon Üretimi**
Viscose Rayon Production From Cotton Waste 70-79
Sami TÜRKOĞLU, Ahmet TUTUŞ, Mustafa ÇİÇEKLER
- Havadan Havaya Plakalı Tip Isı Geri Kazanım Cihazının Isı Değiştiricisinin Isıl Veriminin İncelenmesi**
Investigation Of The Thermal Efficiency Of Air To Air Plate Type Heat Recovery Device's Heat Exchanger 80-93
Hasan SAVAT, Mustafa ATMACA
- Pestisitler Ve Odun Sirkesinin Buğday Agro-Ekosistemindeki Yabancı Otlar Ve Kültür Bitkisine Etkileri Üzerine Bir Araştırma**
A Research On The Effects Of Pesticides And Wood Vinegar On Weeds And Cultivated Plants In Wheat Agro-Ecosystem 94-106
İbrahim KOÇ, Şenol YILDIZ, Erdal Necip YARDIM
- Görüntü İşleme Yöntemi İle Betonarme Kiriş Deplasmanlarının Belirlenmesi**
Determination Of Reinforced Concrete Beam Displacements By Image Processing Method 107-117
Selçuk KAÇIN, Mesut AYDIN
- Standard Penetrasyon Testi (Spt) İle Afyonkarahisar Merkez Uydukent Bölgesi Zeminlerinin Sıvılaşma Potansiyelinin Araştırılması**
Investigation Of Liquefaction Potential Of Afyonkarahisar Central Uydukent Region Soils By Standard Penetration Test (Spt) 118-126
Süleyman GÜCEK, İsmail ZORLUER



Kahramanmaraş Sutcu Imam University

Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 10.01.2020
Kabul Tarihi : 03.05.2020

Received Date : 10.01.2020
Accepted Date : 03.05.2020

MECHANICAL AND IMPACT PROPERTIES OF WASTE GLASS FIBER POWDER REINFORCED MELAMINE COMPOSITES

ATIK CAM ELYAF TOZU TAKVİYELİ MELAMİN KOMPOZİTLERİN MEKANİK VE DARBE ÖZELLİKLERİ

Hayriye Hale AYGÜN (ORCID: 0000-0002-2812-8079)

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Hayriye Hale AYGÜN, hhalesolak@hotmail.com

ÖZET

Cam elyafı, kompozitlerin mekanik özelliklerini artırmak için kullanılan en popüler takviye elemanıdır. Filament halde üretilen cam elyafını, kırılmış cam elyaf formuna dönüştürme esnasında yüklü miktarda *atık cam elyaf* açığa çıkmaktadır. Bu çalışma melamin matrisli kompozitlerde *atık cam elyaf tozunun* kullanılması üzerinedir. Sıcak pres yöntemiyle üretilen *atık cam elyaf tozu* takviyeli melamin kompozit numunelerin çekme dayanımı, eğilme direnci, özgül ağırlığı ve darbe dayanımı ölçülmüştür. Test sonuçları kompozit malzeme üretiminde kullanılan takviye elemanının fiziksel formunun son ürün karakteristiği üzerinde çok önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Numunelerin özgül ağırlığının, kompozitteki atık cam elyaf tozu takviyesi oranı arttıkça yükseldiği görülmüştür. Özgül ağırlık sonuçlarındaki bu değişim, melamin matrisin sıcaklık ve basınç uygulaması sonucunda takviyeli ve takviyesiz numunelerde yeniden düzenlenmesinden ve takviyeli numunelerde *atık cam elyaf tozunun* ısıya karşı duyarlılığının melamin matrise oranla düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Atık cam elyaf takviyesinin çekme dayanımını ve darbe dayanımını sırasıyla %30 ve %20 ye varan oranlarda artırdığı ancak eğilme dayanımını yaklaşık %50 ye varan oranlarda düşürdüğü tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atık cam elyaf tozu, kompozit, melamin, mekanik özellikler, darbe dayanımı

ABSTRACT

Glass fiber is the most popular reinforcement material for improving mechanical properties of composites. While tranforming glass fiber filaments to chopped ones, too many waste glass fiber exists. This paper deals with *waste glass fiber powder* usage in composites with melamin matrix. Tensile strength behaviour, bending resistance, specific gravity and impact resistance of samples were analysed. Results showed that physical form of reinforcing agent in composite mixture was very important in characteristics of end products. Specific gravity of samples increased by increasing amounts of *waste glass fiber powder* in composites. This change in specific gravity is related with rearrangement of melamin matrix by hot pressing method and high temperature resistance of *waste glass fiber powder* to heat than that of melamin matrix. Thereto, waste glass fiber powder reinforcement enhanced the tensile resistance and impact strength of composite up to 30% and 20%, respectively. Addition of waste glass fiber powder lead to sharp decrease in bending resistance, approximately 50%.

Keywords: Waste glass fiber powder, composite, melamine, mechanical properties, impact resistance

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Hayriye Hale AYGÜN, hhalesolak@hotmail.com

ToCite: AYGUN, H. H. (2020) MECHANICAL AND IMPACT PROPERTIES OF WASTE GLASS FIBER POWDER REINFORCED MELAMINE COMPOSITES. *Kahramanmaraş Sutcu Imam University Journal of Engineering Sciences*, 23(2), 60-69.

INTRODUCTION

The term “composite” refers to a unique novel material constituting from various components with different morphological and functional characteristics. In a composite structure, the components of a composite do not dissolve within each other or bond each other with atomic forces. The aim of composite manufacturing is enhancement of a definite characteristic according to demands of usage areas (Soy, 2009). In composites, reinforcing material behave as supplementary unit improving mechanical performance of system whereas matrix material has a role of preventing system from external influences. Briefly, the components should compensate each other. Thereby, suitable matrix and reinforcing agent usage has a critical effect on mechanical and morphological properties of system. Also, manufacturing technique and conditions determine the firmness of composite structure by means of coherence between components (Rosato, 1997; Ulcay, Gemci & Akyol, 2002).

In fiber reinforced composites (FRC), manufacturing technique has a crucial effect on mechanical performance. Heavy industrial manufacturing conditions, such as; cutting or punching, are not noticeable for these composites due to the risks of decomposition for continue synthetic filaments and untwisting for natural fibers. Because of various behaviours of textile materials, mechanical characteristics can differ under unsuitable production conditions (Philips, 1989). Besides, fiber diameter, generally between 7-100 μm , and concentration of reinforcing are important parameters for FRCs. Fiber concentration, an easily controllable parameter, is a manufacturing variable effecting composite behaviour chiefly (Agarwall, Bioutman, & Chandrashekhara, 2006). For manufacturing of FRCs, different types of glass fibers are known as the most versatile reinforcing material used to gain excellent properties to composite (Şahin, 2000). Over 90% of glass fiber reinforcements are done by E-type glass fibers in forms of filament bundles, chopped fibers or woven fabrics due to its lowest manufacturing cost among all commercially available glass fiber types in traditional applications, but not in special fields (Wallenberger, Watson & Li, 2001; Mallick, 1993; Callister, 2006; Hull & Clyne, 1996). Following studies have been performed on manufacturing of composites with different forms of glass fiber. Valasek and Müller (2013) studied on glass powder reinforced epoxy composites and they reported that glass powder inclusion reduced impact strength but increased wear resistance. Ku and Wong (2011) measured tensile strength behaviours of glass powder reinforced epoxy composites were measured and they claimed that glass powder was not a suitable filler and fractured surfaces were obtained. Ku and Wong (2012) tested mechanical properties of glass powder/vinyl ester composites and test results showed that strength of composites was less than neat matrix materials. Sonsakul and Boongsod (2017) produced glass fiber and glass scraps powder reinforced polyester composites and mechanical properties of composites such as impact resistance, tensile strength and flexural strength; reduced with powder reinforcement as oppose to fiber strengthening. Bhaskar and Srinivas (2017) examined mechanical properties of polyester matrix reinforced with different forms of glass fiber products such as chopped strand mat or woven rovings and they obtained that mechanical properties of chopped strand mat/polyester composites had better mechanical characteristics than those of woven rings reinforced polyester composites. Lee and Park (2017) studied on application of silane coupling agent treated chopped fiber in undulated regions of glass fiber fabric/PVC composite and they reported that each of the mechanical properties was differently affected. Nayak and Heckadka (2018) manufactured chopped strand E-glass fiber mat reinforced CNSL-epoxy composites by hand lay-up technique and they found that tensile and flexural properties of composites improved with increase in fiber content.

Thermoset polymers are commonly used as matrix element in conventional FRCs. Without heating and high pressure application, they have viscous or processable structure which make possible to have homogeneous mixture handling with fibers. When they are exposed to heat or X-ray treatments, a three dimensional network occurs and decomposition is impossible under normal conditions. Due to firm network they gain, the composites produced from thermosets have high temperature resistance, good resistance to solvents and high dimensional stability (Trantina & Mimmer, 1993; Gibbons, 1998). Amino thermoset resins, urea formaldehyde and melamine formaldehyde, are chemically obtained from thermoset polymers and they are especially preferred for manufacturing of multi-partial composites because of their fast response to heat treatments. Despite of their structural similarities, they show different characteristics. Melamine formaldehyde resins supply desired demands due to excellent insulation properties, good resistance to scratching, high abrasion coefficients and easily cleanability for both indoor and outdoor applications (Şahin, 2006; Pizzi, 1994; Ripperger, 2005; Harper, 2002).

In composite manufacturing, glass fibers are generally used in forms of chopped, filament and mat. While cutting glass filaments for handling chopped glass fibers, huge amount of waste glass fiber exists. Pre-mentioned studies

have been performed on different types of thermoplastic/thermoset matrix reinforced with glass filament, glass mat and chopped fibers or thermoplastic matrix reinforced with glass fiber powder. This study deals with utilization of these wastes and examination the effects of waste glass fiber powder reinforcement on mechanical properties of thermoset matrix, namely melamine matrix. In this study, waste glass fiber are sifted and waste glass fiber powder is added into melamin matrix by 0%, 3%, 5%, 7% and 10 % in w. Waste glass fiber powder reinforced melamin composites are produced by hot pressing method. Bending resistance, tensile strength, specific gravity and impact resistance of samples are tested. Test results are compared with 100 % melamine reference samples produced with identical processes.

MATERIALS AND METHODS

Material

Melamin formaldehyde powder (126.12 g/mol) with density of 1.52 g/cm³ was supplied from Özgül Melamin. Waste glass fiber (WGF) was obtained from Cam Elyaf Inc. Specifications of WGF is listed in Table 1.

Table 1. Properties of Waste Glass Fiber (WGF)

Variables	E-type glass
Diameter	Residue from chopping of various glass fiber bundles having 9-13 μm diameter
Density	2.54 gr/cm ³
Particle size	300-400 mesh

Method

WGF was sifted with a coarse screen of 1 μm . Impurities such as; glass residues and glass pellets were removed and waste glass fiber powder (WGFP) was dissociated. Sieving process is shown in Figure 1.



Figure 1. Removing of Coarse Impurities in Waste Glass Fiber

Previously prepared moulds were used to manufacture end product. By considering the tests to be performed, two different moulds had to be chosen because dimensions of samples-especially thickness- determined in corresponding standards were different (ASTM 792; ASTM 3039; ISO 178; ISO 180). WGFP was added into melamin with 3%, 5%, 7% and 10 % in vol and blended via a mechanical stirrer. These blends with different concentrations were then molded by hot pressing technique. Manufacturing process is shown in Figure 2 and process parameters of hot pressing are given in Table 2.

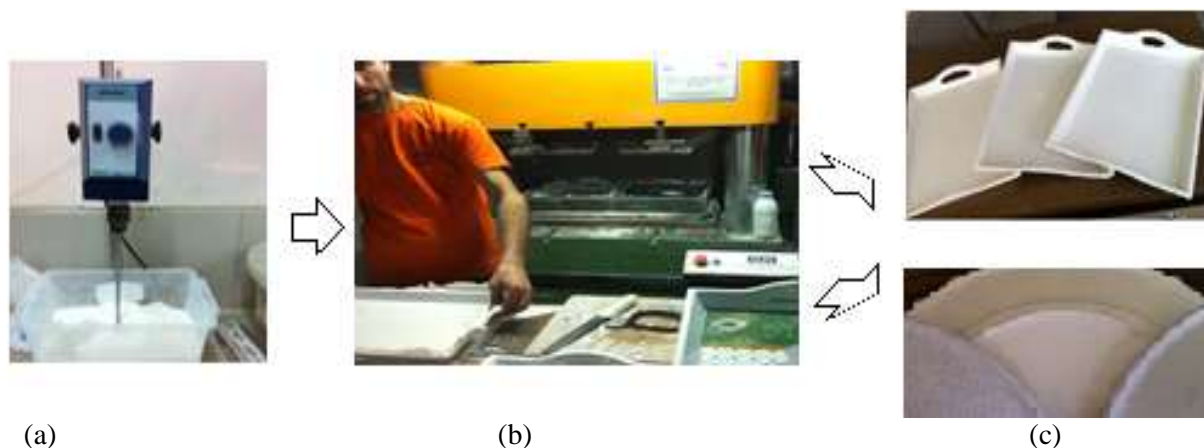


Figure 2. Manufacturing of Waste Glass Fiber Reinforced Melamine Composites; (a) mixing, (b) hot pressing, (c) melamine composite products pressed by moulds with a thickness of 2 mm and 4 mm

Table 2. Preparation and Production Conditions

Preparation of mixture		Hot pressing	
Speed	250 rpm	Pressure	210 bar
Period	30 min	Pre-moulding	10 °C
		Scouring	25 °C
Temperature	23 ± 2 °C	Final moulding	45 °C
		Upper mould temp.	168 ± 2 °C
		Bottom mould temp.	136 ± 2 °C
Equipment	Mechanical stirrer	Alpha hydrolic press (500 tonnes)	

Test Procedure

Products having different thickness were cut with spiral gear according to the dimensions reported in each standard. From the products having 2 mm thickness, 20 mm x 20 mm x 2mm and 25 mm x 250 mm x 2 mm samples were prepared for specific gravity and tensile strength testing. Specific gravity was calculated according to formula given in ASTM 792 standard after determining density of samples. Tensile strength testing was performed according to ASTM 3039 standard. For tensile testing, samples were compressed with sand paper between vertical jaws of Zwick Roell Universal Test Device for preventing slippage and test was performed with working speed of 2 mm/min and jaw distance of 140 mm. To the samples from the products having 4 mm thickness, impact resistance and bending strength were performed according to ISO 178 and ISO 180 standards, respectively. Composite samples with 10 mm x 80 mm x 4 mm dimensions were exposed to bending forces with working speed of 2 mm/min and span distance of 60 mm via 5 tonnes Zwick Roell device. Izod impact resistance testing was applied to 10 mm x 80 mm x 4 mm unnotched samples and results were determined via Zwick Roell HIT5.5P impact resistance device. Tests were proceeded at room temperature under normal conditions.



Figure 3. Preparation of Samples with Different Dimensions According to Test Standards

RESULTS AND DISCUSSION

Specific Gravity

Average values of three samples for different composites are illustrated in Figure 4. Density of melamine in powder form and hot pressed 100 % melamine sample were 1.52 g/cm^3 and 1.844 g/cm^3 , respectively. Specific gravity of 100% melamine sample was determined as 1.849. Specific gravities of composites were higher than reference sample and 10% reinforcement lead to a distinct increase in specific gravity. Average specific gravity of 10 % WGFP composite was calculated as 2.062.

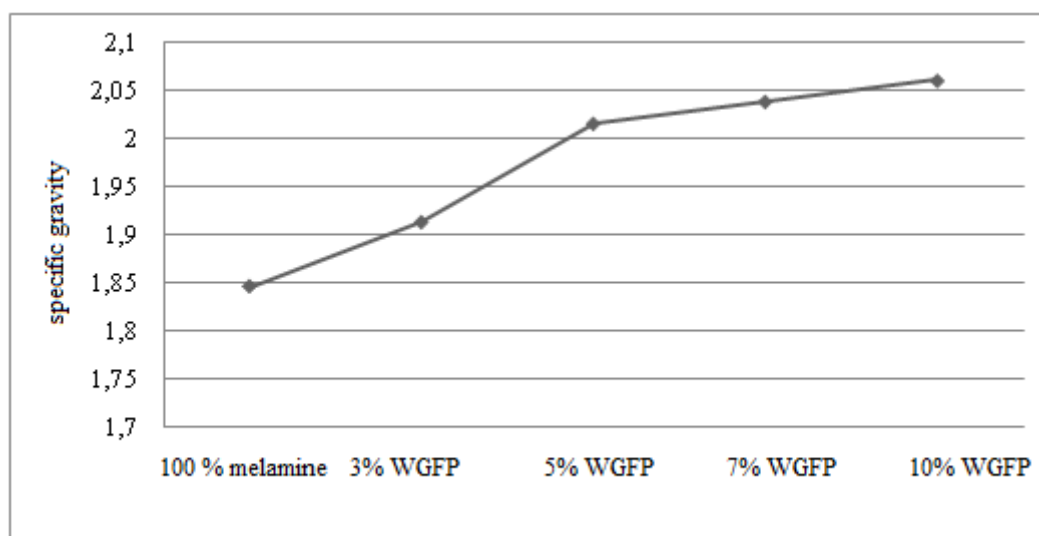


Figure 4. Specific Gravity of WGFP Reinforced Melamine Composites

The composite material was manufactured from components with densities of 1.52 g/cm^3 for melamine and 2.54 g/cm^3 for WGFP. By means of specific gravity, it is seen that hot pressing technique lead to increase in specific gravity of neat melamine. In composites, increase in WGFP percentage in unit volume caused a relatively linear increase in specific gravity. Average specific gravities of samples were 1.923 for 3% WGFP, 2.01 for 5% WGFP, 2.04 for 7% WGFP and 2.06 for 10% WGFP reinforced composites. Whereas increase in amount of reinforcing material refers to decrease in amount of matrix material in whole composite. This case resulted that volume of melamine matrix were gradually altered by manufacturing parameters of hot pressing for WGFP reinforced melamine composites and WGFP addition affected total weight of composite material than volume. Bhatti and Farries (2000) report that densification rate is significantly retarded in hot pressing of fiber reinforced composites because matrix particles are being rearranged and flowed between fibers but fibers are not as sensitive as matrix element under same manufacturing parameters such as; pressure and temperature.

Tensile Strength

Tensile strength and young modulus of samples are illustrated in Figure 5 and Figure 6, respectively. Average tensile strength of reference sample was measured as 44.06 MPa. WGFP reinforcement improved tensile resistance, especially on 3% addition. Composites containing 3% WGFP had the highest resistance to tensile loading and average resistance was determined as 56.73MPa. Tensile resistance of 3% WGFP reinforced composites were nearly 30% higher than that of reference sample. Increasing the amount of reinforcing material in composite caused decrease in tensile strength but all samples had nearly higher strength than that of reference sample. 10% WGFP reinforcement had the lowest resistance among all other composites and it was calculated as 44.10 MPa, nearly same as reference sample. Ku and Wong (2011) studied on tensile strength behaviour of glass powder (0-35% in w) reinforced epoxy composites and they reported that 5% reinforcement showed the highest tensile resistance than those of neat matrix and/or other composite samples and decrease in tensile strength was the result of increasing particulate loading. In fiber reinforced composites, textile fibers transfer applied forces along their lengths, makes composite more ductile and contribute total resistance of composite. In this study, WGFP is particular in form and does not behave as fiber. Thereby, increase in fiber loading does not cause linear increase in tensile behaviours of composites.

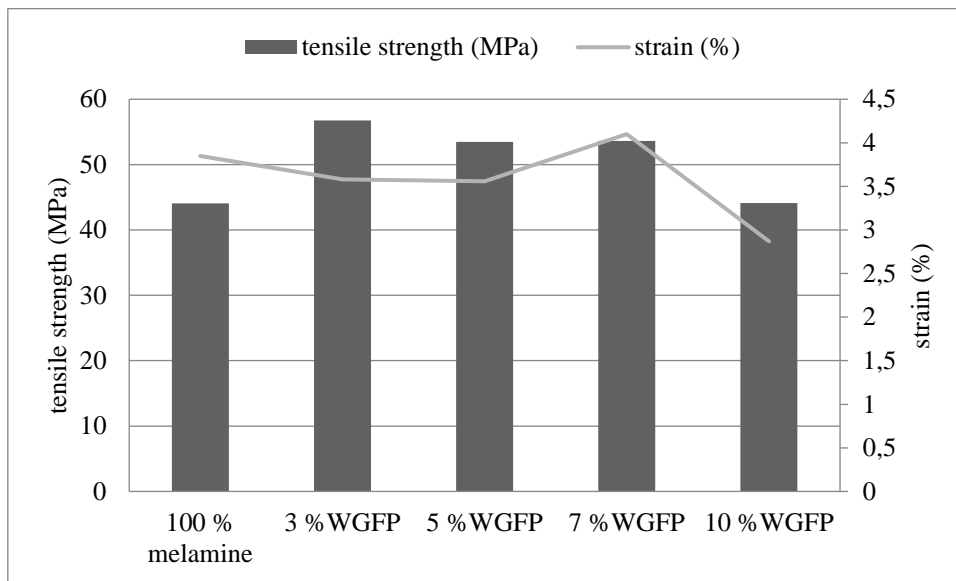


Figure 5. Tensile Stress-Strain Curves of Samples

The Young's modulus which is denoted as E is a measure of the stiffness of a material within the elastic limit. It was seen that young modulus of all samples were higher than that of reference sample. In 3% reinforcement, there was a consistent correlation between tensile strength and young modulus but not in samples with 7% and 10%. It was experimentally measured as 1766.83 MPa for 3%. Some researchers reported that inconsistent correlation between tensile strength and modulus caused by the development of void in the composite and poor fiber-to-fiber interaction at high fiber concentration (Biswas, Deo, Patnaik & Satapathy, 2011; Adekomaya & Adama, 2017). Inconsistence between tensile strength and modulus at high WGFP concentrations is result of poor interaction due to particulate loading of glass powders and inert characteristic of WGFP to manufacturing heat.

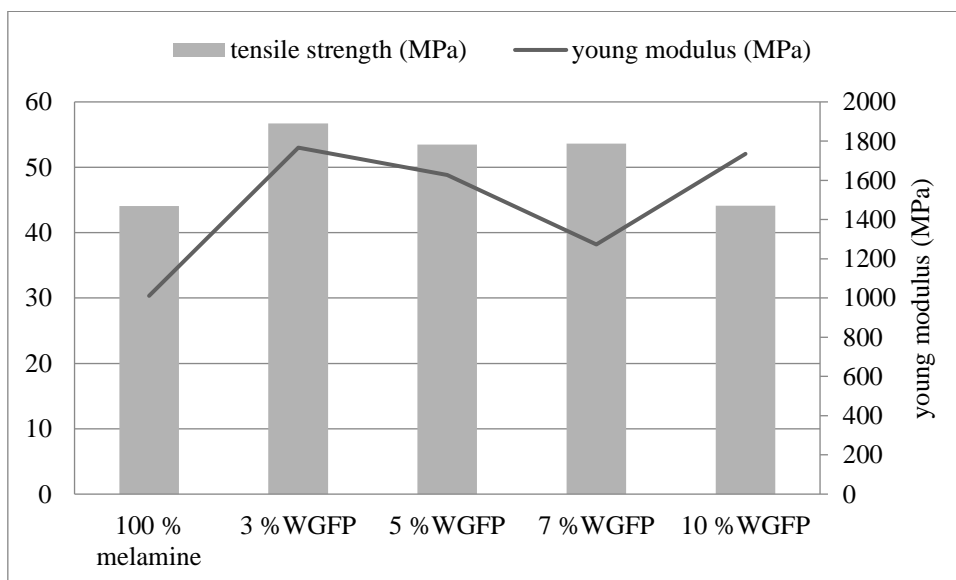


Figure 6. Young Modulus and Tensile Strength of Samples

Three Point Bending Test

Average young modulus of melamin samples was calculated as 26653.76 MPa. Test results demonstrated that composite structures tend to bend easily under low bending forces. WGFP reinforcement caused a sharp decrease on flexural resistance. Besides, young modulus of all samples were lower than that of 100% melamine. The flexural

behaviours of composites were not enough to overcome bending forces. Average flexural strength for 100% melamin was measured as 155.26 MPa. For composites, the highest and the lowest average values were 83.67 MPa for 3% and 73.09 MPa and for 7% waste glass fiber powder contents. In Figure 7 and Figure 8, it is neatly observed that there is a comparative correlation between flexural resistance and elastic modulus.

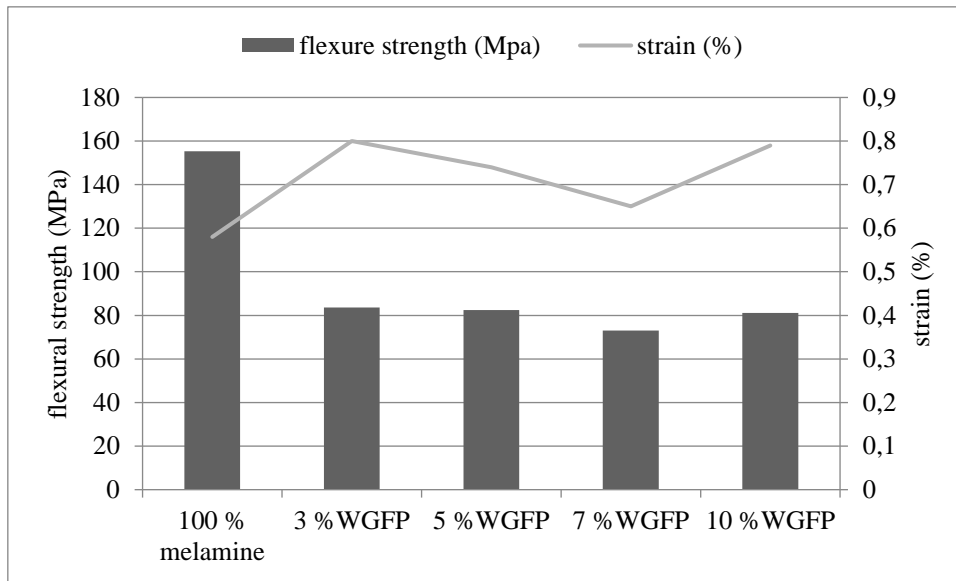


Figure 7. Flexural Stress-Strain Curves of Samples

Following studies stated that fiber length and interfacial bounding had crucial effect on flexural properties of composites. Omid and Venus (2012) investigated bending characteristics of glass fiber reinforced composites by three point bending test. They reported that maximum fracture load of specimens increased with decreasing fiber lengths ($p < 0.001$) and fiber-containing group showed significantly higher fracture load than fiberless groups. Ku and Trade (2010) and Ku and Wong (2012) studied on bending properties of glass powder reinforced composite and they investigated that optimum powder concentration should be determined for different matrix elements for having higher flexural strength and modulus due to possibility of imperfection in interfacial bounding between matrix and reinforcing agent. Flexural fracture in WGFP reinforced composites is related with form of reinforcement material. WGFP particles are not able to transfer flexural loading transmitted from melamine matrix and flexural fracture is observed even in melamine composites reinforced with WGFP at high concentrations.

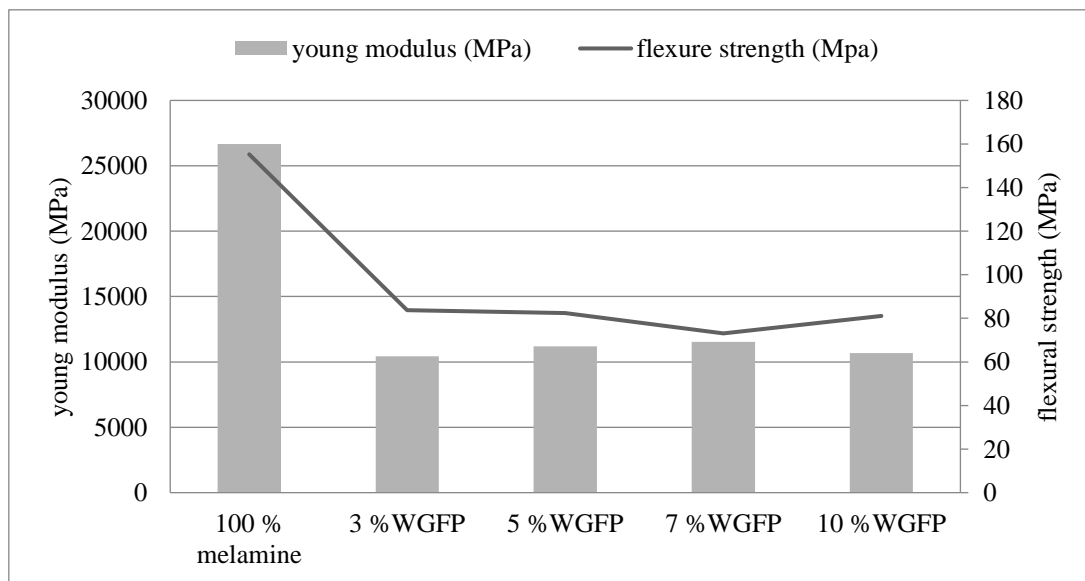


Figure 8. Young Modulus and Flexural Strengths of Samples

Impact Resistance

100% melamine samples absorbed 63.11 J/m energy to fail under impact loading. It was resulted that adding more reinforcing material into composite material decreased the impact resistance, as shown in Figure 9. Particulate loading of WGFP made composite more brittle at higher concentrations. Impact resistance of 3% WGFP containing composites was higher than reference sample, experimentally measured as 75.99 J/m. With 3% WGFP reinforcement, impact resistance of composite increased up to 20 %. Nuruzzaman and Iqbal (2016) and Kusaseh and Nuruzzaman (2018) reported that increasing fiber content in composite induced ductile to brittle transition behaviour and composite material tend to have less tough characteristic.

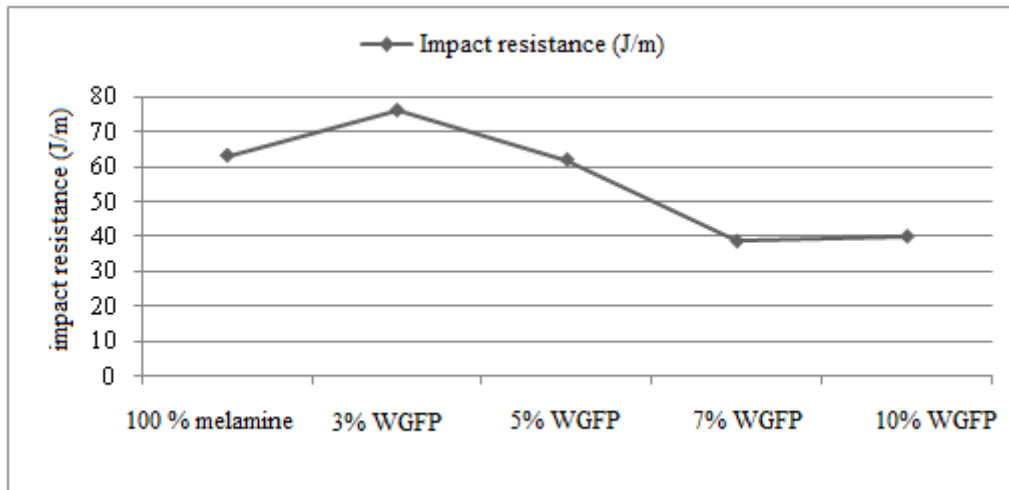


Figure 9. Absorbed Energy during Impact Testing

CONCLUSION

Reusing or evaluating of waste materials is of great importance for environmental conditions. Composite manufacturing presents an opportunity for evaluation of waste in different ways. During chopping of glass filaments, huge amount of waste glass fiber exist and this output is considered as useless material. In this study, waste glass fiber is sifted and glass fiber powder is used for reinforcing melamine matrix. WGFP reinforced melamine composites are manufactured by hot pressing. Hot pressing causes increase in specific gravities of neat melamine. This increase is result of rearrangement of melamine particles under pressure and high temperature. Specific gravities of WGFP reinforced melamine composites are higher than that of neat melamine and it is related with different sensitivity of melamine and WGFP to temperature and pressure and also rearrangement of melamine matrix between glass particles by flowing through them. Tensile strength and impact resistance of 3% WGFP composites are higher than neat melamine and other samples. Decrease on tensile and impact strength at high WGFP concentration is correlated with particulate loading. Particulate loading makes composite more brittle and less ductile. In other words, WGFP does not behave as fiber so tensile and impact loadings are not transferred along fiber length. Flexural characteristic of 100% melamine sample is greater than those of composite samples due to particule loading and insufficient fiber length. Composite sample with 3% WGFP is promising for further studies. It can be used for some fields of construction sector demanding superior surface characteristics and higher tensile and impact resistance behaviour such as decorative wall covering.

ACKNOWLEDGEMENT

Author would like to express very great appreciation to managers and stuff of Özgül Melamin Inc. Co. and Cam Elyaf Inc. Co. for their assistance.

REFERENCES

Adekomaya, O. & Adama, K. (2017). Glass-fibre reinforced composites: the effect of fibre loading and orientation on tensile and impact strength. *Nigerian Journal of Technology*. 36(3), 782-787.

- Agarwall, B. D., Bioutman, L. J., & Chandrashekhara, K. (2006). *Analysis and performance of fiber composites*. New York: John Wiley & Sons.
- ASTM D792, *Standard test methods for density and specific gravity (relative density) of plastics by displacement*
- ASTM D3039, *Standard test method for tensile properties of polymer matrix composite materials*
- Bhaskar, V. V. & Srinivas, K. (2017) Mechanical characterization of glass fiber (woven roving/chopped strand mat E-glass fiber) reinforced polyester composites. *AIP Conference Proceedings*. doi: 10.1063/1.4990261.
- Bhatti, A. R., & Farries, P. M. (2000). Carbon/Carbon, Cement and Ceramic Matrix Composites. In: Warren, R. (Eds), *Comprehensive Composite Materials*. (4th ed). New York: Oxford University Press.
- Biswas, S., Deo, B., Patnaik, A. & Satapathy, A. (2011) Effect of fiber loading and orientation on mechanical and erosion wear behaviors of glass– epoxy composites. *Polymer Composites*. 32, 665-674.
- Callister, W. D. (2006). *Materials science and engineering: an introduction*. (7th ed). New York: John Wiley & Sons.
- Gibbons, J. H. (1988). *Polymer matrix composites in advanced materials by design*. Washington: U.S. Congress, Office of Technology Assessment.
- Harper, C. A. (2002). *Handbook of plastics, elastomers and composites*. New York: McGraw Hill.
- Hull, D., & Clyne, T. W. (1996). *An introduction to composite materials*. (2nd ed). Cambridge: Cambridge University Press.
- ISO 178, *Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials*
- ISO 180, *Plastics - Determination of izod impact strength*
- Ku, H., Epaarachchi, J., Trada, M., & Wong, P. (2013). Modelling of tensile properties glass powder/epoxy composites post-cured in an oven and in microwaves. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 32(10), 689–699.
- Ku, H., Trade, M., Nixon, R., & Wong, P. (2010). Flexural properties of phenolic resin reinforced with glass powder: preliminary results. *Journal of Applied Polymer Science*, 116 (1), 347–354.
- Ku, H., Wong, P., Huang, J., Fung, H., & Trada, M. (2011). Tensile tests of glass powder reinforced epoxy composites: pilot study. *Advanced Materials Research*. 214, 1–5.
- Ku, H., Wong, P., Huang, J., Fung, H., & Trada, M. (2012). Flexural properties of epoxy composites filled with glass powder: preliminary results. *Advanced Materials Research*, 410, 309–312.
- Kusaseh, N. M., Nuruzzaman, D. M., Ismail, N. M., Hamedon, Z., Azhari, A., & Iqbal, A. K. M. A. (2018). Flexure and impact properties of glass fiber reinforced nylon 6-polypropylene composites. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. doi:10.1088/1757-899X/319/1/012045
- Lee, J., Park, S. B., Lee, J. S., Kim, J. W. (2017) Improvement in mechanical properties of glass fiber fabric/PVC composites with chopped glass fibers and coupling agent. *Materials Research Express*, 4 (7), 075303.
- Mallick, P. K. (1993). *Fiber Reinforced Composites: Materials, Manufacturing and Design*. New York: Marcel Dekker Inc.
- Nayak, S. Y., Heckadka, S. S., Thomas, L. G. & Baby, A. (2018) Tensile and Flexural Properties of Chopped Strand E-glass Fibre Mat Reinforced CNSL-Epoxy Composites. *MATEC Web of Conferences*, 144(4), 02025.
- Nuruzzaman, D. M., Iqbal, A. K. M. A., Oumer, A. N., Ismail, N. M. & Basri, S. (2016). Experimental investigation on the mechanical properties of glass fiber reinforced nylon. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 114, 1-7.
- Omid, T., Venus, M. M., Sharafeddin, F. & Ashgar, A. A. (2012). Effect of glass fiber length on flexural strength of fiber-reinforced composite resin. *World Journal of Dentistry*. 3, 131-135.

- Philips, L. N. (1989). *Design with advanced composite materials*. London: Springer Verlag.
- Pizzi, A. (1994). *Advanced wood adhesives technology*. New York: Marcel Dekker.
- Ripperger, W. (2005). *Process for the Production of High Purity Melamine From Urea*. US 6,858,730
- Rosato, D. V. (1997). *Designing with reinforced composites: technology, performance, economics*. Munich: Hanser Verlag.
- Sonsakul, K. & Boongsood, W. (2017). Effects of glass scraps powder and glass fiber on mechanical properties of polyester composites. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 273 (2017), 012006.
- Soy, U. (2009). Metal Matrix Composite Materials. Technical Education Faculty of Sakarya University, Metal Education Department, Lecture Notes, Sakarya.
- Şahin, Y. (2000). *Introduction to composite materials*. (1st ed). Ankara: Gazi.
- Trantina, G., & Mimmer, R. (1993). *Structural analysis of thermoplastic components*. New York: McGraw Hill.
- Ulcay, Y., Gemci, R., & Akyol, M. (2002). Examining the effect of different cure methods on interfacial strength of fiber reinforced polymer matrix. *Journal of Uludag University Engineering and Architecture*. 7 (1), 93-116.
- Valasek, P. & Müller, M. (2013) Polymeric composite based on glass powder - Usage possibilities in agrocomplex. *Scientia Agriculturae Bohemica*. 44(2), 107-112.
- Wallenberger, F. T, Watson, J. C, & Li, H. (2001). Glass Fibers. In: Donaldson, S. L., & Miracle, D. B. (Eds), *Composites*, (pp 27-34). Novelty: ASM International Park.



Kahramanmaraş Sütçü İmam University

Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 20.01.2020
Kabul Tarihi : 22.04.2020

Received Date : 20.01.2020
Accepted Date : 22.04.2020

PAMUK TELEFİNDEN VİSKOZ RAYON ÜRETİMİ

VISCOSE RAYON PRODUCTION FROM COTTON WASTE

Sami TÜRKOĞLU^{1*} (ORCID: 0000-0001-8269-1519)

*Ahmet TUTUŞ*² (ORCID: 0000-0003-2922-4916)

*Mustafa ÇİÇEKLER*² (ORCID: 0000-0001-5793-2827)

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Biyomühendislik ve Bilimleri Anabilim Dalı, Kahramanmaraş, Türkiye

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Sami TÜRKOĞLU, samiturkoglu@hotmail.com

ÖZET

Pamuk liflerinin %96'lık kısmı saf selülozdan oluşmaktadır. Viskoz rayon lifleri saflaştırılmış selülozdan elde edilen ve ülkemizde yılda yaklaşık 250 bin ton civarında tüketilen, 1.5 milyar dolarlık ithalatı yapılan önemli bir üründür. Viskoz rayon lifleri doğal ve yenilenebilir kaynaklardan elde edilmekte olup üretiminde her geçen gün tükenmekte olan petrol kaynakları yerine doğal materyallerin kullanılması hem çevresel hem de ekonomik anlamda önemli avantajlar sunmaktadır. Bu çalışmada, pamuk teleflerinden standartlara bağlı kalınarak α -selüloz polimerleri elde edilmiş olup daha sonra yaş lif çekim yöntemiyle α -selülozdan %93 verimde rejenere viskoz rayon lifleri üretilmiştir. Elde edilen viskoz rayon liflerinin yurt dışından ithal edilen viskoz rayon liflerinin özelliklerine benzer değerler taşıdığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak pamuk teleflerinden yüksek verimli ve yüksek katma değerli yeni ürün elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Pamuk telefleri, selüloz, viskoz rayon

ABSTRACT

An important part of cotton fibers consists of pure celluloses (96%). Viscose rayon fibers are obtained from purified cellulose and it is consumed about 250 thousand tons per year in our country. It is an important product that is imported 1.5 billion dollars a year. Viscose rayon fibers are obtained from natural and renewable sources and using natural materials instead of petroleum sources in viscous rayon production provides important advantages both in environmental and economic terms. In this study, α -cellulose polymers were obtained from cotton wastes by relevant standards, and then regenerated viscose rayon fibers in 93% yield from α -cellulose were produced by wet-spinning method. It is determined that obtained viscose rayon fibers have similar characteristic features to viscose rayon fibers imported from abroad. As a result, new products with high efficiency and high-added value were obtained from cotton wastes.

Keywords: Cotton wastes, cellulose, viscose rayon

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Sami TÜRKOĞLU, samiturkoglu@hotmail.com

To Cite: TÜRKOĞLU, S., TUTUŞ, A., & ÇİÇEKLER, M., (2020). PAMUK TELEFİNDEN VİSKOZ RAYON ÜRETİMİ. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(2), 70-79.

GİRİŞ

Dünya genelinde kişi başına tüketilen elyaf miktarı yıllık ortalama 13 kg seviyesindedir. Yılda yaklaşık 103 milyon ton elyaf üretimi yapılmaktadır. Bu üretimin yaklaşık 32 milyon tonu doğal, 71 milyon tonu ise yapay elyaf (Anonim, 2018). Bu rakamlardan da anlaşılacağı gibi elyaf ihtiyacı doğrudan doğal lif kaynaklarından (bitkisel-hayvansal-madensel) karşılanamaz durumdadır. Doğal elyafın iki katından daha fazla miktarda yapay elyaf tüketimi gerçekleşmektedir. Günümüzde yapay elyaf olarak adlandırılan insan yapımı liflerin büyük kısmını polyester ve polyamid gibi petrol kökenli sentetik lifler oluşturmaktadır. Bilinen petrol rezervleri dikkate alınarak yapılan değerlendirmelerde petrolün en fazla 50 yıllık ömrünün kaldığı hesaplanmaktadır (Karaca, 2017).

Selüloz veya protein esaslı doğal polimerlerden elde edilen rejenere lifler bu sorunun çözümü için en uygun seçenek olarak öne çıkmaktadır. Selüloz esaslı rejenere lifler ilk olarak 19. yüzyılın ikinci yarısında keşfedilmiştir. Bunlar içinde en bilinen ve en çok kullanılan selüloz esaslı rejenere lif türü ise viskoz rayon lifleridir. Doğal liflerin artan elyaf ihtiyacını karşılayamaması sebebi ile yapay liflerin kullanımı doğal lif kullanımının iki katından fazladır. Ancak yapay lif üretiminin tamamına yakını petrol kökenli sentetik liflerden üretilmektedir. Sentetik lifler konforu düşük sağlıksız liflerdir. Bu nedenle doğal rejenere liflerden viskoz rayon lif tüketim miktarı her yıl artarak devam etmektedir. Selüloz esaslı viskoz rayon lifleri, en çok tüketilen doğal lif olan pamuk liflerine oldukça benzer özellikler taşımaktadır. Tıpkı pamuk gibi yapısının büyük kısmını selüloz polimerleri oluşturmaktadır. Sentetik lifler; nem çekme, hava geçirgenliği ve yumuşaklık gibi başlıca lif özellikleri bakımından doğal liflerle kıyaslanamayacak derecede düşük değerlere sahipken rejenere viskoz rayon lifleri bu özellikler bakımından oldukça yüksek değerlere sahiptir. Viskoz rayon lifleri, 20. yüzyılın ortalarında keşfedilip kullanılmaya başlayan sentetik liflerin yaygınlaşması sebebi ile geri planda kalmıştır. Ancak son yıllarda başta Amerika Birleşik Devletleri, Çin ve Hindistan gibi ülkelerin yaptığı yatırımlar ile yeniden varlığını hissettirmeye başlamıştır. Dünya genelinde yıllık viskoz rayon lif tüketim miktarı 6 milyon ton seviyelerini aşmıştır (Anonim, 2017).

Ülkemizde viskoz rayon lif tüketimi yıllık 250 bin ton civarındadır. Viskoz rayon liflerinde yerli üretimin günümüz itibari ile hiç olmaması sebebiyle yılda yaklaşık 1.5 milyar dolarlık ithalatı yapılmaktadır. Ülkemiz tekstil endüstrisi özellikle pamuklu iplik üretiminde dünyada ilk sıralarda (6.sıra – bir milyon ton/yıl) yer almaktadır ve büyük miktarlarda pamuk telefi oluşturmaktadır. Ülkemizde, yıllık endüstriyel pamuk telefi atığı ise yaklaşık 150 bin ton civarındadır (Altun, 2016).

Endüstriyel pamuk teleflerinin ortalama %85-90'lık kısmı viskoz rayon lif üretiminde kullanılabilir atık durumundadır. Pamuk liflerinin ortalama %96'lık kısmı saf selülozdan oluşmaktadır. Bu veriler dikkate alındığında yüksek oranda selüloz ihtiva eden çok miktarda ve düşük maliyetli hammadde kaynağının varlığı söz konusudur. Yapılan bu çalışma ile pamuk teleflerinden standartlara bağlı kalınarak elde edilen α -selüloz polimerinden rejenere konvansiyonel lif üretim prensibine dayalı olarak yaş lif çekim yöntemiyle viskoz rayon lif üretimi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

MATERYAL

Pamuk Telefi

Çalışmada kullanılan endüstriyel pamuk telefleri tekstil sektörü için iplik üretimi yapan MARTEKS (Maraş Tekstil ve Sanayi A.Ş. - KAHRAMANMARAŞ) işletmesinden temin edilmiştir. Penye makinesi atığı pamuk teleflerine ait görsel Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Tekstil İplik İşletmesi Penye Makinesi Atığı Pamuk Telefleri

Kimyasallar

Pamuk teleflerinden viskoz rayon lif üretimi için kullanılan kimyasal maddeler ve bunlara ait bilgiler aşağıda Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada Kullanılan Kimyasallar ve Özellikleri

	Kimyasal Madde	Saflık Derecesi (%)	Üretici
1	NaOH	99.0	TEKKİM
2	Na ₂ SO ₃	98.0	TEKKİM
3	Na ₂ SO ₄	99.0	TEKKİM
4	NaClO ₂	80.0	SIGMA ALDRICH
5	CH ₃ COOH	99.9	MERCK
6	CH ₂ O ₂	85.0	TEKKİM
7	C ₂ H ₃ NaO ₂	99.0	SIGMA ALDRICH
8	ZnSO ₄	97.0	TEKKİM
9	H ₂ SO ₄	95.0-98.0	TEKKİM
10	CS ₂	99.9	MERCK

Makine ve Teçhizat

Çalışmada kullanılan makine ve teçhizat bilgileri aşağıda Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Çalışmada Kullanılan Makine ve Teçhizatlar

	Makine/Teçhizat	Modeli
1	Hassas Terazı	Precisa XB 620M
2	Nem Tayin Cihazı	KERN DBS 60-3
3	Isıtıcılı Manyetik Karıştırıcı	Yellow Line MSC basic C
4	Su Banyosu	Memmert WB22
5	Etüv	Memmert UNB400
6	Evaporatör	Heidolph Laborota 4000
7	Şırınga Pompası	New Era NE-300-ES
8	Yaş Lif Çekim Düzeneği	Özel Üretim

METOT**Hammadde Hazırlama**

Pamuk telefleri yaklaşık %96 oranında saf selüloz içerdiği için doğrudan ham selüloz olarak kullanılmıştır. Analizlerde kullanılan referans numune viskoz rayon elyafı; Çin’den ithal, odun selülozundan elde edilmiş birinci sınıf kalitede bir elyaf olup Kahramanmaraş’ta kurulu bulunan tekstil iplik işletmesi Kütükçüoğlu Mensucat Sanayi ve Ticaret A.Ş.’den temin edilmiştir.

Alfa Selüloz Üretimi

Alfa selüloz üretiminde öncelikle ham selülozlardan holoselüloz üretimi gerçekleştirilmiştir. Holoselüloz eldesinde Wise ve Karl’ın klorit metodu kullanılmıştır (Wise & Karl, 1962). Elde edilen holoselülozlardan Tablo 3’te belirtilen standarda bağlı kalınarak alfa selüloz üretimi gerçekleştirilmiştir.

Viskozite ve Polimerizasyon Derecesi Tayinleri

Ham selülozun, alfa selülozun ve viskoz rayon liflerinin viskozite değerleri ve polimerizasyon derecelerinin (DP) belirlenmesinde aşağıda Tablo 3’de verilen standart ve kaynaklar kullanılmıştır. Polimerizasyon dereceleri ise aşağıdaki formüle (1) göre tespit edilmiştir.

$$DP^{0.905} = 0,75 \times \text{Viskozite} \quad (1)$$

Tablo 3. Kimyasal Analizler için Kullanılan Standartlar ve Kaynaklar

Kimyasal Analizler	Standartlar ve Kaynaklar
Holoselüloz üretimi	Wise ve Karl, 1962
Alfa selüloz üretimi	TAPPI T 203 cm-99 (Anonim, 1999/a)
Viskozite tayini	TAPPI T 230 om-99; SCAN-CM 15:88 (Anonim, 1988; Anonim, 1999/b)
DP tayini	Clark, 1978; Kırcı, 2006

Alfa Selüloz ve Viskoz Rayon Liflerinin Ağartılması

Alfa selüloz ve viskoz rayon liflerine aşağıda Tablo 4'te verilen ağartma koşulları uygulanmıştır.

Tablo 4. Alfa Selüloz ve Viskoz Rayon Liflerinin Ağartılmasında Uygulanan Koşullar

Ağartma Koşulları	
Sodyum klorit (%)	15
Süre (saat)	16
Sıcaklık (°C)	25
Sodyum asetat (%)	3
Asetik asit (%)	7
Formik asit (%)	0.5
Konsantrasyon (%)	5

Viskoz Rayon Lif Üretimi

Bu çalışmada, ağartılmış alfa selüloz polimerleri CS₂ ile çözülerek düzelerden ince filamentler halinde koagülasyon banyosuna gönderilmiştir. Polimer içerisindeki çözücünün banyo içerisine difüzyonu ile filamentler katılarak lif haline getirilmiştir. Konvansiyonel lif üretim prensibine dayalı olarak yaş lif çekim yöntemi ile üretilen rejenere viskoz rayon liflerinin üretimi aşağıda Tablo 5'te gösterilen işlem akışına göre gerçekleştirilmiştir (Mark ve ark., 1968; Ardıç, 2007; Güler, 2008).

Tablo 5. Viskoz Rayon Lif Üretiminde İşlem Akışı

Viskoz Rayon Lif Üretim Aşamaları	
1	Alkali selüloz eldesi (α -selüloz + %17-19 NaOH çözeltisi)
2	Ditme
3	Dinlendirme
4	Ksantasyon (CS ₂)
5	Çözme (NaOH çözeltisi) (Viskoz Bileşimi: %6.5-9.0 Selüloz/ %5.5-6.5 NaOH/ %2.0-2.5 Sülfür)
6	Karıştırma, Olgunlaştırma, Filtre
7	Yaş Lif Çekimi (Koagülasyon Banyosu (40-45°C): %8-10 H ₂ SO ₄ / %16-24 Na ₂ SO ₄ / %1-2 ZnSO ₄)
8	Germe-çekme işlemi (V ₁ :70mm/sn - V ₂ :140mm/sn)
9	Yıkama ve kükürt giderme (%1 Na ₂ SO ₃ çözeltisi - 90-95 °C)
10	Kurutma (Etüv 103±2 °C)

Viskoz rayon lif üretiminin yapıldığı yaş lif çekim düzeneği Şekil 2a'da gösterilmiştir. Viskoz lif çekim çözeltisinin düze başlığından koagülasyon banyosu içerisine sevki Şekil 2b'de ve koagüle olan liflerin godetlere sarımı ve godetler arası hız farkı ile yapılan germe-çekme işlemi de Şekil 2c'de gösterilmiştir.



(a)



(b)



(c)

Şekil 2. (a) Yaş Lif Çekim Düzenegi, (b) Düzedeki Deliklerden Viskoz Lif Çekim Çözeltilisinin Koagülasyon Banyosu İçerisine Sevki (Düze Delik Çapı: 0.1mm*91 Adet), (c) Pamuk Teleflerinden Üretilen Viskoz Rayon Liflerinin Godetlere Sarımı

Viskoz Rayon Liflerine Yapılan Testler ve Analizler

Pamuk teleflerinden yaş lif çekim yöntemi ile elde edilen rejenere viskoz rayon liflerine aşağıda Tablo 6’da gösterilen testler ve analizler, bazı yapısal özellikleri belirlemek için yapılmıştır. Testler için üniversitemiz Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi (KSÜ) bünyesinde bulunan Üniversite-Sanayi-Kamu İşbirliği Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi (ÜSKİM), KSÜ Orman Fakültesi (OF) ve KSÜ Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu (TBMYO) Tekstil Teknolojisi Programı laboratuvarları kullanılmıştır.

Tablo 6. Pamuk Teleflerinden Elde Edilen Viskoz Rayon Liflerine Uygulanan Test ve Analizler

	Cihaz	Standart/Kaynak	Yapıldığı Yer
1	Viskozite tayini	Capillary Viscometer	TAPPI T 230 om-99; SCAN-CM 15:88
2	DP tayini	-	Clark, 1978; Kırıcı, 2006
3	Optik özellikler	Datacolor Elrepho 450	ASTM E313-05; ISO 2469:2014
4	Kopma mukavemeti	Pressley Cihazı	-
5	SEM taraması	ZEISS EVO LS 10	-
6	EDX spektrumu	ZEISS EVO LS 10	-
7	XRD analizi	PANalytical XPert Pro MPD	-
8	FTIR spektrumu	Perkin Elmer Spectrum 400	-

BULGULAR VE TARTIŞMA

Ham Selüloz, Holoselüloz ve Alfa Selüloza Ait Bulgular

Pamuk telefleri için elde edilen viskozite ve DP değerleri ile ham selülozdan elde edilen holoselüloza ait verim değeri ve elde edilen alfa selüloza ait verim değerleri Tablo 7’de verilmiştir. Polisakkaritlerin α -, β -, ve γ - selüloza dağılımı alkalide çözünürlüğe dayanmaktadır. 20°C’de %17.5’luk sodyum hidroksit çözeltisinde çözünmeyen kısım alfa-selüloz olarak adlandırılmaktadır (Kırıcı, 2006). Elde edilen alfa selülozlara ait viskozite ve DP değerleri yine aynı Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Ham Selüloz, Holoselüloz ve Alfa Selüloza Ait Viskozite ve DP Değerleri

	Verim (%)	Viskozite (cm ³ g ⁻¹)	DP
Ham Selüloz (Pamuk Telefleri)	-	1608	2540
Holoselüloz (Ham Selülozdan)	98	-	-
Alfa Selüloz (Holoselülozdan)	98	641	919

Alfa selüloza ait viskozite ve DP değerlerinin ham selüloza göre sırasıyla %60.1 ve %63.8 oranlarında azaldığı tespit edilmiştir. Bu azalmalar, alfa selüloz eldesinde kullanılan sodyum klorit, sodyum hidroksit ve asetik asit gibi kimyasallar ile işlem sırasında uygulanan sıcaklıktan kaynaklanmaktadır. Bu işlemler, pamuk telefindeki selüloz zincirlerinde parçalanmalara neden olmakta ve dolayısıyla polimer zincirlerindeki kısalmalardan dolayı viskozite ve DP değerlerinde azalmalar meydana gelmektedir.

Pamuk Teleflerinden Elde Edilen Viskoz Rayon Liflerine Ait Bulgular

Pamuk teleflerinden %93 verimle elde edilen rejenere viskoz rayon liflerine ait görsel Şekil 3'te verilmiştir. Viskoz rayon liflerinin ışıltılı pamuk veya suni ipek olarak ta adlandırılmasına sebep olan parlak lif görüntüsünü Şekil 3'te gözlemek mümkündür.

**Şekil 3.** Pamuk Teleflerinden Elde Edilen Viskoz Rayon Lifleri

Viskozite ve DP Değerlerine Ait Bulgular

Pamuk teleflerinden yaş lif çekim yöntemi ile elde edilen viskoz rayon liflerine ait viskozite ve polimerizasyon derecesi değerleri Tablo 8'de verilmiştir. Klorit ağartması yöntemi ile ağartılan pamuk teleflerinden elde viskoz rayon liflerine ait viskozite ve DP değerleri de Tablo 8'de verilmiştir. Değerler incelendiğinde ağartma işleminin viskoz rayon lifleri üzerinde viskozite ve DP değerlerini değiştirecek bir etki yapmadığı görülmüştür. Rejenere selüloz liflerinin ortalama DP değerleri 250-700 civarındadır (Yaman & ark., 2007).

Tablo 8. Viskozite ve DP Değerleri

	Viskozite (cm ³ g ⁻¹)	DP
Ham Selüloz	1608	2540
Alfa Selüloz	641	919
Pamuk Teleflerinden Viskoz Rayon	400	546
Ağartılmış Pamuk Teleflerinden Viskoz Rayon	400	546
Referans Numune	255	332
Ağartılmış Referans Numune	255	332

Optik Özelliklerine Ait Bulgular

Referans numune ve pamuk teleflerinden elde edilen viskoz rayon liflerine ait; ağartma işlemi öncesi ve sonrası beyazlık, parlaklık ve sarılık değerleri Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. Viskoz Rayon Liflerine Ait Optik Özellikler

	Pamuk Teleflerinden Viskoz Rayon	Ağartılmış Pamuk Teleflerinden Viskoz Rayon	Referans Numune	Ağartılmış Referans Numune
Beyazlık (%)	82,7	86,4	88,2	89,7
Parlaklık (%)	76,9	85,1	83,4	87,5
Sarıklık (%)	9,22	1,94	7,00	3,08

Kopma Mukavemetine Ait Bulgular

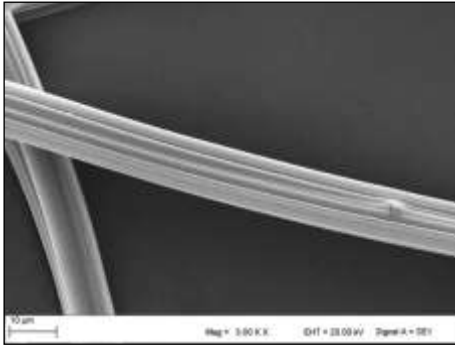
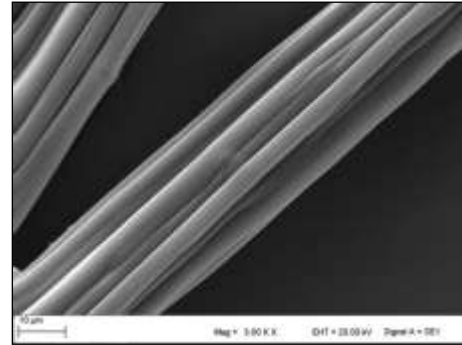
Referans numune ve pamuk teleflerinden elde edilen viskoz rayon liflerine ait kopma mukavemeti (gram-kuvvet/denye) değerleri Tablo 10'da verilmiştir. Ağartma işleminin, viskoz rayon liflerine ait kopma mukavemeti değerlerini düşürücü yönde çok az bir etkisi olduğu görülmüştür.

Tablo 10. Viskoz Rayon Liflerine Ait Kopma Mukavemeti Değerleri

	Kopma Mukavemeti (gf/den)
Pamuk Teleflerinden Viskoz Rayon	1.8
Ağartılmış Pamuk Teleflerinden Viskoz Rayon	1.7
Referans Numune	1.2
Ağartılmış Referans Numune	1.2

SEM Taramasına Ait Bulgular

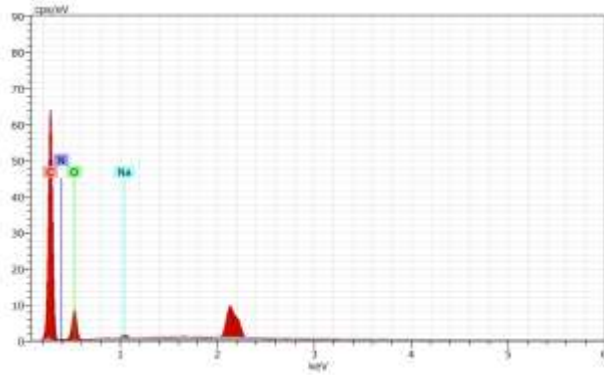
Referans numuneye ve pamuk teleflerinden elde edilen viskoz rayon liflerine ait boyuna SEM görüntüleri (Büyütme değeri: Mag = 3.00 K X) Şekil 4 ve Şekil 5'te gösterilmiştir. Görüntüler incelendiğinde referans numune ve viskoz rayon liflerinin düzgün, birbirine benzer lif yapıları görülebilmektedir. Viskoz rayon liflerinin karakteristik çok loblu yapısını da net bir şekilde görmek mümkündür.

**Şekil 4.** Referans Numune Boyuna SEM Görüntüsü**Şekil 5.** Pamuk Teleflerinden Viskoz Rayon Boyuna SEM**EDX Spektrumuna Ait Bulgular**

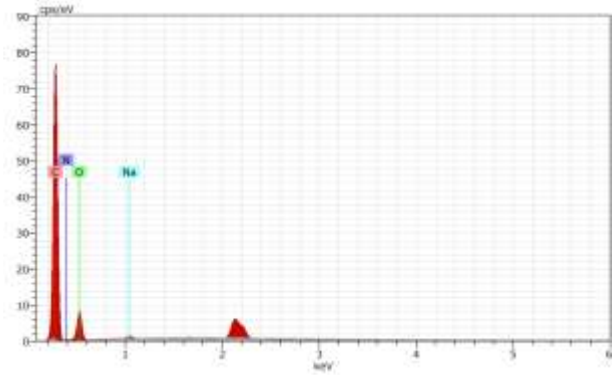
Referans numune ve pamuk teleflerinden elde edilen viskoz rayon liflerine ait EDX grafikleri Şekil 6 ve Şekil 7'de gösterilmiştir. EDX spektrumlarına bakıldığında selülozik yapıda bulunan karbon ve oksijen atomlarına ait pikler gözlemlenmiştir. Çok az miktarda gözlemlenen diğer atomlar ise deney numunelerinin hazırlanması aşamasındaki safsızlıklardan özellikle de kullanılan altın tozundan kaynaklanmaktadır. Viskoz rayon lifleri üzerindeki kükürdün tamamen giderilmesi önem arz etmektedir. Bu anlamda EDX spektrumlarında kükürt atomuna ait piklerin görülüyor olması istenilen bir sonuçtur. Elde edilen atomik yüzde oranları Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. EDX Sonuçlarına Göre Atomik Yüzdeler

Atomlar	Referans Numune	Pamuk Teleflerinden Viskoz Rayon
Karbon(C) - %	67.27	71.83
Oksijen(O) - %	27.27	24.41
Azot(N) - %	4.85	3.37
Sodyum(Na) - %	0.61	0.39



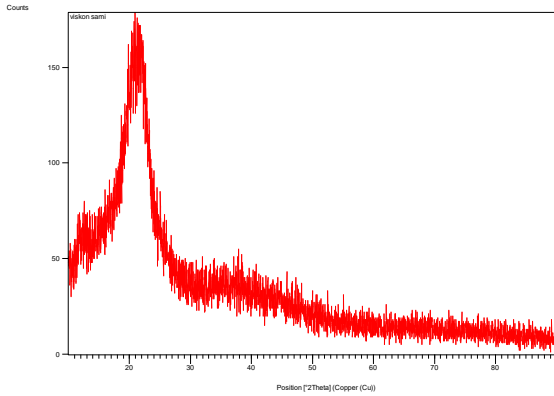
Şekil 6. Referans Numune EDX Grafiği



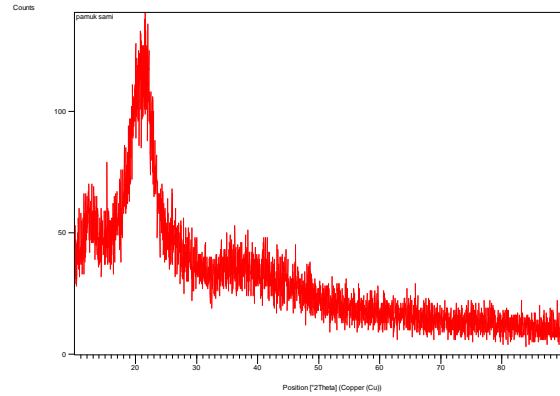
Şekil 7. Pamuk Teleflerinden Viskoz Rayon EDX

XRD Analizine Ait Bulgular

Referans numuneye ve pamuk teleflerinden elde edilen viskoz rayon liflerine ait XRD grafikleri Şekil 8 ve Şekil 9'da gösterilmiştir. Grafikler incelendiğinde 2θ ekseninde 20 derece değerinde düşük şiddetli geniş bir pik ve ayrıca başlangıç değerlerinde geniş fakat çok düşük şiddetli pik oluşumlarının gözlemlenmesi malzemenin amorf yapısının kristal yapısından daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Yine 21° ve $21,5^\circ$ civarında görülen pikler selüloz yapısındaki kristalin yapıyı gösteren piklerdir ve selülozun (002) düzlemine ait karakteristik piklerdir. Viskoz rayon lifleri, %60-65 amorf ve %35-40 kristalin bölgeden oluşmaktadır (Özgüney & ark., 2006).



Şekil 8. Referans Numune XRD Grafiği



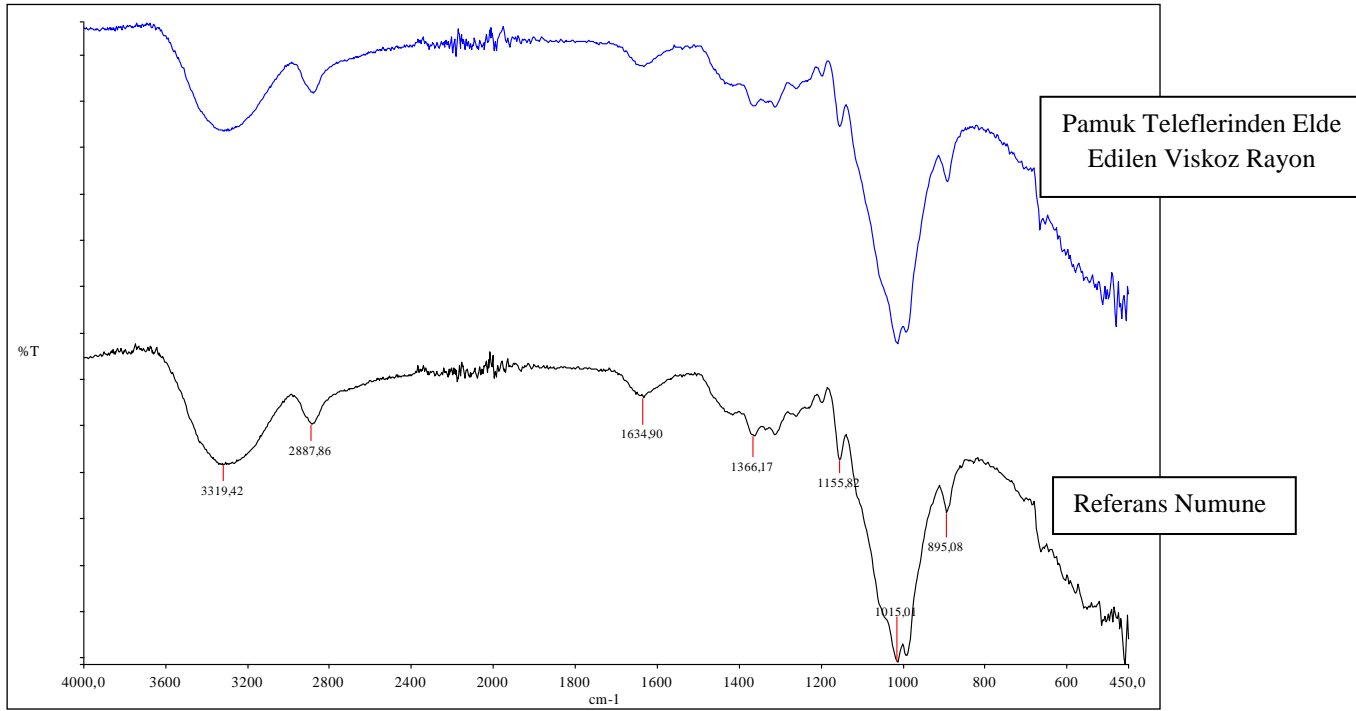
Şekil 9. Pamuk Teleflerinden Viskoz Rayon XRD

FTIR Spektrumuna Ait Bulgular

Referans numuneye ve pamuk teleflerinden elde edilen viskoz rayon liflerine ait FTIR grafikleri Şekil 10'da gösterilmiştir. FTIR analizi yardımı ile liflerin iç yapısı, moleküler yapısı ve kristal yapı özellikleri hakkında detaylı veri elde edilmiştir. FTIR spektrumları incelendiğinde, selüloz yapısındaki glikoz birimlerinde ki O-H gerilmeleri 3300cm^{-1} civarında gözlemlenmiştir. 2900 ile 2850cm^{-1} ve 1640 ile 1310cm^{-1} civarındaki bantlar ise alifatik ve aromatik C-H gerilme ve bükülme titreşimlerine aittir. $1160-890\text{cm}^{-1}$ arasında gözlemlenen ve $1156, 1015, 894\text{cm}^{-1}$ de pikleri içeren geniş bant, sekonder alkol ve eterik fonksiyonel gruplara ait olan simetrik ve asimetric C-O gerilmeleri ile ilgilidir. β -1,4-glikozidik eterlere ait C-O-C gerilmeleri ise 667cm^{-1} civarında gözlemlenmiştir. Bu FTIR spektrumları incelendiğinde, referans numuneye ait olan fonksiyonel grupların gerilmeleri ile pamuk teleflerinden elde edilen viskoz rayon liflerine ait olan fonksiyonel grupların gerilmelerinin benzer olup selüloz bir yapıya ait gerilmeler olduğu gözlemlenmiştir. Önemli bağ yapıları Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12. FTIR Spektrumuna Göre Fonksiyonel Grupların Gerilme Değerleri

Fonksiyonel Grup	Bağ Yapısı	Dalga Sayısı (cm^{-1})
Selülozik	O-H	3300
Glikozitik	C-O-C	667
Alifatik/Aromatik	C-H	2900-2850 ve 1640-1310
Alkol ve Eterik	C-O	1156, 1015, 894



Şekil 10. Referans Numune ve Pamuk Teleflerinden Elde Edilen Viskoz Rayon Liflerine Ait FTIR Spektrum Grafikleri

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde tekstil ürünlerinin üretiminde yaklaşık 250 bin ton viskoz rayon lifi tüketilmekte ancak hiç üretimi yapılmamaktadır. Yaptığımız bu çalışmada, tekstil iplik işletmesi atığı pamuk teleflerinden elde edilen saf selülozdan %93 verimde rejenere viskoz rayon lifleri elde edilmiştir. Pamuk teleflerinin DP değeri 2540 olarak ölçülürken elde edilen viskoz rayon liflerinde bu değer ağartma işlemi sonrası 546 olarak tespit edilmiştir. Yine ağartma işlemi sonrasında pamuk teleflerinden elde edilen viskoz rayon liflerinin beyazlık ve parlaklık değerleri artarken sarılık değeri düşmüştür. Ağartma işlemi öncesinde 1.8 gf/den olan kopma mukavemeti değeri 1.7 gf/den olarak azalmıştır. SEM, EDX, XRD ve FTIR analizlerinin sonuçları incelendiğinde selülozik yapıda amorf bölge oranı kristalin bölge oranından daha yüksek, görsel olarak ta karakteristik rayon lifi görünümüne sahip bir lif elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar piyasadan temin edilen referans numunesi ile karşılaştırılmış ve tüm özellikleri daha iyi olan bir viskoz rayon lifi üretiminin gerçekleştirildiği görülmüştür.

Bu çalışmayla pamuk teleflerinden rejenere viskoz rayon liflerin elde edilmesi ve ülkemizde viskoz rayon lifi üretimi ile ilgili ilk akademik çalışmaya ait özgünlüğü açısından önemli sonuçlar ortaya konulmuştur. Ayrıca, düşük maliyetli hammadde kaynağı olan pamuk teleflerinden yüksek verimli ve katma değerli yeni ürün elde edilmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAP) tarafından (Proje No: 2016/5-62 D) desteklenmiştir.

AÇIKLAMA

Bu yayının bir kısmı IMFES 2019'da (III. Uluslararası Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu - KAHRAMANMARAŞ) tam metin bildiri olarak yayınlanmıştır.

KAYNAKLAR

Altun, Ş. (2016). Tekstil Üretim ve Kullanım Atıklarının Geri Kazanımı, Çevresel ve Ekonomik Etkileri. Uşak Ticaret ve Sanayi Odası Raporu, Uşak.

Anonim, (1988). Pulps-Viscosity in cupri-ethylenediamine solution, SCAN-CM 15:88, Scandinavian Pulp, Paper and Board Testing Committee, Sweden.

Anonim, (1999/a). Alpha-, beta- and gamma-cellulose in pulp. TAPPI test methods, standard methods for pulp and paper, technical association of pulp and paper industry. Tappi Press, Atlanta, Georgia, USA.

Anonim, (1999/b). Viscosity of pulp (capillary viscometer method). TAPPI test methods, standard methods for pulp and paper, technical association of pulp and paper industry. Tappi Press, Atlanta, Georgia, USA.

Anonim, (2017). Viscose Fibres Production, An Assessment of Sustainability Issues, Fair&Smart Use of the World's Fresh Water, Water Footprint Network, <https://waterfootprint.org/en/> , August, 2017.

Anonim, (2018). The Fiber Year Consulting, The Fiber Year 2018 World Survey on Textiles and Nonwovens, Issue 18, May 2018.

Ardıç, Y. (2007). "Selüloz Liflerinin Farklı Şartlarda Fibrilleşmesi Ve Yorulma Davranışlarının İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

Clark, J. A. (1978). Pulp Technology and Treatment for Paper. Published by Miller Freeman Publications, San Francisco (1978) ISBN 10: 0879300663 ISBN 13: 9780879300661.

Güler, N. (2008). "Rejenere Selüloz Liflerinin Yüzey Özelliklerinin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

Karaca, H. (2017). İnönü Üniversitesi Kimya Bölümü Başkanı Prof. Dr. Hüseyin Karaca, Röportaj. <https://www.ihha.com.tr/malatya-haberleri/inonu-universitesi-kimya-bolumu-baskani-prof-dr-huseyin-karaca-1613357/> , İhlas Haber Ajansı, Malatya.

Kırcı, H. (2006). Kağıt Hamuru Endüstrisi Ders Notları. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No:86, Trabzon.

Mark, H. F., Atlas, S. M., & Cernia, E. (eds.), (1968). Man-Made Fibers Science and Technology, Volume 2, p. 10, Interscience, New York.

Özgüney, A.T., Körlü, A., Bahtiyari, İ., & Bahar, M. (2006). Viskon Liflerinin Fiziksel Özellikleri ve Makromolekülerüstü Yapısı, Tekstil ve Konfeksiyon, 2/2006.

Yaman, N., Öktem, T., & Seventekin, N. (2007). Polinozik Liflerin Üretimi, Özellikleri ve Kullanım Alanları(Bölüm 1). Tekstil ve Konfeksiyon, 3/2007.

Wise, E.L., & Karl, H.L. (1962). Cellulose and hemicelluloses in pulp and paper science and technology. In: Earl, C.L. (Ed.) Vol. 1: Pulp, McGraw Hill-Book Co. New York.



Kahramanmaraş Sutcu Imam University

Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 23.03.2020
Kabul Tarihi : 08.04.2020

Received Date : 23.03.2020
Accepted Date : 08.04.2020

HAVADAN HAVAYA PLAKALI TİP ISI GERİ KAZANIM CİHAZININ ISI DEĞİŞTİRİCİSİNİN ISIL VERİMİNİN İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF THE THERMAL EFFICIENCY OF AIR TO AIR PLATE TYPE HEAT RECOVERY DEVICE'S HEAT EXCHANGER

Hasan SAVAT^{1*} (ORCID: 0000-0003-1278-5733)
Mustafa ATMACA² (ORCID: 0000-0003-3906-9606)

¹ Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul Türkiye
² Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul Türkiye

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Hasan SAVAT, hsnsvt@gmail.com

ÖZET

Isı geri kazanım cihazı, havalandırılma ihtiyacı olan, dış ortamla farklı sıcaklıktaki tüm mahallerde (ev, ofis, sinema, AVM, Konferans salonu vb.) enerji tasarrufu sağlamak için kullanılabilen bir sistemdir. Bu cihaz dışarı atılacak hava ile iç ortama alınacak hava arasında ısı transferi yaparak, ısıtma ve soğutma işlemlerinden ciddi oranda tasarruf ve enerji kazancı sağlayabilmektedir.

Bu cihazın en yaygın kullanılan türü plakalı Tip Isı değiştiricili olanıdır. Bu sistemde dışarı atılan kirli hava ile içeri alınan temiz hava arasındaki, ısı transferi bir ısı değiştiricisiyle sağlanmaktadır.

Bilgisayar analizlerinin (benzetimlerinin) giderek önem kazandığı günümüzde, mühendislik işlerinde hesaplanması zor veya mümkün pek çok hesap bu benzetimler vasıtasıyla çözülebilmektedir. Ancak bu analizlerin doğru sonuç verebilmesi için analizlerin sağlıklı bir şekilde yapılması gerekmektedir. Bilgisayar analizleri pek çok sebep ile yanlış sonuçlar verebilmektedir. Hesaplamalı akışkanlar dinamiği (HAD) analizlerinde, bu sebeplerin başında oluşturulan çözüm ağlarının (mesh ağlarının) yetersiz olması gelmektedir.

Bu çalışmada havadan havaya ısı geri kazanım cihazlarında yaygın olarak kullanılan plakalı tip ısı değiştiricisi bilgisayar ortamında oluşturulmuştur. Isı değiştiricisinde tekrar eden bölgeler belirlenmiş ve bu bölgeler için, çeşitli çözüm ağları oluşturulmuştur. Oluşturulan çözüm ağları kullanılarak hesaplamalı akışkanlar dinamiği benzetimleri yapılmıştır.

Üzerinde çalışılan model deneysel olarak test edilmiş ve sonuçlar analiz sonuçları ile kıyaslanarak benzetim kalitesi artırılmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Enerji verimliliği, ısı değiştiricisi, havalandırma sistemi, hesaplamalı akışkanlar dinamiği, had

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Mustafa ATMACA, matmacat@marmara.edu.tr

ToCite: SAVAT, H., & ATMACA, M., (2020). HAVADAN HAVAYA PLAKALI TİP ISI GERİ KAZANIM CİHAZININ ISI DEĞİŞTİRİCİSİNİN ISIL VERİMİNİN İNCELENMESİ. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(2), 80-93.

ABSTRACT

The heat recovery device is a system that can be used to save energy in all location (home, office, cinema, shopping mall, conference hall, etc.) where needs ventilation and temperature difference between internal and external air. This device can save a significant amount of energy savings from heating and cooling processes by transferring heat between the air to be ejected and the air to be taken into the interior.

The most widely used type of this device is the one with the heat exchanger. This system is provided by a heat exchanger, it exchanges the heat between the dirty air being thrown out and the fresh air being imported.

Computer analysis (simulate) gains increasing importance nowadays, the calculation of engineering work difficult or impossible in many calculations can be resolved through these simulations. However, to have accurate results of these analyses must be done in a healthy way. Computer analysis may give incorrect results with many reasons. In computational fluid dynamics (CFD) analyses, the solution networks (mesh networks) created at the beginning of these reasons are insufficient.

The studied model was experimentally tested. The results which are the experimental and simulation, were compared.

Keywords: Energy efficiency, heat exchanger, ventilation system, computational fluid dynamics, cfd

GİRİŞ

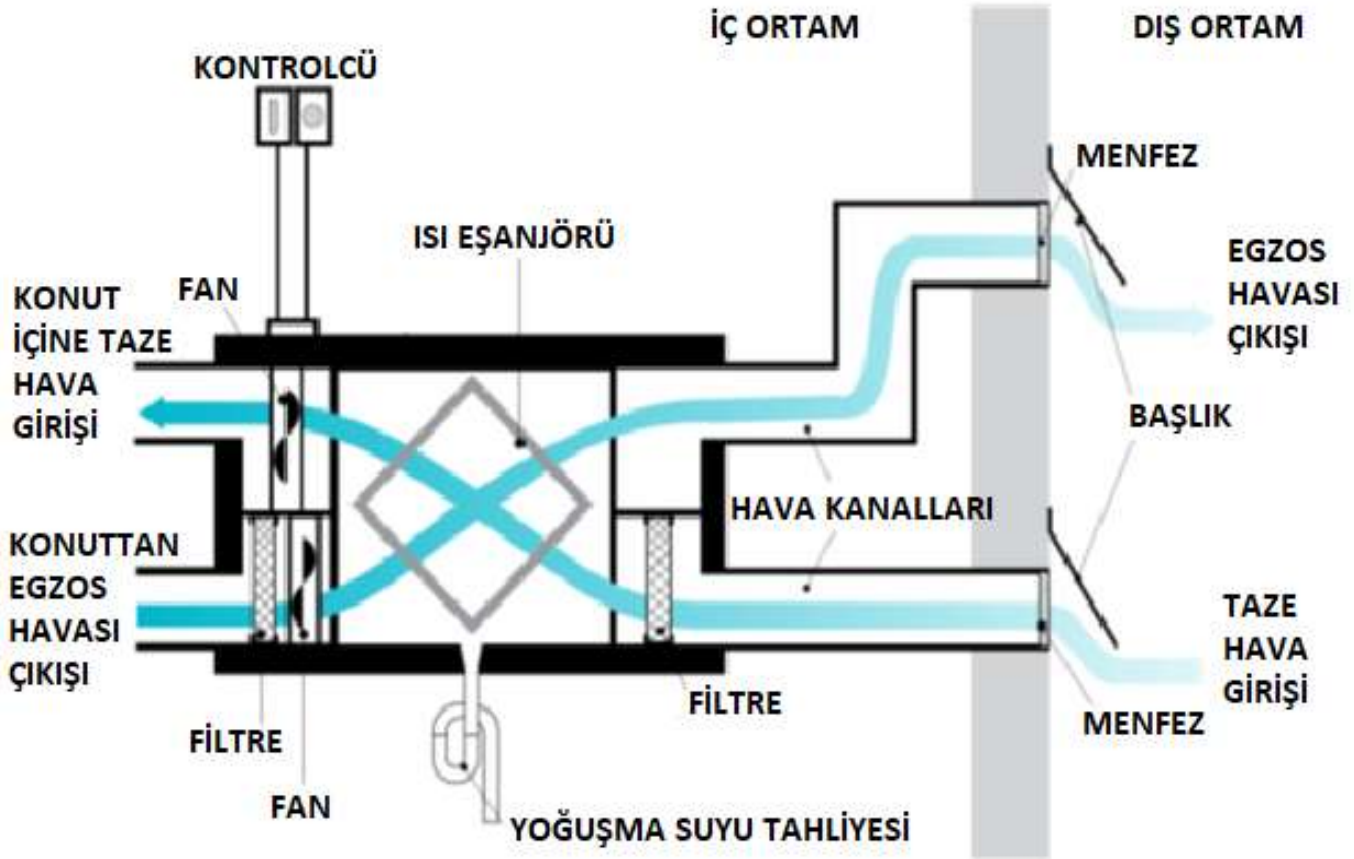
Dünyada ve Türkiye’de enerjiye talep artmaktadır ve gelecekte de artmaya devam edecektir. Birçok kurum enerji talebi hakkında çalışma yapmaktadır. Günümüze oranla 2030 yılında enerji tüketiminin dünyada %60 ve Türkiye’de ise %100’den daha yüksek oranda artması dile getirilmektedir (Satman, 2007). Enerji tüketiminin azaltılması için en iyi çözüm enerji verimliliğinin artırılmasıdır. Yapılan bir çalışmada küresel ısınmanın etkilerini önlemek amacıyla; kullanılacak etkili yöntemlerden birinin de enerji verimliliğini artırmak olduğuna değinilmiştir (Bayraç, 2010). Pamir ise yaptığı çalışmasında enerji tasarrufunun ve enerji tüketimini azaltmanın öneminden bahsetmiştir (Pamir, 2005). Yapılan başka bir çalışmada ise enerji verimliliğinin öneminden ve bu konuda neler yapılabileceğinden bahsedilmiştir (Narin & Akdemir, 2006). Enerji verimliliği gerek ekonomik anlamda önemi gerekse küresel ısınmayı yavaşlatacak hatta önüne geçebilecek olması sebebi ile günümüzde büyük önem taşımaktadır. Enerji verimliliği, miktar ve kaliteyi düşürmeden, var olan enerji atıklarından faydalanılması ve enerji kayıplarının en aza indirilmesi ile mümkündür.

Isı geri kazanımlı havalandırma endüstrisi gün geçtikçe gelişen ve büyüyen bir alandır (Şentürk, Aktakka, & Toksoy, 2015). Isı geri kazanım cihazı dış ortam ile farklı sıcaklıktaki havalandırılma ihtiyacı olan tüm mahallerde (ev, ofis, sinema, AVM, Konferans salonu vb.) atık ısıdan faydalanarak enerji tasarrufu sağlamak için kullanılabilen bir sistemdir. Bu cihaz dışarı atılacak olan hava ile iç ortama alınacak olan hava arasında ısı transferi yaparak, ısıtma ve soğutma işlemlerinden ciddi oranda tasarruf ve enerji kazancı sağlayabilmektedir.

İklimlendirme sistemlerinde ısı geri kazanımı, enerji verimliliğini artırması dışında üç önemli avantaja sahiptir:

- 1.Geri kazanılan ısı sayesinde iç ortamı konfor koşullarına getirmek için gereken dış hava yükü önemli miktarda azaltılmış olur. Böylece iklimlendirme için harcanan enerji miktarı düşer, tasarruf sağlanır.
- 2.Gerek iklimlendirme sisteminde kullanılan bileşenlerin kapasitelerinin azaltılması gerekse nemlendirme ve nem alma bileşenlerine ihtiyacın kalmaması durumunda ilk yatırım maliyeti azaltılabilir.
- 3.Azalan dış hava yükü, taze havalı cihaz kullanımını daha makul hale getirir. Böylece iç hava kalitesinin sağlanmasında üstünlük sağlanır (Altın, Aktakka, Günerhan, & Karakoç, 2013).

Bu çalışma bu cihazın plakalı ısı değiştiricili olan tipi için yapılmıştır. Aşağıdaki şekil 1.’de cihazın çalışma durumundaki Montajı ve iç yapısı görülmektedir.



Şekil 1. Cihazın Çalışma Durumundaki Montajı ve İç Yapısı (Şentürk, Aktakka, & Toksoy, 2015)

Bilgisayar analizleri (benzetimleri) de gerek üretim süreçlerini kolaylaştırması gerekse prototip ihtiyacını azaltması bakımından, enerji ve zaman verimliliğini arttırabilmektedirler. Ancak bu analizlerin doğru sonuç verebilmesi için analizlerin sağlıklı bir şekilde yapılması gerekmektedir. Bilgisayar analizleri pek çok sebep ile yanlış sonuç verebilmektedirler. Hesaplamalı akışkanlar dinamiği (HAD), analizlerinde bu sebeplerin başında oluşturulan çözüm ağlarının (mesh ağlarının) yetersiz olması gelmektedir. Erdinç ve arkadaşları da ANSYS paket programını hesaplamalı akışkanlar dinamiği (HAD) problemlerinin çözümünde kullanmıştır (Erdinç, Yılmaz, Cihan, & Ünal, 2015).

Bu çalışmada iklimlendirme proseslerinde enerji verimliliğini arttırmak ve maliyetleri düşürmek için kullanılan havadan havaya plakalı tip ısı geri kazanım cihazının; ısı değiştiricisinde farklı çözüm ağları kullanılarak bilgisayar analizleri (benzetimleri) ile çözdürülmüştür.

Aynı ısı değiştiricisinin, ısı verimliliği deneysel olarak test edilmiş ve deneysel sonuçlar ile bilgisayar analizlerinin sonuçları karşılaştırılarak, analiz (benzetim) kalitesi artırılmaya çalışılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Deneysel Çalışma

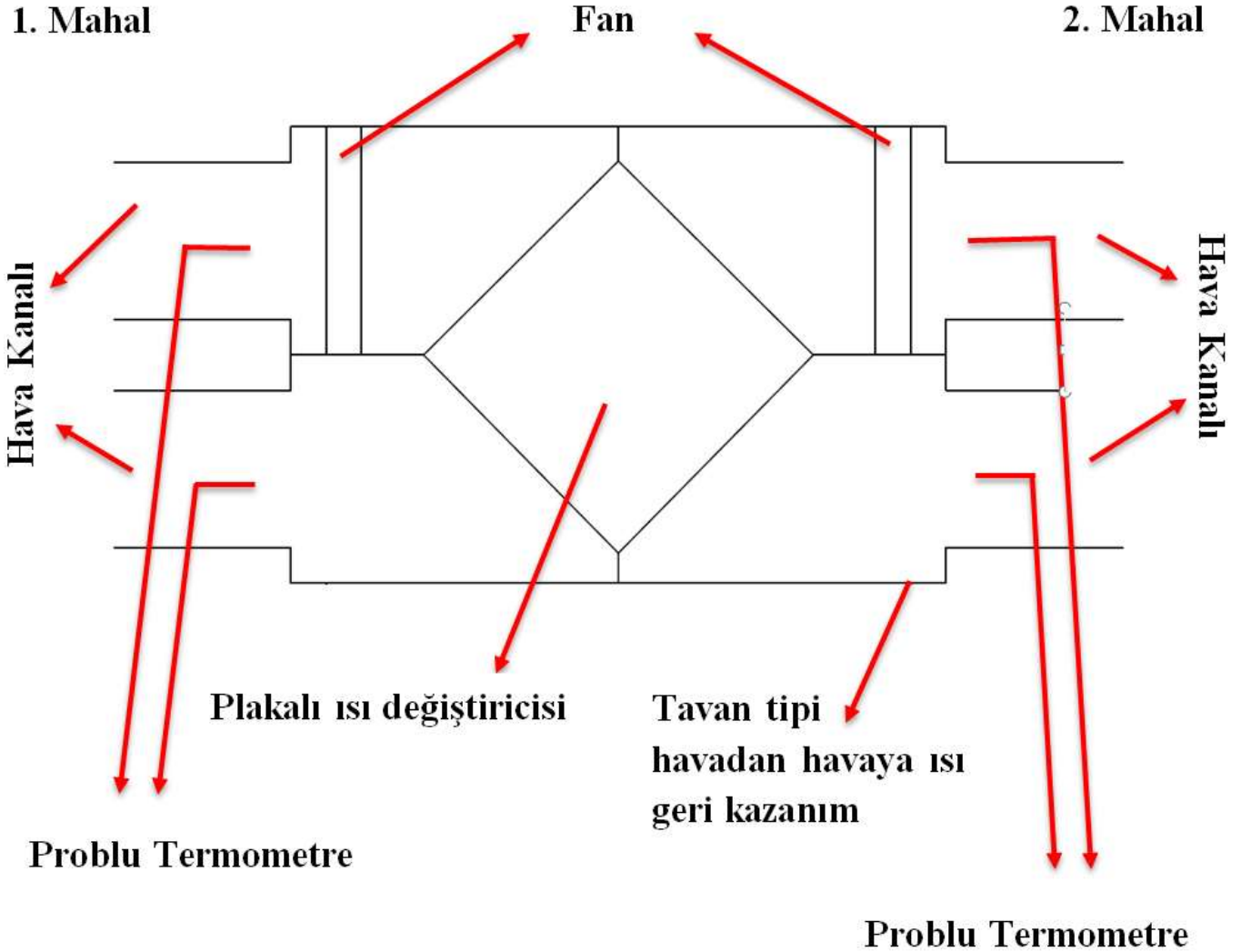
Bu deney vasıtasıyla ısı değiştiricisinin veriminin ölçülmesi amaçlanmaktadır.

Bu deneyde:

- Tavan tipi plakalı havadan havaya ısı geri kazanım cihazı
- Flexi hava kanalları
- Probu termometre

- Anemometre
- PVC Kanal bandı, kullanılmaktadır.

Bu deney aralarında sıcaklık değerleri farklı olan iki mahal arasında şekil 2.'de gösterildiği gibi yukarıdaki malzemeler vasıtası ile düzenek kurularak yapılmaktadır.



Şekil 2. Deney Düzenegi Şeması

Deney düzenegi kurulurken ve deney yapılırken aşağıdaki adımlar takip edilmiştir.

- Tavan tipi plakalı havadan havaya ısı geri kazanım cihazının flanşlarına hava kanalları bağlanır.
- Hava kanallarının sızdırmazlığı sağladığından emin olunur. Hava kaçakları ve açıklıklar kalır ise PVC kanal bandı ile kapatılır.
- 1. mahal ve 2. mahalle ilgili kanal hatlarının uçları yerleştirilir. Deney sırasında kullanılacak 1. mahal ile 2. mahal arasında sıcaklık farkı olması gerekmektedir.
- Probu termometrelerin bağlantıları yapılır, bu işlem sırasında oluşan tüm kaçaklar PVC kanal bandı kullanılarak kapatılır.
- Tavan tipi plakalı havadan havaya ısı geri kazanım cihazının elektrik bağlantıları yapılır ve cihaz çalıştırılır.
- Kaçak olup olmadığı kontrol edilir, saptanan kaçaklar, PVC kanal bandı vasıtasıyla kapatılır.
- Cihaz çalıştırdıktan sonra ilk 2 saat boyunca hiçbir ölçüm alınmaz, ısıl dengeye ulaşılması beklenir. Sonrasında ise her yarım saatte bir probu termometreler vasıtasıyla şekilde gösterilen yerlerden sıcaklıklar ölçülerek kaydedilir. Her sıcaklık ölçümü yapıldığında da anemometre vasıtasıyla hava hızı kaydedilir.
- Ölçümler 25 kere yapılıncaya sistem durdurulur ve cihazın elektrik bağlantısı sökülür.

- Yapılmış olan sıcaklık ölçümleri kullanılarak denklem 1. vasıtasıyla her bir ölçüm için verim değeri hesaplanır ve bu değerlerin ortalaması alınır.
- Yapılmış olan hava hızı ölçümleri kullanılarak debi değeri hesaplanır ve bu değerlerin ortalaması alınır.
- Bulunan değerler kaydedilerek deney sonuçlandırılır.

Şekil 3.'de kurulmuş olan deney düzeneği görülmektedir.



Şekil 3. Deney Düzeneği

Bir plakalı ısı geri kazanım cihazının ısı verimi, ısı değiştiricisinin, geri kazandığı ısının, kazanılabilecek en çok ısıya oranıdır. Bu verim, aşağıdaki denklem-1 ile hesaplanır:

$$\text{Isıl Verim} = (T_{tç} - T_{tg}) / (T_{eg} - T_{tg}) \quad (1)$$

$T_{tç}$, T_{tg} ve T_{eg} ilgili konumlardaki termometrelerin ölçtükları, °C cinsinden sıcaklık değerleridir.

$T_{tç}$: Taze hava çıkış sıcaklığı

T_{tg} : Taze hava giriş sıcaklığı

T_{eg} : Egzos havası giriş sıcaklığı

Formülün sözel olarak ifadesi; ısı geri kazanım cihazının verimi, geri kazanılan ısının kazanılabilecek en çok ısıya oranıdır (Kaya, 2013).

Yapılan ölçümler, tablo 1.' de görülmektedir. Tablo 2., Tablo 1. kullanılarak; ısı verim denklemi vasıtasıyla elde edilmiştir.

Tablo 1. Yapılan Ölçümlerin Sonuçları

Ölçüm No	Hava Hızı (m/s)	Ttç (°C)	Ttg (°C)	Teg (°C)
1	4,4	26,7	21	31,7
2	4,6	26,8	21,3	31,8
3	4,4	27	21,6	32,1
4	4,6	27	21,7	32,2
5	4,5	27,1	21,7	32,2
6	4,4	27,1	21,7	32,3
7	4,3	27,2	21,5	33
8	4,5	27,2	21,5	33,1
9	4,6	27,4	21,5	32,9
10	4,2	27,2	21,5	32,6
11	4,2	27,3	21,5	32,4
12	4,4	27,4	21,6	32,4
13	4,3	27,3	21,6	32,3
14	4,4	27,3	21,6	32,2
15	4,5	27,2	21,6	32,1
16	4,5	27,2	21,6	32,2
17	4,4	27,5	21,6	32,7
18	4,6	27,5	21,6	32,7
19	4,4	27,4	21,6	32,6
20	4,6	27,4	21,6	32,5
21	4,6	27,4	21,6	32,6
22	4,5	27,3	21,6	32,4
23	4,6	27,3	21,6	32
24	4,6	27,1	21,6	32,1
25	4,5	27,2	21,6	32,2

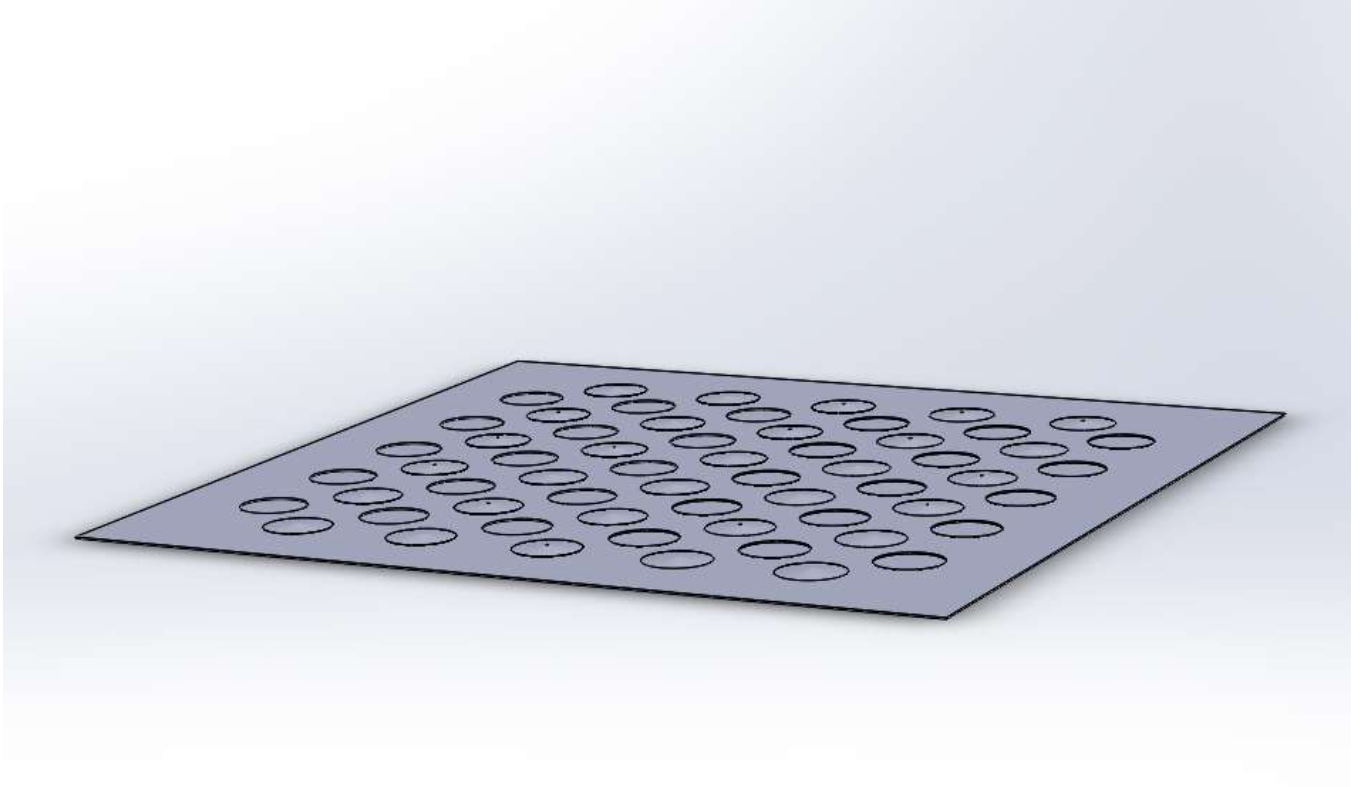
Tablo 2. Debi – Verim Değerleri

Ölçüm No	Debi (m ³ /h)	Verim (%)
1	790	53
2	826	52
3	790	51
4	826	50
5	808	51
6	790	51
7	772	50
8	808	49
9	826	52
10	754	51
11	754	53
12	790	54
13	772	53
14	790	54
15	808	53
16	808	53
17	790	53
18	826	53
19	790	53
20	826	53
21	826	53
22	808	53
23	826	55
24	826	52
25	808	53

Yukarıdaki debi ve verim değerlerinin ortalaması alınır. Böylece 800 m³/h debi değeri için %52 verim değeri deneysel olarak bulunmuş olur.

Sayısal Çalışma

Solidworks programı vasıtasıyla kullanılan ısı değiştiricisi birebir olacak şekilde bilgisayar ortamında oluşturulmuştur. Bu ısı değiştiricisi lamellerin üř üşte dizilmesinden oluşmaktadır. şekil 4.'te ilgili lamel görölmektedir.



şekil 4. Oluşturulan Lamel

Oluřturulmuř olan bu lameller döndürölerek üř üřte gelecek şekilde kopyalanarak, kapaklar ve italar eklenerek modelin tamamı oluřturulabilmektedir.

Isı değiştiricisi periyodik olarak kendini tekrarlayan bir geometriye sahiptir. Bu sebeple tekrarlanan geometrinin sadece bir parçasının analizinin yapılması ile tamamının yapılması aynı sonuca çıkacaktır. Bu sebep ile geometri periyodik olacak şekilde bölünmüş ve periyodik olan parçalardan biri incelenmiştir. Model için periyodik olan kısım şekil 5.'de görölmektedir.



Şekil 5. Periyodik Bölge

Solidworks programı ile yapılmış olan çizim step formatına çevrilerek ANSYS programına aktarılır. ANSYS programının geometri modülü vasıtasıyla yapılan çizime akış hacimleri eklenir.

Akış hacmi bilgisayarın analiz sırasında akışkan olarak hesaplayacağı hacimdir. Bu çalışmada akışkan havadır ve oluşacak olan akış ve ısı transferi hesaplanacaktır.

Eklenen akış hacimleri şekil.6'da görülmektedir. Akış hacimleri birbirleri ile kesişmemekte ve alüminyum plaka vasıtasıyla ayrılmaktadır. Bir akış bölgesinden sıcak olan hava geçerken, diğerinden soğuk olan geçecektir. Akış alanları yarı saydam, alüminyum plaka ise şekildeki gibi mavi renkte görülmektedir.

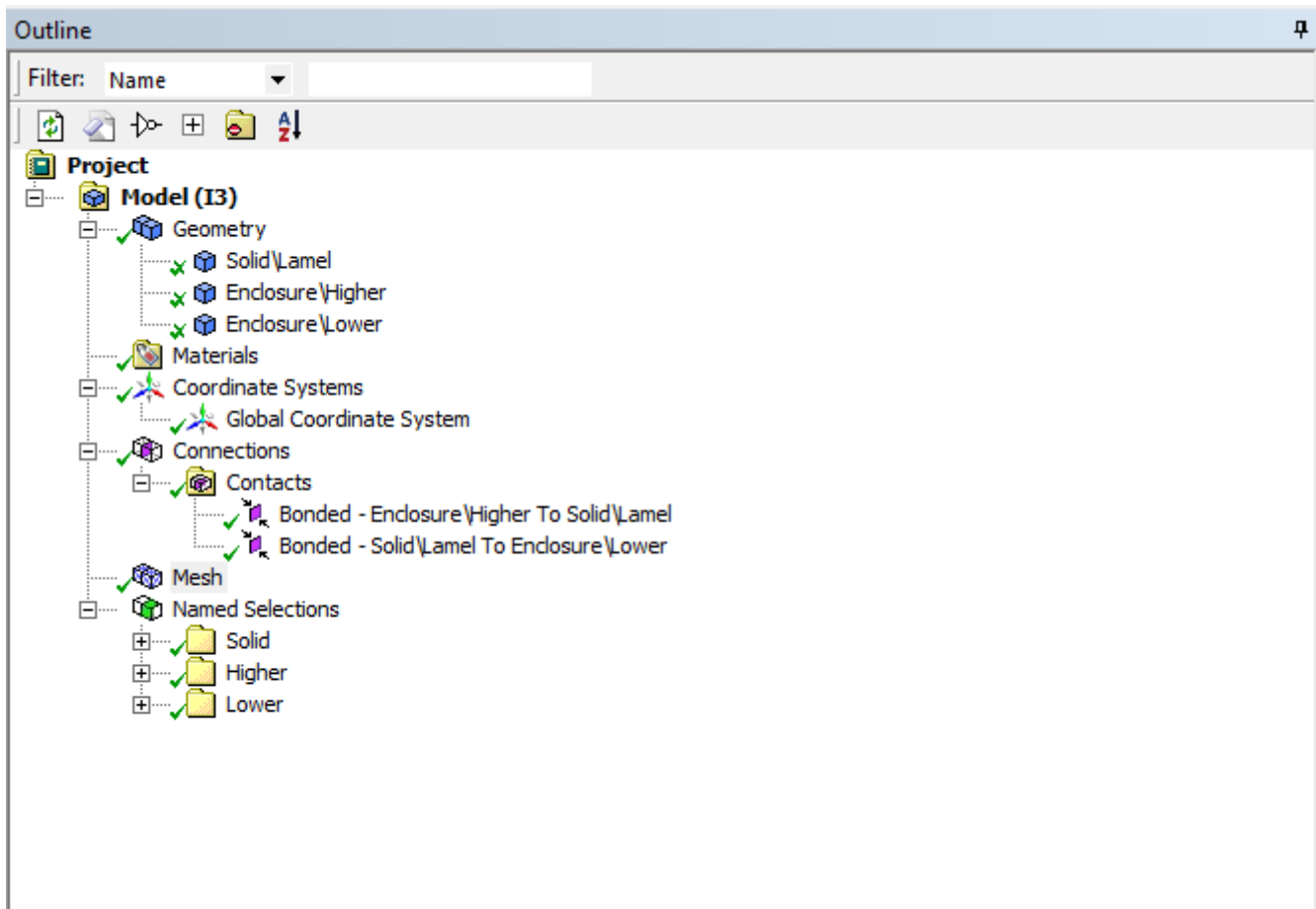


Şekil 6. Akış Hacmi

Geometri modülünde akış hacmi eklendikten sonra mesh aktarılır. Bu data aktarımı sırasındaki veri bağlantısı yine ANSYS paket programında yer alan Workbench aracılığıyla yapılmaktadır (Atmaca & Ezgi, 2019). Workbench, ANSYS programının içerdiği modülleri seçerek kullanmak ve birbirlerine bağlayarak aralarında data transferini sağlamak için kullanılan bir ara yüz programıdır (Atmaca, Çetin, & Yılmaz, 2019).

Çözüm ağı (mesh ağı) oluşturmak, fiziksel olarak tanımlı bir aralığı daha küçük elemanlara bölme işlemidir. Bu işlem ile yüzeysel tanım aralıkları üçgen, dörtgen vb. geometrik şekillere bölünürken, hacimsel tanım aralıkları tetrahedra, hexahedra, küp gibi geometrik şekillere bölünürler. Sonlu elemanlar ve sonlu hacimler metodu ile yapılan mekanik analizlerde, akış analizlerinde, ısı transferi analizlerinde ve manyetizma analizleri gibi analizlerde, analize başlamadan önce çözüm ağını (mesh ağını) oluşturmak gerekmektedir (Atmaca, Girgin, & Ezgi, 2016).

Mesh modülü, vasıtasıyla çözüm ağı örülür. Öncesinde mesh ağı modülü üzerinde modülün geometrileri doğru şekilde görüp görmediği (2 akışkan geometri ve 1 katı geometri), contactların (geometriler arasındaki temas yüzeylerinin) doğru olup olmadığı kontrol edilir. Yüzeylerde isimlendirme yapılır. İlgili görsel şekil 7.'de yer almaktadır.



Şekil 7. Mesh Modülü Outline Penceresi

Modül otomatik olarak çözüm ağı atabilmektedir. Ancak oluşan çözüm ağı düzgün ve ideal olmadığından analiz için yetersizdir ve manuel olarak müdahale edilerek uygun bir çözüm ağı kurulması sağlanır. Şekil 8.'de çözüm ağının kurulması için yapılan ayarlar görülmektedir. Şekilde yer alan ayarların yanı sıra tablo 3.'de yer alan değişiklikler yapılarak yeni çözüm ağları oluşturulmuştur.

Details of "Mesh"	
<input checked="" type="checkbox"/> Display	
Display Style	Use Geometry Setting
<input checked="" type="checkbox"/> Defaults	
Physics Preference	CFD
Solver Preference	Fluent
Element Order	Linear
<input checked="" type="checkbox"/> Element Size	10, mm
Export Format	Standard
Export Preview Surface Mesh	No
<input checked="" type="checkbox"/> Sizing	
Use Adaptive Sizing	No
<input type="checkbox"/> Growth Rate	Default (1,2)
<input type="checkbox"/> Max Size	Default (20, mm)
Mesh Defeaturing	Yes
<input type="checkbox"/> Defeature Size	Default (5,e-002 mm)
Capture Curvature	Yes
<input type="checkbox"/> Curvature Min Size	Default (0,1 mm)
<input type="checkbox"/> Curvature Normal Angle	Default (18,°)
Capture Proximity	Yes
<input type="checkbox"/> Proximity Min Size	Default (0,1 mm)
<input checked="" type="checkbox"/> Num Cells Across Gap	6
Proximity Size Function Sou...	Faces and Edges
Bounding Box Diagonal	300,85 mm
Average Surface Area	397,35 mm ²
Minimum Edge Length	0,5 mm
<input checked="" type="checkbox"/> Quality	
Check Mesh Quality	Yes, Errors
<input type="checkbox"/> Target Skewness	0,8
Smoothing	Medium
Mesh Metric	Element Quality
<input checked="" type="checkbox"/> Min	4,9516e-002
<input checked="" type="checkbox"/> Max	1,
<input checked="" type="checkbox"/> Average	0,83672
<input checked="" type="checkbox"/> Standard Deviation	8,2991e-002
<input checked="" type="checkbox"/> Inflation	
Use Automatic Inflation	None
Inflation Option	Smooth Transition
<input type="checkbox"/> Transition Ratio	0,272
<input type="checkbox"/> Maximum Layers	5
<input type="checkbox"/> Growth Rate	1,2
Inflation Algorithm	Pre
View Advanced Options	No
<input checked="" type="checkbox"/> Assembly Meshing	
Method	None
<input checked="" type="checkbox"/> Advanced	
Number of CPUs for Parallel...	4
Straight Sided Elements	
Rigid Body Behavior	Dimensionally Reduced
Triangle Surface Mesher	Program Controlled
Topology Checking	Yes
Pinch Tolerance	Default (9,e-002 mm)
Generate Pinch on Refresh	No
<input checked="" type="checkbox"/> Statistics	
<input checked="" type="checkbox"/> Nodes	6500042
<input checked="" type="checkbox"/> Elements	33184738

Şekil 8. Çözüm Ağı Ayarları

Tablo 3. Çözüm Ağları

	Sık Olan Çözüm Ağı	Orta Sıklıkta Olan Çözüm Ağı	Seyrek Olan Çözüm Ağı
Element Size	10	15	20
Number Cells Across Gap	6	4	2
Min	4,95E-02	6,02E-02	7,02E-02
Standart Deviation	8,30E-02	8,94E-02	9,52E-02
Nodes	65000042	2174561	461423
Elements	33184738	10410833	1883386

Çözüm ağlarının oluşturulması tamamlandıktan sonra workbench aracılığıyla tüm çalışma fluent modülüne aktarılır.

Fluent modülünde analizde ısı verilerinin de yer alması istendiği için energy seçeneği off konumundan on konumuna alınır. Matematik model olarak k-epsilon model Realizable, Near Wall treatment: Standart Wall Function seçilmiştir. Malzeme bilgisi olarak akışkan hava, katı ise alüminyum olarak tanımlanır. İnlet, outlet (preasure outlet), wall ve symetry olan bölümler tanımlanır. Hava hızı ise toplam debinin ısı değiştiricisinin giriş yüzey alanına bölünmesi ile hesaplanmıştır; 6,9m/s'dir. Turbulent intensity: %5, turbulent viscosity ratio: %10 olarak girilmiştir. Havanın giriş sıcaklıkları da girilerek, modül vasıtasıyla analiz işlemi başlatılmıştır.

Analiz Sonucunda tablo 4'te gösterilen sıcaklık değerleri elde edilmiştir. Bu sıcaklık değerleri Teg sıcak havanın ısı değiştiricisine girdiği alandaki havanın ortalama sıcaklığı, Ttg soğuk havanın ısı değiştiricisine girdiği alandaki havanın ortalama sıcaklığı ve Ttç ise ısınan havanın ısı değiştiricisinden çıktığı alandaki havanın ortalama sıcaklığıdır.

Tablo 4. Analiz Sonuçları

	Sık Olan Çözüm Ağı	Orta Sıklıkta Olan Çözüm Ağı	Seyrek Olan Çözüm Ağı
Teg (°C)	32	32	32
Ttg (°C)	21,6	21,6	21,6
Ttç (°C)	26,9	27,4	28,4

BULGULAR

Tablo 4'te görülen analiz sonuçları için deneysel çalışma sonuçlarının da hesaplandığı denklem-1 (ısı verim formülü) kullanılarak ısı verim değerleri elde edilmiştir.

Sık olan çözüm ağı ile yapılan analiz için %51, orta sıklıkta çözüm ağı ile yapılan analiz için %56 ve seyrek olan çözüm ağı ile yapılan analiz içinse %65 ısı verim değeri hesaplanmıştır.

Deneysel ve analiz sonucunda elde edilmiş değerler, tablo 5'de karşılaştırmalı olarak görülmektedir.

Tablo 5. Analiz Sonuçları

	Deneysel Sonuçlar	Sık Olan Çözüm Ağı (Analiz) Sonuçlar	Orta Sıklıkta Olan Çözüm Ağı (Analiz) Sonuçlar	Seyrek Olan Çözüm Ağı (Analiz) Sonuçlar
Hava Debisi (m ³ /h)	800	800	800	800
Teg (°C)	32,4	32	32	32
Ttg (°C)	21,6	21,6	21,6	21,6
Ttç (°C)	27,2	26,9	27,4	28,4
Isıl Verim (%)	52	51	56	65

Yapılmış olan deneyde ve analiz sonuçlarında aynı şartların sağlanmış olması için hava giriş sıcaklıkları ve ısı değiştiricisinden geçen hava miktarı (debisi) aynı olacak şekilde ayarlanmıştır. Tablo 5'te görüldüğü gibi sık olan çözüm ağı ile yapılmış olan analizden elde edilen ısı verim değerleri, deneysel çalışmadan elde edilen ısı verim değeri ile örtüşmektedir. Ancak deneysel çalışmadan elde edilen ısı verim değeri, orta sıklıkta çözüm ağı ile ve seyrek olan çözüm ağı ile yapılan analiz sonucunda elde edilen ısı verim değerleri ile örtüşmemektedir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Günümüzde bilgisayar benzetimleri (analizleri) ile, yeni ürünlerin tasarlanması ve üretilebilmesi için; gereken süreçleri hızlandırmakta, üretim-tasarım maliyetleri düşürmekte ve tasarım kalitesini artmaktadır. Bu sebep ile etkin ve doğru şekilde kullanımları büyük önem taşımaktadır.

Çalışmamızda, Tablo 5'de de görüldüğü üzere mesh sayısının (çözüm ağı sıklığının) yetersiz olduğu durumlarda havanın çıkış sıcaklıkları farklı çıkmıştır. Böylece bu sıcaklıklar üzerinden hesaplanan ısı verim değerleri de farklı olmuştur. Bu durumun sebebi yeterli çözüm ağı oluşmadığı durumlarda bilgisayar analizlerinde hata payının oldukça artması ve benzetim kalitesi düşmesidir.

Çözüm ağının (mesh ağının) yeterli sıklıkta olduğu durumlarda sonuçlar gerek deneysel verilerle gerek üreticinin sağlamış olduğu bilgilerle örtüşmektedir.

Bu sonuçlardan yola çıkarak yapılacak olan bilgisayar benzetimlerinde (analizlerinde), doğru sonuçlar elde edebilmek için yeterli sayıya sahip çözüm ağı (mesh ağı) oluşturulması gerektiği görülmüştür.

Yapılan sayısal çalışmalardan elde edilmiş olan sonuçların deneysel çalışmanın sonuçları, ile örtüşmesi sayısal çalışmayı ve sayısal çalışmada kullanılan metodu doğrulamaktadır.

Bu sebep ile gelecekte oluşturulacak olan farklı modellerin ısı verimlerinin hesaplanmasında, aynı sayısal çalışma metodunun kullanılmasına güvenilebileceği görülmüştür. Böylece yeni modellerin geliştirmesi sürecinde gerek zamandan gerekse bütçeden büyük tasarruflar sağlanabilecektir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı, FEN-C-YLP-121218-0624 No.lu proje ile destekleyen, Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi' ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Altın, M., Aktakka, S., Günerhan, H., & Karakoç, T.H. (2013). Farklı İklim Bölgelerine Ait Isıtma-Soğutma Tasarım Sıcaklıklarının Dikkate Alınarak Bir Isı Geri Kazanım Sisteminin Tasarımı. *11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 1055-1070.

- Atmaca, M., Girgin, I., & Ezgi, C. (2016). CFD modeling of a diesel evaporator used in fuel cell systems. *International Journal of Hydrogen Energy*, 41(14), 6004–6012.
- Atmaca M, Çetin B., & Yılmaz E. (2019). CFD Analysis of Unmanned Aerial Vehicles (UAV) Moving in Flocks. *ACTA PHYSICA POLONICA A*, 135(4), 694-696.
- Atmaca, M., & Ezgi, C. (2019). Three-dimensional CFD modeling of a steam ejector. *Energy Sources Part A: Recovery, Utilization and Environmental Effects*, 1-12.
- Bayraç, H. N. (2010). Enerji Kullanımının Küresel Isınmaya Etkisi Ve Önleyici Politikalar. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(2), 229-259.
- Erdoğan, M. T., Yılmaz, T., Cihan, E., & Ünal, Ş. (2015). Isı Transferi Problemlerinin Ansys Workbench İle Hızlı Analizi Ve Kaydırılmış Levhada Örnek Uygulama. *Ulubtk'15 20. Ulusal Isı Bilimi Ve Tekniği Kongresi*, 1424-1230.
- Kaya, O. (2013). Havadan havaya ısı geri kazanım cihazları için ts en 308 standardına göre test düzeneği tasarımı. *PhD Thesis. DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Narin, M., & Akdemir, S. (2006). Enerji verimliliği ve Türkiye. *Türkiye Ekonomik Kurumu UEK-TEK*.
- Pamir, N. (2005). Enerji Politikalar ve Küresel Gelişmeler. *Stratejik Analiz*, 6(68).
- Satman, A. (2007). Türkiye'nin enerji vizyonu. *VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 3-18.
- Şentürk, U., Aktakka, S., & Toksoy, M. (2015). Havalandırmada Enerji Geri Kazanımı: Araştırma ve Geliştirme. *12. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 301-327.



Kahramanmaraş Sütçü İmam University

Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 02.04.2020
Kabul Tarihi : 07.05.2020

Received Date : 02.04.2020
Accepted Date : 07.05.2020

A RESEARCH ON THE EFFECTS OF PESTICIDES AND WOOD VINEGAR ON WEEDS AND CULTIVATED PLANTS IN WHEAT AGRO-ECOSYSTEM

PESTİSİTLER VE ODUN SİRKESİNİN BUĞDAY AGRO-EKOSİSTEMİNDEKİ YABANCIOTLAR VE KÜLTÜR BİTKİSİNE ETKİLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

İbrahim KOÇ^{1,*} (ORCID: 0000-0003-0803-6801)

Şenol YILDIZ² (ORCID: 0000-0001-7072-0087)

Erdal Necip YARDIM³ (ORCID: 0000-0002-0860-9887)

¹ Bitlis Eren Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Bitlis, Türkiye

² Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Yaban Hayatı Ekolojisi ve Yönetimi Bölümü, Bolu, Türkiye

³ Bitlis Eren Üniversitesi Rektörlüğü, Bitlis, Türkiye

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: İbrahim KOÇ, ibrahimkoc47@gmail.com

ABSTRACT

This study was carried out to determine the effects of pesticides and wood vinegar that are used for the plant protection in wheat agro-ecosystems on weeds and cultivated plants in 2014-2015 and 2015-2016 production seasons in Muş Province ecological conditions. The field experiment was done in wheat field according to randomized block design with four repetition. Treatments in the experiment was based on the pesticides used by BERCE Alparslan agricultural enterprise and treatment schedule of the company. These treatments were: 1) Pesticide treatment (fungicide, herbicide), 2) 0.5% - 1% - 2% - 3% - 4% and 5% ml wood vinegar treatments that correspond to pesticide treatment, 3) Control treatment with tap water. It was observed that when compared to control group, pesticide treatment decreased weeds the number of, variety and the dry weight ($P=0.002$), however, it significantly increased values such as grain size, number of seed per spica, grain yield per spica and harvest index (%) of cultivated plants ($P\leq 0.05$). On the other hand, use of 1% ml wood vinegar had a significant effect on higher yield index ($P\leq 0.05$).

Keywords: Agro-ecosystem, pesticides, weeds, wood vinegar, yield index

ÖZET

Bu çalışma, buğday agro-ekosisteminde bitki koruma amaçlı kullanılan pestisitlerin ve odun sirkesinin, yabancı ot ve kültür bitkisine etkilerini belirlemek amacıyla 2014-2015 ve 2015-2016 üretim sezonlarında Muş ili ekolojik şartlarında yapılmıştır. Tarla denemesi, tesadüf blokları deneme desenine göre ve dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede yapılan muameleler, BERCE Alparslan tarım işletmesinin kullandığı pestisitler ve uygulama takvimi takip edilerek yapılmıştır. Yapılan muameleler; 1) pestisit muamelesi (fungisit, herbisit), 2) pestisit uygulamasına tekabül eden %0.5 - %1 - %2 - %3 - %4 ve %5 ml odun sirkesi muameleleri ve 3) sadece şebeke suyu verilen kontrol muamelesi şeklinde yapılmıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda; kontrol grubuna göre pestisit muamelesinin yabancı ot sayısı, çeşitliliği ve kuru ağırlığını azalttığı ($P=0.002$), kültür bitkisinin; başakta tane sayısı, başakta tane verimi ve hasat indeksi gibi değerleri önemli düzeylerde artırdığı görülmüştür ($P\leq 0.05$). Buna karşın %1 ml odun sirkesinin hasat indeksinin daha yüksek olmasında önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür ($P\leq 0.05$).

Anahtar Kelimeler: Agro-ekosistem, pestisitler, yabancı ot, odun sirkesi, hasat indeksi

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: İbrahim KOÇ, ibrahimkoc47@gmail.com

ToCite: KOÇ, İ., YILDIZ, Ş., & YARDIM, E. N., (2020). A RESEARCH ON THE EFFECTS OF PESTICIDES AND WOOD VINEGAR ON WEEDS AND CULTIVATED PLANTS IN WHEAT AGRO-ECOSYSTEM. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(2), 94-106.

INTRODUCTION

It is estimated that the yearly pesticide use is 2.5 million tones worldwide and only less than 0.1% of this amount reaches the target bio during disinfestation (Pimentel, 1995). Besides the fact that pesticides have significant benefits in protecting the products, they have serious negative effects on the environment (Mahmood, Imadi, Shazadi, Gul & Hakeem, 2016). Problems caused by the use of synthetic pesticides necessitated the use of natural pesticides (Erdoğan & Toros, 2005). Wood vinegar products with the potential of bio-pesticides are liquids produced as side products of carbonization processes (pyrolysis liquids) that have been found in archeologic studies that had been used in Neanderthal ages (Tiilikkala, Fagnäs & Tiilikkala, 2010). Referring to Jang, Kim, Seo, Lee & Lee (2008), stated in their study that 80-90% of WV is water while 10-20% of WV is made of more than 200 organic compounds (the main part is made of acetic acid); they also mentioned that recent yearly production of WV is approximately 14.000 tones. Literature reviews on herbicides reveal that they are efficient on weeds (Curaoğlu, 2008; Kıvılcım-Kılınc, 2015; Sönmez, 1993; Şanlı, Kaya & Kara, 2009; Tepe & Nemli, 1993) and they increase yield (Khan, Khan, Khan, Imran, Idrees & Bibi, 2013; Şanlı, Kaya & Kara, 2009). On the other hand, the literature reviews about fungicide showed that the use of them increased yield (Blandino, Minelli & Reyneri, 2006; Rodrigo, Cuello-Hormigo, Gomes, Santamaria, Costa & Poblaciones, 2015). As a result of the researches about WV, it was observed that there are studies in the literature about the use of it on agricultural lands as fertilizer, insect repellent and organic fungicide (Jothityangkoon, Koolachart, Wanapat, Wongkaew & Jogloy, 2008; Baimark & Niamsa, 2009; Rakmai, 2009). In addition, it was reported that WV has been used as a fruitful resource in organic agriculture and widely used in Japan both in agricultural procedures and in daily life (Mu, Uehara & Furuno, 2003). Baimark & Niamsa (2009) reported that WV prevented the growth of fungi (*Penicillium griseofulvum*) in the PDA medium because of its phenolic content. Wood vinegar is effective against *A. niger* and *P. digitatum* and it is thought to may be useful against disease (Koç, Yardım & Yıldız, 2017; Koç, Yardım, Çelik, Mendes, Mirtagioglu & Namli, 2018). In their study, Yoshimura, Washio, Yoshida, Seino, Otaka, Matsubara & Matsubara (1995) determined that raw WV increased product yield by 0.1-6% and mass of fruit by 21-42%. Nurhayati, Roliadi & Bermawie (2005) produced WV from *A. mangium* and determined that 3-5% concentration of it caused significantly positive improvement in plant height, leaf length and shoot growth when compared to control group. Mungkunkamchao, Kesmala, Pimratch, Toomsan & Jothityangkoon (2013) produced bio-extracts from plant and animal residues through fermentation (FB) and treated them separately and in combination on an experiment group. At the end of the process, they found that the treatment slightly increased plant total dry weight, number of fruits, weight of fresh fruit and weight of dry fruit. Pangnakorn, Watanasorn, Kuntha & Chuenhooklin (2009) produced fermented organic liquid fertilizer by using WV and weeds and carried out six different treatments by using this fertilizer. Koc, Namli, Mendes, Pinar, Cig & Yardim (2019) were found that the 4% mL WV had positive effects on cultivated plant height and 1% mL WV had positive effects on thousand kernel weight and seed per spike. At the end of the process, in contrast with the other positive findings in the literature, they found that there was not a significant relation between treatments and yield. In line with the findings Namli, Akça, Turgay & Soba (2014) obtained under in-vitro conditions, they concluded that using WV in-vivo conditions may give positive results. In this study, it was attempted to research the effects of pesticides on weeds and cultivated plants in comparison with wood vinegar as an alternative used for the plant protection.

MATERIAL AND METHODS

This study was carried out in a wheat field of Krasunia odeska variety, on BERCE Alparslan agricultural enterprise (1276 m, lat.: 38°47'33.1577", long.: 41°32'45.8119") in Muş province (in Turkey). Seeds were planted with No-Till method. Interrow distances were arranged as 20 cm and cultivation norm was 500 plant/m². Trial was carried out in 2014-2015 and 2015-2016 production seasons according to randomized block design and was repeated four times. Each parcel size was 5m×5m=25 m², with minimum distances of 2 m between blocks and parcels.

Wood vinegar (WV) was bought from a company producing it Broiler chicken breeding waste through carbonization technique (Namli, Akça, Turgay & Soba, 2014). Pesticide, fertilizer and treatment calendar was based on BERCE's treatment calendar about the use of pesticides on wheat diseases and weeds. Treatments were made by means of 16 L backpack sprayer (Anadolu Power APW-16).

The climatic data of the study area for the last ten years, for the first season (2014-2015), and the last season (2015-2016) were as such (respectively): Total rainfalls were 740.5 mm, 740.4 mm and 790.1 mm; average temperatures were 10.62 °C, 11.55 °C and 11.48 °C and average relative humidity values were (60.79%, 55.02% and 54.00%) (Muş meteorological provincial directorate records).

These treatments were carried out in the study; 1) pesticide treatment, 2) 0.5% - 1% - 2% -3% -4% and 5% ml wood vinegar (WV) treatments that correspond to pesticide treatment, 3) control treatment with water in which no pesticides and WV were used. During the trial period, one-time treatment was carried out in 2014-2015 and four time treatments had been carried out in 2015-2016 (Pesticide treatment calendar was based on BERCE's treatment calendar about the use of pesticides on wheat diseases and weeds).

In 2014-2015 treatment period, Weed killer D[®] (herbicide, active ingredient: 2,4-D Acid Dimethylamin, 1000 ml/ha, Koruma, Koruma Tarım) and Duett super[®] (fungicide, active ingredient: 84 g lt Epoxiconazole and 250 g lt Fenpropimorph, 1000 ml ha, Basf, BASF Agricultural Solutions Turkey), and in 2015-2016 treatment period Input[®] (fungicide, active ingredient: 160 g lt Prothioconazole + 300 g lt Spiroxamine, EC, 1000 ml ha, Bayer, Bayer Crop Science), Harmony platinum[®] (herbicide, active ingredient: 37.5% Thifensulfuron methyl + 37.5% Tribenuron methyl, DF, 20 g ha, Bayer, Bayer Crop Science), Duett super[®] (fungicide, active ingredient: 84 g lt Epoxiconazole and 250 g lt Fenpropimorph, 1000 ml ha, Basf, BASF Agricultural Solutions Turkey), Attribut super WG 20[®] (herbicide, active ingredient: 6.75% Propoxy carbazone-sodium + 4.5% Mesosulfuron-methyl, WG, 200 g ha, Bayer, Bayer Crop Science) and Biopower[®](1000 ml ha, Bayer, Bayer Crop Science) mixtures were prepared and treated on the parcels on which pesticides are used. On the other hand, 0.5%, 1%, 2%, 3%, 4%, and 5% ml WV were used on WV parcels and only water was used on control group parcels.

Density of weeds was calculated by observing 1 m² frame taken from three different parts of each parcel. Collected weeds were dried with herbarium technique and they have become herbarium materials after being enumerated and properly recorded. Works entitled "Flora of Turkey and the East Aegean Islands" (Davis, 1965-1985; Davis, Mill & Tan, 1988), (Güner, Özhatay, Ekim & Başer, 2000) were used in diagnosing the plants. Furthermore, samples in the Herbarium of Van Yüzüncü Yıl University (YYU), Faculty of Science, Department of Biology (VANF) were used and comparisons were made. The plants collected for this study are kept in the VANF. Author and plant names have been checked according to Güner, Aslan, Ekim, Vural & Babaç (2012). Weeds in one square meter frame area were cut from the surface of soil and dried for 48 hours at 70 °C in drying chamber. Weed biomass was determined at the end of this specific process (Kaydan, Tepe, Yağmur & Yergin, 2011). Ten cultivated plants that were randomly chosen from each parcel were evaluated in terms of plant height, harvest index (%), number of seed per spica, grain yield per spica, thousand kernel weight (Tuğay, 1999) and early earing (TAGEM).

Minitab (Ver. 17) and IBM SPSS (Ver. 24) statistics package programs were used for statistical analysis Analyses of categorical data with non-normal distribution was carried out using simple correspondence analysis method. Variance analysis technique was used in repeated measurement ANOVA in order to determine the effect of treatments on weed dry weight, cultivated plant yield and growth parameters (Winer, Brown & Michels, 1971).

RESULTS AND DISCUSSION

Weeds under 16 different family were determined during the study; 4 of them are genus while 32 of them were in species level (Table 1).

Table 1. Weeds Identified in the Test Field

Line no	Name
1	<i>Vicia anatolica</i> Turrill (Fabaceae)
2	<i>Trifolium echinatum</i> M.Bieb (Fabaceae)
3	<i>Lathyrus inconspicuus</i> L. var. (Fabaceae)
4	<i>Trifolium</i> sp. (Fabaceae)
5	<i>Lathyrus gloeospermus</i> Warb.& Eig (Fabaceae)
6	<i>Lathyrus aphaca</i> L. var modesta P. H. Davis (Fabaceae)
7	<i>Glycyrrhiza glabra</i> L. var. glandulifera (Waldst. & Kit.) Boiss (Fabaceae)
8	<i>Cichorium glandulosum</i> Boiss. & A.Huet (Asteraceae)
9	<i>Tripleurospermum disciforme</i> (C.A.Mey) Sch. Bip. (Asteraceae)
10	<i>Tragopogon bupthalmoides</i> (D.C.) Boiss. var. bupthalmoides (Asteraceae)
11	<i>Lactuca serriola</i> L. (Asteraceae)
12	<i>Lapsana communis</i> L. (Asteraceae)
13	<i>Senecio vernalis</i> Waldst. & Kit. (Asteraceae)
14	<i>Centaurea depressa</i> (Asteraceae)

15	<i>Centaurea balsamita</i> (Asteraceae)
16	<i>Sedum nanum</i> Boiss. (Crassulaceae)
17	<i>Erodium absinthoides</i> Willd. subsp. <i>armenum</i> (Trautv.) P. H. Davis (Geraniaceae)
18	<i>Galium verum</i> L. subsp. <i>verum</i> (Rubiaceae)
19	<i>Convolvulus arvensis</i> L. (Convolvulaceae)
20	<i>Thlaspi perfoliatum</i> L. (Brassicaceae)
21	<i>Polygonum bellardii</i> All. (Polygonaceae)
22	<i>Polygonum</i> sp. (Polygonaceae)
23	<i>Cerastium longifolium</i> Willd. (Caryophyllaceae)
24	<i>Cerastium dichotomum</i> L. subsp. <i>dichotomum</i> (Caryophyllaceae)
25	<i>Ornithogalum narbonense</i> L. (Asparagaceae)
26	<i>Papaver dubium</i> L. (Papaveraceae)
27	<i>Eromopoa songarica</i> (Schrenk) Rashev. (Poaceae)
28	<i>Alopecurus myosuroides</i> Hudson var. <i>myosuroides</i> (Poaceae)
29	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) var. <i>villosus</i> Regel (Poaceae)
30	<i>Nigella segetalis</i> M. Bieb. (Ranunculaceae)
31	<i>Ranunculus arvensis</i> L. (Ranunculaceae)
32	<i>Adonis aestivalis</i> L. (Ranunculaceae)
33	<i>Consolida oliveriana</i> (DC.) Schrod. (Ranunculaceae)
34	<i>Orobanche alba</i> Stephan ex Willd. subsp. <i>alba</i> (Orobanchaceae)
35	<i>Veronica</i> sp. (Plantaginaceae)
36	<i>Euphorbia</i> sp. (Euphorbiaceae)

Effect of Treatments on Weed Dry Weight

Statistical analysis revealed that the effect of the treatments on weed dry weight varied in the years ($P=0.002$) (Table 2). The treatment in 2014-2015 season was not as efficient as the other pesticide treatments; it was believed that this might have resulted from the fact that herbicide treatment in that season was carried out late because of climate and field conditions (26 May, 2015).

Table 2. Weeds Dry Weight (g) In Terms Of Year and Treatment and Tukey Multiple Comparisons Test Results

Years	Treatments	$\bar{X} \pm S_x$	Minimum (g)	Maximum (g)
2014-2015	0.5% ml WV	8.65 ± 2.95 Ba	1.64	15.99
	1% ml WV	20.75 ± 8.43 Ba	5.77	43.07
	2% ml WV	10.62 ± 0.77 Ba	8.79	12.53
	3% ml WV	8.92 ± 2.89 Ba	1.47	15.28
	4% ml WV	18.14 ± 4.52 Ba	6.10	27.82
	5% ml WV	9.03 ± 2.49 Ba	2.08	13.84
	Pesticide	12.59 ± 3.24 Aa	3.41	18.47
	Control	12.81 ± 5.79 Ba	3.37	28.35
2015-2016	0.5% ml WV	173.60 ± 17.20 Aa	139.20	219.00
	1% ml WV	168.80 ± 46.10 Aab	44.30	260.60
	2% ml WV	190.60 ± 25.00 Aa	130.60	249.00
	3% ml WV	270.40 ± 12.70 Aa	245.60	305.80
	4% ml WV	173.10 ± 32.50 Aa	97.60	248.40
	5% ml WV	239.60 ± 27.80 Aa	205.60	321.80
	Pesticide	55.10 ± 19.10 Ab	5.40	87.00
	Control	182.20 ± 42.70 Aa	77.40	285.40

*Differences treatment doses treated in the same year represented with different lower-case letters are important ($P \leq 0.05$).

*Differences between the years represented with different upper-case letters with the same treatment dose are important ($P \leq 0.05$).

It was seen that a similar result has been obtained by Kılıncı-Kılınç (2015) in their study. It was determined that minimum average weed weight was in pesticide treatment (33.85 g), while maximum was in 3% ml WV treatment (139.66 g). Similar results were obtained in the studies by Curaoğlu (2008); Uysal (2012); Shehzad, Maqsood, Anwar-ul-Haq & Niaz (2012); Tepe & Nemli (1993) in terms of the effectiveness of pesticides on weed. On the other hand, there were similar results in the literature about the inefficiency of WV treatments (Rico, Mintah, Kim, Chung, Son & Lee, 2007). As mentioned before, weed dry weight in 2015-2016 (1453.40 g) was higher when compared to 2014-2015 (101.51 g); it was believed that insufficiency of WV in terms of preventing weed and climate conditions in 2015-2016 are the resources of this situation.

Effect of Treatments on the Amount and Species of Weed

In 2014-2015, while the weed species T (*V. anatolica*), W (*Euphorbia* sp.), U (*T. echinatum*), N (*C. dactylon*), Y (*L. gloeospermus*), Z (*L. communis*), Q (*L. aphaca*), S (*C. glandulosum*), E (*E. songarica*), O (*S. nanum*), G (*L. inconspicuus*), F (*Trifolium* sp.) and P (*C. arvensis*) (Figure 1); In 2015-2016, E (*L. communis*), O (*L. gloeospermus*), P (*C. longifolium*), J (*A. myosuroides*), R (*L. inconspicuus*), M (*Veronica* sp.), H (*O. alba*), T (*Trifolium* sp.), F (*G. verum*), K (*A. aestivalis*), U (*T. echinatum*) and V (*A. myosuroides*) did not have relation with any of the treatments, it was seen that the other weeds had relations with other pesticide treatments (Figure 2, Table1).

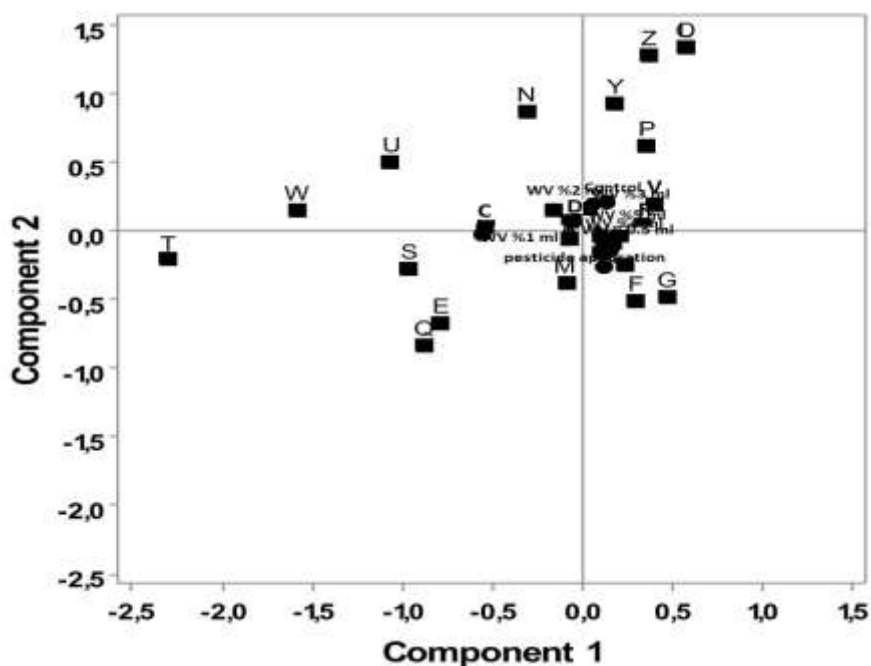


Figure 1. Simple Correspondence For the Relations Between 2014-2015 Season's Treatment and Sampling Dates In Terms Of the Number of Weeds

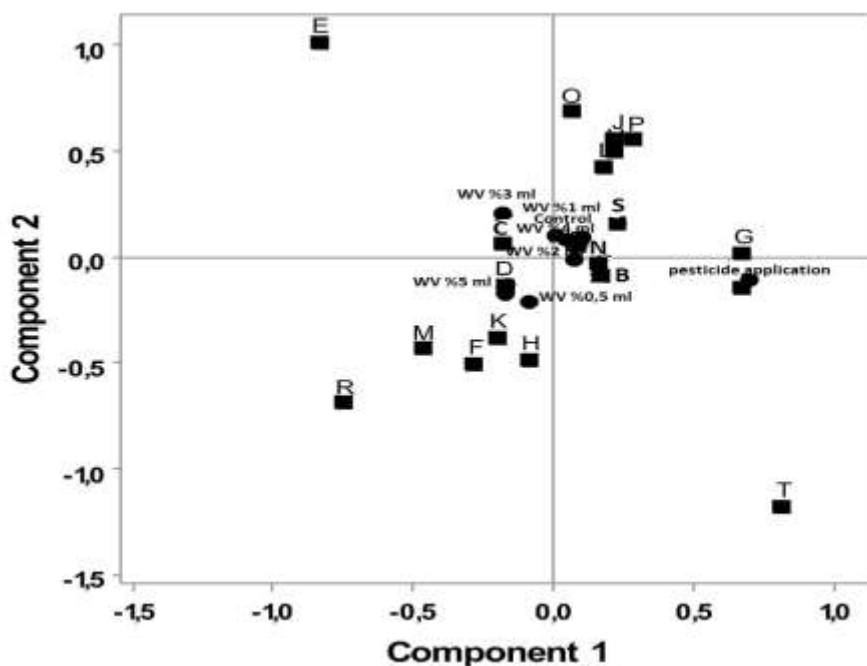


Figure 2. Simple Correspondence For the Relations Between 2015-2016 Season's Treatment and Sampling Dates In Terms Of the Number of Weeds

It was determined that some of the weed types have no interactions with any of the treatments. It was believed that this may have resulted from the fact that there was no weed in some of the parcels (0). It is measured that minimum average number of weeds was seen in parcels treated with pesticides (598) while the maximum average number was seen with 2% ml WV (1511.5). It was seen that pesticides were efficient in weed control in general. It was observed that this result was in line with the study results obtained by Khan, Khan, Khan, Imran, Idrees & Bıbı (2013), Shehzad, Maqsood, Anwar-ul-Haq & Niaz (2012) and Ghulam, Ali, Raffaqt, Zafar, Muhammad & Muhammad (2010). Although timing of 2015-2016 (15869) season pesticide treatment was better than the timing of 2014-2015 (4812) season, the number of weeds was higher. It was believed that this may be resulted from the inefficiency of WV against weed and the higher amount of rainfall during that season.

Effect of Treatments on Plant Height

As a result of the variance analysis, the effect of Year \times Treatments interaction on cultivated plant height was not statistically significant ($P=0.084$); on the other hand, when the effects of Year and Treatment were separately analyzed, it was seen that they were statistically significant ($P=0.039$). It was found that minimum average plant height was in 1% ml WV treatment (57.98 cm), while maximum average plant height was found in 5% ml WV treatment (62.16 cm) (Table 3).

Table 3. Identification Statistics of Plant Height In Terms Of Treatments and Tukey Multiple Comparisons Test Results

Treatments	N	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Minimum (cm)	Maximum (cm)
0.5% ml WV	80	60.34 \pm 1.04 ab	35.40	79.00
1% ml WV	80	57.98 \pm 0.93 b	39.40	82.00
2% ml WV	80	59.86 \pm 1.14 ab	36.00	88.00
3% ml WV	80	59.42 \pm 0.97 ab	37.00	82.00
4% ml WV	80	59.06 \pm 0.97 ab	41.00	79.00
5% ml WV	80	62.16 \pm 1.01 a	38.00	89.00
Pesticide	80	58.36 \pm 1.25 ab	37.50	91.00
Control	80	60.12 \pm 0.89 ab	45.00	83.00

*Differences between the averages represented with different letters are statistically significant ($P \leq 0.05$).

It was determined that when compared to 2014-2015 (64.08 cm), average plant height in 2015-2016 (55.24 cm) was smaller (Table 4). The specific efficiency of 5% WV (62.16 cm) when compared to control treatment may have resulted from the positive impact of components in WV. This result was in agreement with the findings obtained by Nurhayati, Roliadi & Bermawie (2005) and Saberi, Askary, Sarpeleh & Gharalari (2013).

Table 4. Identification Statistics of Plant Height In Terms Of Treatments During 2014-2015 and 2015-2016 Seasons

Years	N	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Minimum (cm)	Maximum (cm)
2014-2015	320	64.08 \pm 0.50	37.00	91.00
2015-2016	320	55.24 \pm 0.41	35.40	73.50

*Difference between 2014-2015 and 2015-2016 seasons' averages is statistically significant ($P \leq 0.05$).

Effect of Treatments on Earing Period

It is determined that May 29, 2015 treatment was related with 5% ml WV while June 7, 2015 and June 19, 2015 treatments were both inter-relational and related with 1%, 3% and 0.5% ml WV samplings (Figure 3). It was seen that there was no distinct relation between treatments and samples except from May 22, 2016. It was found that effects of all of the treatments on the number of earing were similar (Figure 4).

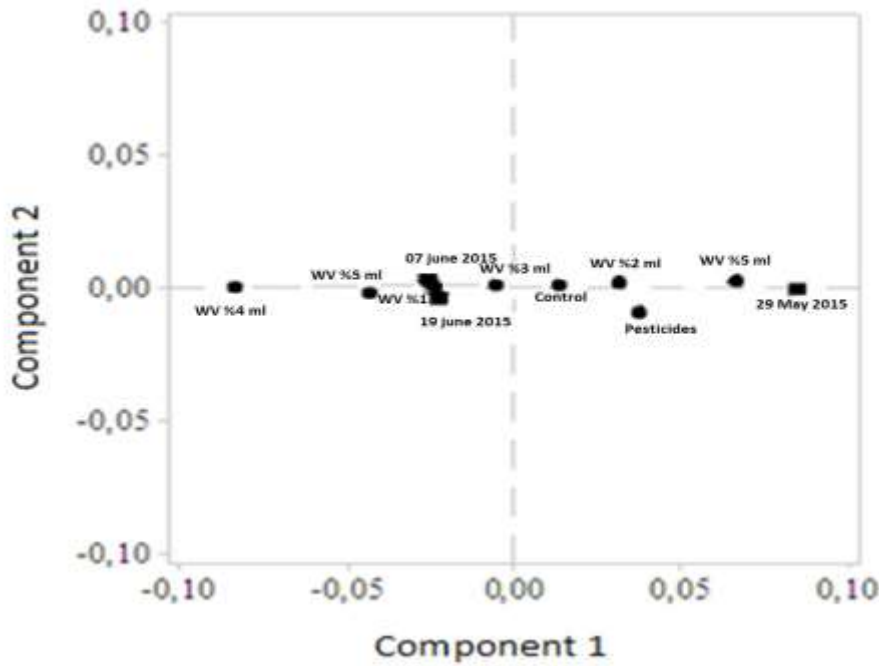


Figure 3. Simple Correspondence Analysis Graphic For the Relations Between 2014-2015 Season's Treatment and Sampling Dates In Terms the Number of Earing

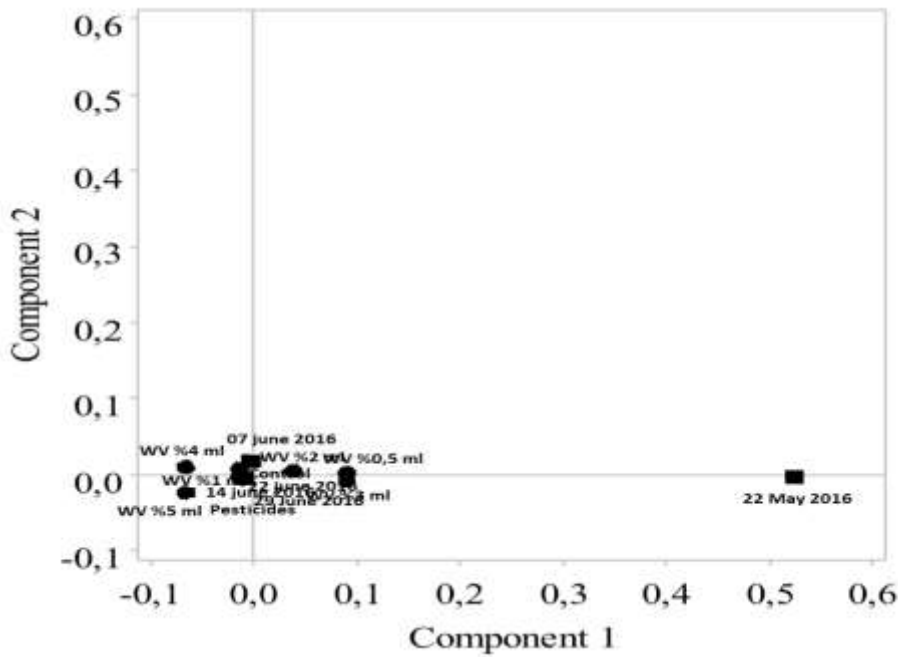


Figure 4. Simple Correspondence Analysis Graphic For the Relations Between 2015-2016 Season's Treatment and Sampling Dates In Terms the Number of Earing

Although there was not a significant difference between treatments, it was also seen that there is a relative bigger effect of 5% ml WV on earing period. It was concluded that this may be resulted from the positive impacts of WV components.

Effect of Treatments on the Number of Seed Per Spica

Variance analysis on the effect of Year × Treatment interaction was not statistically significant in any of the features ($P=0.428$). On the other hand, separate Year and Treatment dose effects were found to be statistically significant ($P=0.000$). Minimum average number of seed per spica was found in 2% ml WV treatment (24.35), while maximum

was determined in pesticide (46.51) (Table 5). Average number of seed per spica in 2015-2016 (32.78) was higher than the number in 2014-2015 (26.64) (Table 6).

Table 5. Identification Statistics of Number of Seed Per Spica In Terms Of Treatments and Tukey Multiple Comparisons Test Results

Treatments	N	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Minimum	Maximum
0.5% ml WV	8	25.91 \pm 1.37 b	17.70	29.20
1% ml WV	8	29.34 \pm 2.17 b	22.40	40.10
2% ml WV	8	24.35 \pm 1.37 b	19.60	30.40
3% ml WV	8	28.57 \pm 1.71 b	22.20	36.10
4% ml WV	8	28.09 \pm 1.82 b	20.90	36.10
5% ml WV	8	29.35 \pm 2.84 b	20.60	45.80
Pesticide	8	46.51 \pm 1.89 a	40.10	54.10
Control	8	25.54 \pm 1.56 b	16.50	31.80

*Differences between averages represented with different letters are statistically significant ($P \leq 0.05$).

Table 6. General Identification Statistics For 2014-2015 and 2015-2016 Seasons' Number of Seed Per Spica In Terms Of Treatments

Years	N	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Minimum	Maximum
2014-2015	32	26.64 \pm 1.25	16.50	44.90
2015-2016	32	32.78 \pm 1.50	23.60	54.10

*Difference between 2014-2015 and 2015-2016 seasons' averages is statistically significant ($P \leq 0.05$).

Although only pesticide treatment seems to be statistically significant, it was seen that other averages are slightly higher except for 2% ml WV treatment. It was believed that this statistically significant difference between the parcels treated with pesticide results from the efficiency of pesticides that were used for controlling weed and diseases. There were studies in the related literature involving similar results (Rodrigo, Cuello-Hormigo, Gomes, Santamaria, Costa & Poblaciones, 2015; Blandino, Minelli & Reyneri, 2006; Khan, Khan, Khan, Imran, Idrees & Bibi, 2013; Shehzad, Maqsood, Anwar-ul-Haq & Niaz, 2012). Although they were not statistically significant, most of the WV treatments increased average number of seed per spica when compared to control. The study by Mungkunkamchao, Kesmala, Pimratch, Toomsan & Jothityangkoon (2013) supports this finding.

Effect of Treatments on Grain Yield Per Spica

Variance analysis on the effect of Year \times Treatment interaction on grain yield per spica was not statistically significant ($P=0.417$). On the other hand, separate Year and Treatment dose effects were found to be statistically significant ($P=0.000$). Minimum average grain yield per spica is found in 2% ml WV treatment (0.80 g), while maximum is determined in pesticide (1.67 g) (Table 7). Average grain yield per spica in 2015-2016 (1.09 g) was higher than the grain yield per spica in 2014-2015 (0.96 g) (Table 8).

Table 7. Identification Statistics of Grain Yield Per Spica In Terms Of Treatments and Tukey Multiple Comparisons Test Results

Treatments	N	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Minimum (g)	Maximum (g)
0.5% ml WV	8	0.85 \pm 0.06 b	0.58	1.04
1% ml WV	8	1.04 \pm 0.08 b	0.82	1.54
2% ml WV	8	0.80 \pm 0.03 b	0.70	0.92
3% ml WV	8	1.02 \pm 0.07 b	0.80	1.39
4% ml WV	8	1.00 \pm 0.08 b	0.73	1.34
5% ml WV	8	0.96 \pm 0.12 b	0.47	1.58
Pesticide	8	1.67 \pm 0.08 a	1.36	2.01
Control	8	0.87 \pm 0.06 b	0.56	1.01

* Differences between averages represented with different letters are statistically significant ($P \leq 0.05$).

Table 8. Identification Statistics For 2014-2015 and 2015-2016 Seasons' Thousand Kernel Weight

Years	N	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Minimum (g)	Maximum (g)
2014-2015	32	0.96 \pm 0.04	0.56	1.57
2015-2016	32	1.09 \pm 0.07	0.47	2.01

*Difference between 2014-2015 and 2015-2016 seasons' averages is statistically significant ($P \leq 0.05$).

Pesticide treatment's positive effect on grain yield per spica was in line with the results obtained by Blandino, Minelli & Reyneri (2006), Shehzad, Maqsood, Anwar-ul-Haq & Niaz (2012), Khan, Khan, Khan, Imran, Idrees & Bibi (2013), Rodrigo, Cuello-Hormigo, Gomes, Santamaria, Costa & Poblaciones (2015). On the other hand, it was observed that grain yield per spica was higher in all of the WV treatments except for 0.5% and 2% ml WV treatments when compared to the control. It is thought that difference between treatments may result from the pesticide, different weed population density, the number of pests and predators. Positive effect of WV in the study was in line with the findings of Yoshimura, Washio, Yoshida, Seino, Otaka, Matsubara & Matsubara (1995) and Jothityangkoon, Koolachart, Wanapat, Wongkaew & Jogloy (2008).

Effect of Treatments on Thousand Kernel Weight

At the end of the variance analysis, it was observed that the effect of Year \times Treatment dose interaction on thousand kernel weight was not statistically significant ($P=0.163$). On the other hand, separate Year and Treatment dose effects were found to be statistically significant ($P=0.005$). Minimum average thousand kernel weight is found in 2% ml WV treatment (34.23 g), while maximum was determined in pesticide (37.85 g) (Table 9).

Table 9. Identification Statistics of Thousand Kernel Weight In Terms Of Treatments and Tukey Multiple Comparisons Test Results

Treatments	N	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Minimum (g)	Maximum (g)
0.5% ml WV	8	34.39 \pm 1.16 b	30.40	39.40
1% ml WV	8	36.06 \pm 0.86 ab	31.40	38.90
2% ml WV	8	34.23 \pm 0.65 b	31.30	36.30
3% ml WV	8	36.33 \pm 0.47 ab	34.10	38.80
4% ml WV	8	35.21 \pm 1.11 ab	30.20	39.00
5% ml WV	8	35.09 \pm 0.98 ab	29.60	38.80
Pesticide	8	37.85 \pm 0.32 a	36.70	39.80
Control	8	34.99 \pm 1.02 ab	32.00	38.90

*Differences between averages represented with different letters are statistically significant ($P \leq 0.05$).

Average grain yield per spica in 2015-2016 (33.98 g) was lower than the grain yield per spica in 2014-2015 (37.06 g) (Table 10). It was thought that pesticide treatment's statistical significance when compared to the other treatments results from the positive impact of pesticides that were used (Şanlı, Kaya & Kara, 2009; Bari, 2010; Balaž, Solarov, Vučković & Bagi, 2011; Khan, Khan, Khan, Imran, Idrees & Bibi, 2013). It was determined that the data about WV were similar with the findings obtained by Yoshimura, Washio, Yoshida, Seino, Otaka, Matsubara & Matsubara (1995), Mungkumkamchao, Kesmala, Pimratch, Toomsan & Jothityangkoon (2013), Jothityangkoon, Koolachart, Wanapat, Wongkaew & Jogloy (2008).

Table 10. Identification Statistics For 2014-2015 and 2015-2016 Seasons' Thousand Kernel Weight In Terms Of Treatments

Years	N	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Minimum (g)	Maximum (g)
2014-2015	32	37.06 \pm 0.31	33.50	39.80
2015-2016	32	33.98 \pm 0.42	29.60	38.00

*Difference between 2014-2015 and 2015-2016 seasons' averages is statistically significant ($P \leq 0.05$).

Effect of Treatments on Harvest Index (%)

At the end of the variance analysis, it was seen that the effect of Year \times Treatment dose interaction weight was not statistically significant ($P=0.053$). On the other hand, separate Year and Treatment dose effects were found to be statistically significant ($P=0.002$). Minimum average harvest index was found in control (37.34%), while maximum was determined in pesticide (46.65%) (Table 11). Average harvest index in 2015-2016 (45.47%) was higher than the harvest index in 2014-2015 (38.56%) (Table 12). It was observed that when compared to the control (37.34%), pesticide (46.65%) and 1% ml and WV (45.09%) treatments were significantly different. It was believed that high harvest index in pesticide was resulted from the positive results of disease and weed control.

Table 11. Identification Statistics of Harvest Index (%) In Terms Of Treatments and Tukey Multiple Comparisons Test Results

Treatments	N	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Minimum	Maximum
0.5% ml WV	8	41.11 \pm 2.54 abc	32.69	56.63
1% ml WV	8	45.09 \pm 3.81 ab	35.22	62.97
2% ml WV	8	39.96 \pm 2.31 abc	34.71	50.29
3% ml WV	8	43.60 \pm 2.75 abc	35.35	60.36
4% ml WV	8	43.55 \pm 2.69 abc	35.73	55.87
5% ml WV	8	38.80 \pm 1.78 bc	31.13	49.19
Pesticide	8	46.65 \pm 0.94 a	43.12	50.86
Control	8	37.34 \pm 1.65 c	30.89	44.18

*Differences between averages represented with different letters are statistically significant ($P \leq 0.05$).

Table 12. Identification Statistics For 2014-2015 and 2015-2016 Seasons' Harvest Index (%) In Terms Of Treatments

Years	N	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Minimum	Maximum
2014-2015	32	38.56 \pm 0.61	32.53	42.03
2015-2016	32	45.47 \pm 1.46	30.89	62.97

*Difference between 2014-2015 and 2015-2016 seasons' averages is statistically significant ($P \leq 0.05$).

CONCLUSION

Chemical control method is one of the most commonly used techniques for controlling organisms that cause harm to the agricultural products. But these chemicals might threaten all of the living organisms that are not their target, including human beings besides polluting soil, air and water; there are various other negative impacts of these chemicals which are impossible to summarize. Therefore, it is highly important for us to prefer natural and safe products that can be used instead of these chemicals; today's world and the world in the future needs this replacement. It was observed that when compared to control group, pesticide treatment decreased weed in terms of variety and dry weight, it significantly increased values such as grain size, number of seeds per spica, grain yield per spica and harvest index of cultivated plants. On the other hand, it is determined that 1% ml vinegar had a significant effect on higher yield index.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to thank Prof. Dr. Mehmet MENDEŞ, Assoc. Prof. Dr. Fatih ÇİĞ, and Assoc. Prof. Dr. Süleyman Mesut PINAR for the help, and BERCE Alparslan Agricultural Administration for providing place/opportunity for this study. This study constitutes a part of a PhD thesis (A Research on Determination of Some Effects of Wood Vinegar and Pesticides on Wheat Agro-ecosystems). Further, this study has been presented in IGAP2018-1ST International GAP Agriculture and Livestock Congress 2018 (25-27 April, 2018/Şanlıurfa, Turkey) and EJONS International Congress on Mathematic, Engineering and Natural Sciences - III (21-22 April, 2018/Mardin, Turkey) as an oral presentation.

REFERENCES

- Balaž, F. F., Solarov, M. B., Vučković, J. N., & Bagi, F. F. (2011). Effects of chemical treatments on infestation of *Alternaria* spp. and *Fusarium* spp. in correlation with technological wheat quality. *Matica Srpska Proceedings for Natural Sciences / Zbornik Matice Srpske Za Prirodne Nauke*, 121, 79-84.
- Bari, M. N. (2010). Effects of herbicides on weed suppression and rice yield in transplanted wetland rice. *Pakistan Journal of Weed Science Research*, 16 (4), 349-361.
- Baimark, Y., & Niamsa, Y. (2009). Study on wood vinegars for use as coagulating and antifungal agents on the production of natural rubber sheets. *Biomass and Bioenergy*, 33 (6-7), 994-998.
- Blandino, M., Minelli, L., & Reyneri, A. (2006). Strategies for the chemical control of *Fusarium* head blight: effect on yield, allelopathic parameters and deoxynivalenol contamination in winter wheat grain. *European Journal of Agronomy*, 25 (3), 193-201.

Curaoğlu, M. (2008). *Çıkış öncesi ve sonrası uygulanan bazı herbisitlerin farklı sıcak iklim çim buğdaygillerinin değişik özelliklerine etkisi.* (Yüksek Lisans Tezi), EU. Fen Bil. Ens., Tarla Bitkileri ABD. 100 s.

Davis, P. H. (Eds.) (1965-1985). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands.* (Vol.1-9), Edinburgh Univ. Press., Edinburgh.

Davis, P. H., Mill, R. R., & Tan, K. (Eds.) (1988). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands.* (Vol.10), Edinburgh Univ. Press., Edinburgh.

Erdoğan, P., & Toros, S. (2005). The effects of *Melia azedarach* L. extracts on development on larvae of Colorado potato beetle [*Leptinotarsa decemlineata* Say (Col.: Chrysomelidae)]. *Bitki Koruma Bülteni*, 45 (1-4), 99-118.

Ghulam, A., Ali, M. A., Raffaqt, H., Zafar, A., Muhammad, A., & Muhammad, N. (2010). Performance of different herbicides for the control of wild oats and yield of wheat crop under arid climate of Punjab. *Pakistan Journal of Weed Science Research*, 16 (2), 139-144.

Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., & Başer, K. H. C. (Eds.) (2000). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands.* (Vol. 11), Edinburgh University Press., Edinburgh.

Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., & Babaç, M. T. (Eds.) (2012). *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*, Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul, Turkey.

Jothityangkoon, D., Koolachart, R., Wanapat, S., Wongkaew, S., & Jogloy, S. (2008). Using wood vinegar in enhancing peanut yield and in controlling the contamination of aflatoxin producing fungus. *International Crop Science*, 4, 253-253.

Kaydan, D., Tepe, I., Yağmur, M., & Yergin, R. (2012). Effects of sowing methods and rates on weeds, grain yield and some yield components of wheat. *Journal of Agricultural Sciences*, 17 (4), 310-323.

Khan, I. A., Khan, M. I., Khan, I., Imran, M., Idrees, M., & Bıbı, S. (2013). Effect of different herbicides and plant extracts on yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Pakistan Journal of Botany*, 45 (3), 981-985.

Kıvılcım-Kılınç, Ö. (2015). Aclonifen uygulama zamanının tilkikuyruğu [*Alopecurus myosuroides* Huds. (Poaceae)] yapraklarındaki kritik konsantrasyon değerine etkisi. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3 (6), 491-497.

Koç, İ., Yardım, E. N., & Yıldız, Ş. (2017). Antifungal effects of wood vinegar, derived from broiler chicken manure, on microfungi under in vitro conditions. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27 (4), 516-520.

Koç, İ., Yardım, E. N., Çelik, A., Mendeş, M., Mirtağoğlu, H., & Namlı, A. (2018). Determination of antifungal effect of wood vinegar obtained from hazelnut shells against mold factors in in-vitro Conditions. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7 (2), 296-300.

Koc, I., Namlı, A., Mendes, M., Pinar, S. M., Cig, F., & Yardım, E. N. (2019). A study on the effects of wood vinegar on weeds and cultivated plants in the wheat agro-ecosystems. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28 (4), 2747-2753.

Kim, D. H., Seo, H. E., Lee, S., & Lee, K. (2008). Effects of wood vinegar mixed with insecticides on the mortalities of *Nilaparvata lugens* and *Laodelphax striatellus* (Homoptera: Delphacidae). *Animal Cells and Systems*, 12 (1), 47-52.

Mahmood, I., Imadi, S. R., Shazadi, K., Gul, A., & Hakeem, K. R. (2016). Effects of pesticides on environment. *In Plant, Soil and Microbes* (pp. 253-269). Springer, Cham.

Mu, J., Uehara, T., & Furuno, T. (2003). Effect of bamboo vinegar on regulation of germination and radicle growth of seed plants. *Journal of Wood Science*, 49 (3), 262-270.

Mungkunkamchao, T., Kesmala, T., Pimratch, S., Toomsan, B., & Jothityangkoon, D. (2013). Wood vinegar and fermented bioextracts: natural products to enhance growth and yield of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Scientia Horticulturae*, 154, 66-72.

Muş meteorological provincial directorate records, <https://www.mgm.gov.tr/kurumsal/istasyonlarimiz.aspx?sSiral=AL&m=MUS#sfB/> Accessed 5.11.2016.

Namlı, A., Akça, M. O., Turgay, E. B., & Soba, M. R. (2014). Investigation of potential agricultural use of wood vinegar. *Soil-Water Journal*, 3 (1), 44-52.

Nurhayati, T., Roliadi, H., & Bermawie, N. (2005). Production of mangium (*Acacia mangium*) wood vinegar and its utilization. *Journal of Forestry Research*, 2 (1), 13-25.

Pangnakorn, U., Watanasorn, S., Kuntha, C., & Chuenhooklin, S. (2009). Application of wood vinegar to fermented liquid bio-fertilizer for organic agriculture on soybean. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*, 189-196.

Pimentel, D. (1995). Amounts of pesticide reaching target pests: environmental impacts and ethics. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 8 (1), 17-29.

Rakmai, J. (2009). *Chemical determinations, antimicrobial and antioxidant activities of thai wood vinegars*. (Master Thesis), Prince of Songkla University, 151p.

Rico, C. M., Mintah, L. O., Kim, M. K., Chung, I. K., Son, T. K., & Lee, S. C. (2007). Effects of mixture of wood vinegar and sulfonyleurea-based herbicides on the control of mixed weed flora and the yield of transplanted rice (*Oryza sativa* L.). *Philippine Agricultural Scientist*, 90 (4), 341-345.

Rodrigo, S., Cuello-Hormigo, B., Gomes, C., Santamaria, O., Costa, R., & Poblaciones, M. J. (2015). Influence of fungicide treatments on disease severity caused by *Zymoseptoria tritici*, and on grain yield and quality parameters of bread-making wheat under mediterranean conditions. *European Journal of Plant Pathology*, 141 (1), 99-109.

Saberi, M., Askary, H., Sarpeleh, A., & Gharalari, A. H. (2013). Wood vinegar as a biological product for managing *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*. *Canadian Journal of Plant Protection*, 1 (4), 129-133.

Shehzad, M. A., Maqsood, M., Anwar-ul-Haq M., & Niaz, A. (2012). Efficacy of various herbicides against weeds in wheat (*Triticum aestivum* L.). *African Journal of Biotechnology*, 11 (4), 791-799.

Sönmez, S. (1993). Fenoxaprop-p-ethyl: buğday tarlalarında dar yapraklı yabancı otlarla mücadele. *Türkiye 1. Herboloji Kongresi*, 3-5 Şubat 1993, Adana.

Şanlı, A., Kaya, M., & Kara, B. (2009). Effects of herbicide applications and hoeing times of weed on yield and some yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 24 (1), 13-20.

TAGEM. Bitki zararlıları standart ilaç deneme metotları: Yem bitkileri zararlıları, <http://www.tarim.gov.tr/tagem/belgeler/yayin/18.pdf> / Accessed 27.11.2016.

Tepe, I., & Nemli, Y. (1993). Domates fidelerinde geniş yapraklı yabancı otlara kimyasal mücadele çalışmaları. *Türkiye 1. Herboloji Kongresi*, 3-5 Şubat 1993, Adana.

Tuğay, M. E. (1999). *Çevre koşullarının bazı arpa hat ve çeşitlerinin tane verimi ve diğer bazı özellikleri üzerine etkisi*. (Doktora Tezi), Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Tiilikkala, K., Fagernäs, L., & Tiilikkala, J. (2010). History and use of wood prolysis liquids as biocide and plant protection product. *The Open Agriculture Journal*, 4 (1), 111-118.

Uysal, B. (2012). *Mısırdaki sorun olan yabancı otlara karşı kullanılan bazı herbisitlerin farklı dozlarının yabancı otları öldürmeye ve mısır verimine etkisinin araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi), GOU. Fen Bil. Enst., Bitki Koruma ABD, 70 s.

Winer, B. J., Brown, D. R., & Michels, K. M. (1971). *Statistical principles in experimental design*, Vol. 2. McGraw-Hill, New York. 1048p.

Yoshimura, H., Washio, H., Yoshida, S., Seino, T., Otaka, M., Matsubara, K., & Matsubara, M. (1995). Promoting effect of wood vinegar compounds on fruit-body formation of *Pleurotus ostreatus*. *Mycoscience*, 36 (2), 173-177.



Kahramanmaraş Sütçü İmam University

Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 21.04.2020
Kabul Tarihi : 08.05.2020

Received Date : 21.04.2020
Accepted Date : 08.05.2020

GÖRÜNTÜ İŞLEME YÖNTEMİ İLE BETONARME KİRİŞ DEPLASMANLARININ BELİRLENMESİ

DETERMINATION OF REINFORCED CONCRETE BEAM DISPLACEMENTS BY IMAGE PROCESSING METHOD

Selçuk KAÇIN^{1*} (ORCID: 0000-0001-5406-5756)

Mesut AYDIN² (ORCID: 0000-0002-6263-1284)

^{1,2}İskenderun Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Hatay, Türkiye

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Selçuk KAÇIN, selcuk.kacin@iste.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada 150x230x1400 mm boyutlarındaki, eğilme deneyine tabi tutulan betonarme kirişlerin davranışı görüntü işleme metodu kullanılarak tespit edilmeye çalışılmıştır. Kirişlerde yükleme sonucu oluşan çatlakların tespit edilmesi, kiriş yüzey gerilmelerinin zamana bağlı değişiminin görselleştirilmesi ve kirişlerin yüzeyinde oluşacak olası çatlakların çatlama olmadan önce belirlenmesi amacı ile görüntü işleme tekniği kullanılmaktadır. Kirişlerdeki zamana bağlı oluşan deplasmanların görüntü işleme tekniği ile belirlenerek, klasik yöntem olan deney düzeneğinden deplasman ölçerle elde edilen deplasman değerleri ile karşılaştırılması amaçlanmaktadır. Bu amaçla kirişler eğilme düzeneğine alınmadan önce birtakım boyama işlemlerine tabi tutulmuş daha sonra yüksek çözünürlüklü kamera ile video kayıtları alınmıştır. Elde edilen görüntüler görüntü işleme paket programları ile analiz edilerek deplasman değerleri, çatlaklar ve gerilme dağılımı belirlenmeye çalışılmıştır. Bu deney özelinde görüntü işleme tekniğinin inşaat mühendisliği laboratuvar uygulamalarında kullanımının avantajları tartışılarak deneysel çalışmalarda etkin bir araç olarak kullanılabileceği ortaya koyulmuştur.

Anahtar Kelimeler: görüntü işleme, kiriş deplasmanı, kiriş eğilme deneyi, kirişlerde çatlak, kirişlerde gerilme

ABSTRACT

In this study, the behavior of 150x230x1400 mm sized reinforced concrete beams, which were subjected to bending experiment, was tried to be determined by using image processing method. Image processing technique is used to detect cracks formed as a result of loading in beams, to visualize the change of beam surface stresses over time and to determine possible cracks on the surface of beams before they crack. It is aimed to determine the displacement of the timers on the beams with the image processing technique and to compare them with the displacement gauge obtained from the classical test method. For this purpose, the beams were subjected to a number of painting processes before they were taken into the bending mechanism, and then video recordings were taken with a high resolution camera. The obtained images will be analyzed with image processing package programs, and displacement values, cracks and stress distribution will be determined. In this experiment, the advantages of using image processing technique in civil engineering laboratory applications will be discussed.

Keywords: image processing, beam displacement, beam bending test, beam crack, beam stress

ToCite: KAÇIN, S., & Aydın, M., (2020). GÖRÜNTÜ İŞLEME YÖNTEMİ İLE BETONARME KİRİŞ DEPLASMANLARININ BELİRLENMESİ *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(2), 107-117.

GİRİŞ

Günümüzde bilgisayar teknolojileri neredeyse hayatın her alanında etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Bunun nedeni yapılan birçok işlemi daha hızlı, sistematik ve pratik bir şekilde gerçekleştirerek bize kolaylık sağlamasıdır. Teknolojinin her geçen gün gelişmesine paralel olarak bilgisayarlar da daha güçlü ve hızlı bir hale gelmektedir. Bu da bilgisayarlarla yapılabilecek işlemleri çeşitlendirmektedir. Görüntü işleme (image processing) de bunlardan bir tanesidir (Jähne, 2004).

Görüntü işleme metodu tıpkı insan görme sisteminin görüntüleri algılayıp tanımlaması ve değerlendirmesine benzemektedir. Görüntü işleme kısaca dijital görüntü alıcılar vasıtasıyla görüntülerin alınıp bir takım işlem adımlarına tabi tutularak bilgisayarca tanımlanması ve istenilen amaca uygun olarak görüntülerin yorumlanması olarak tanımlanabilir (Çankaya & ark., 2013; Bilici, 2017; Jähne, 2004). Görüntü işlemeden günümüzde tıp, biyomedikal, uzay ve havacılık, savunma sanayisi, mühendislik, sanat, eğitim gibi pek çok alanda faydalanılmaktadır (Çomak & ark., 2011). Son yıllarda inşaat mühendisliği laboratuvar uygulamalarında görüntü işleme metodunun kullanımı yaygınlaşmaktadır. Görüntü işlemenin inşaat mühendisliği laboratuvar uygulamalarında kullanılmasına yönelik literatürde çeşitli çalışmalar mevcuttur (Yue & ark., 1995; Mora ve ark., 1998; Coster & Chermant, 2001; Chambon & Moliard, 2011; Moon & ark., 2014; Dal, 2018; Kurt, 2018; Yılmaz, 2019; Aydın, 2019).

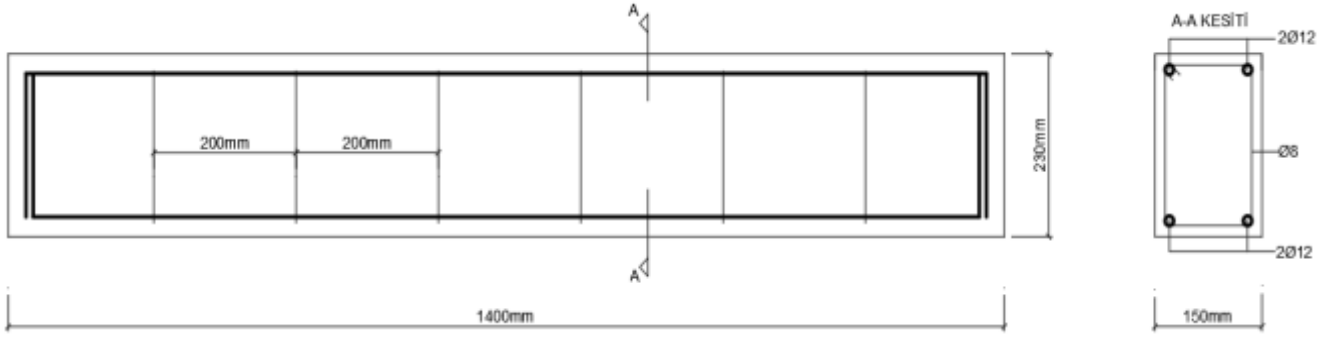
Betonun mekanik özelliklerinin belirlenmesine yönelik deneylerde de görüntü işleme metodu kullanılmaktadır (Onat, 2008; Çankaya & ark., 2013; Lee & ark., 2011; Rimkus & ark., 2015; Liu & ark., 2016; Bilici, 2017; Doğan, 2018). Bu deneylerden bir tanesi de üç nokta eğilme deneyidir. Üç nokta eğilme deneyi sabit iki mesnet üzerine yerleştirilen kirişin orta noktasından düşey yük uygulanarak kirişin bu yüke karşı gösterdiği mukavemetin ve bu yük altında göçünceye kadar yaptığı düşey deplasmanın zamana bağlı olarak ölçülmesidir (Çapık, 2015; Mindivan, 2017). Geleneksel yöntemlerde kirişin zamana bağlı olarak yaptığı deplasman kirişin alt orta noktasına yerleştirilen deplasman ölçerinin kablolulu bir sensör ağıyla bilgisayara bağlanarak birim zamanda yapılan deplasmanın kaydedilmesi şeklinde gerçekleştirilir. Bu yöntemin bazı dezavantajları vardır. Bunlar deplasmanın sadece deplasman ölçerinin bulunduğu noktadan ölçülebilmesi, kullanılan araç-gereçlerin pahalı olması, ölçümün yapılabilmesi için önemli miktarda kablolanmanın gerektiği bir sensör ağına ihtiyaç olması ve sistemin kurulumu için fazladan zaman, enerji harcanması şeklinde sıralanabilir (Bilici, 2017; Karameşe, 2018). Ayrıca numunelere fiziksel olarak temas eden ölçüm aletlerinin sistemin doğal davranışını bozması gibi bir olasılıkta mevcuttur (Doğan, 2018). Geleneksel yöntemlerin bu dezavantajlarından dolayı alternatif yeni yöntemler geliştirilmeye çalışılmıştır. Klasik yöntemlerle kıyaslandığında görüntü işleme ile kiriş deplasmanının belirlenmesi; her hangi bir kablolulu sensör ağına ihtiyaç duyulmaması yönüyle zamandan ve enerjiden tasarruf edilmesi, kirişin istenilen herhangi bir noktasında oluşan deplasmanın ölçülmesi yönüyle daha efektif çalışma imkânı sağlaması, sisteme temas etmemesi yönüyle sistemin doğal davranışına etki etmemesi, deneyler tamamlandıktan sonra bile video kayıtlarından ölçüm alınabilmesi ve pahalı deney aletlerinin kullanımının kısıtlanması yönüyle de deney maliyetini düşürmesi gibi avantajları vardır (Karameşe, 2018; Onat, 2008).

Bu çalışmada, eğilme deneyine tabi tutulan betonarme kirişlerin zamana bağlı olarak yaptığı deplasman değerleri görüntü işleme ve klasik sensör ölçümüne dayalı teknikler kullanılarak belirlenmiştir. İki farklı ölçüm tekniği karşılaştırılarak görüntü işleme tekniğinin bu analizlerde kullanılabilirliği irdelenmiştir. Ayrıca kirişlerin yüzey gerilmeleri ve yüzeylerinde oluşan çatlakların zamana bağlı değişimi görsel olarak analiz edilmiştir.

MATERYAL

Malzeme

İskenderun Teknik Üniversitesi yapı laboratuvarında makro sentetik fiber lif katkılı ve katkısız kirişlerin eğilme deneyleri için hazırlanmış olan 150 mm eninde 230 mm yüksekliğinde ve 1400 mm uzunluğunda 2 adet betonarme kiriş kullanılmıştır. Kirişlerin boyutları ve donatıları birbirileri ile özdeş olup Şekil 1’de gösterildiği gibidir. Donatı olarak S420 nervürlü betonarme çeliği kullanılmıştır. Boyuna donatı çapı 12 mm ve enine donatı (etriye) çapı 8 mm’dir.



Şekil 1. Kiriş Boyutları

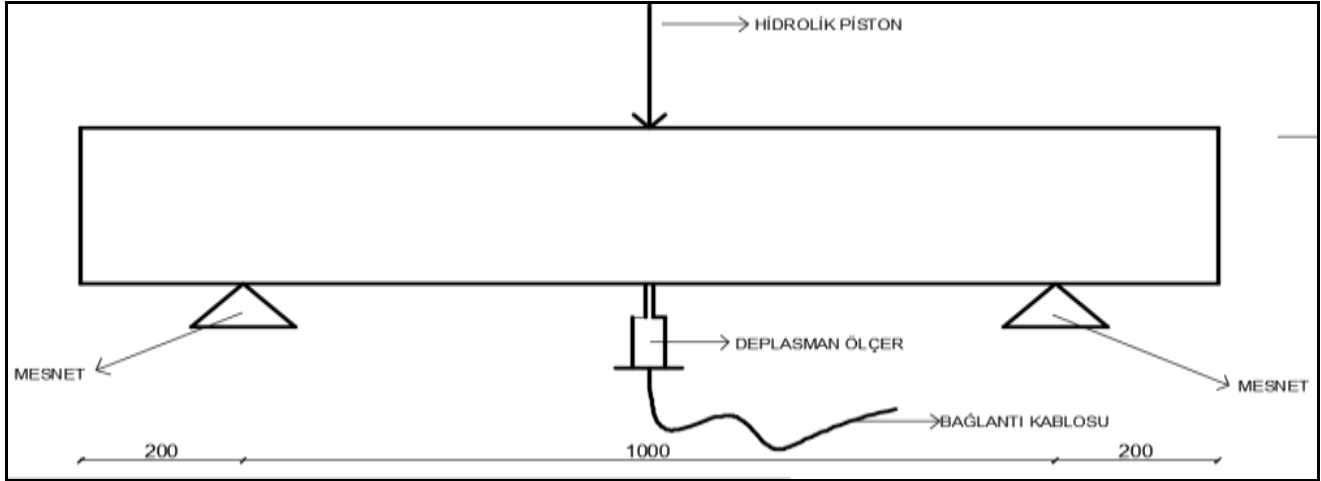
Kiriş numunelerine ait beton karışım oranları Tablo 1’de verilmiştir. Kirişlerin beton karışımları hazırlanırken Kiriş-1 katkı maddesi kullanılmadan, Kiriş-2 hacimce % 0,4 oranında makro sentetik fiber lif katkı maddesi kullanılarak hazırlanmıştır.

Tablo 1. Kiriş Numunelerine Ait Beton Karışım Oranları

Numune	Çimento (kg/m ³)	Su (kg/m ³)	0-4 mm agrega (kg/m ³)	4-11 mm agrega (kg/m ³)	MSF (kg/m ³)
Kiriş-1	271.35	135.67	488.42	325.62	0
Kiriş-2	271.35	135.67	488.42	325.62	4

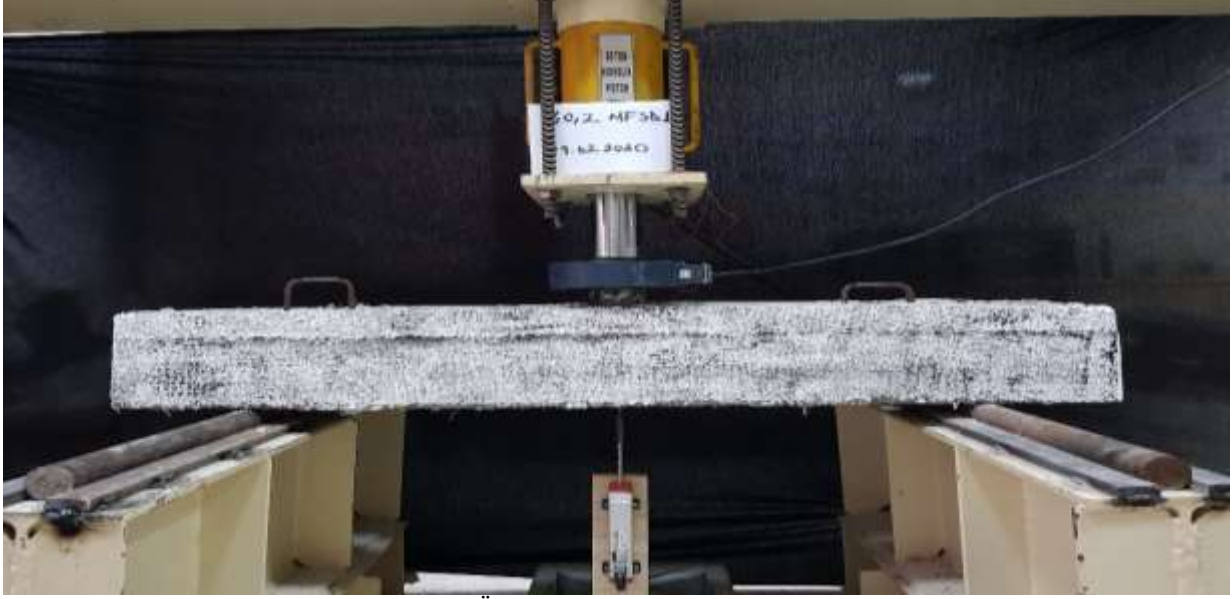
Üç Nokta Eğilme Deneyi ile Kiriş Deplasmanlarının Belirlenmesi

Üç nokta eğilme deneyi ile kirişlerin zamana bağlı yaptığı düşey deplasman belirlenirken; iki sabit mesnet arasında yerleştirilen kiriş numunelerinin üst orta noktasından hidrolik bir piston yardımı ile düşey yük uygulanır. Kirişlerin alt orta noktasına yerleştirilen deplasman ölçer bilgisayara bağlanarak kirişlerin zamana bağlı düşey yönde yaptığı deplasmanlar elde edilir.



Şekil 2. Kirişlerin Deney Düzenine Yerleşimi

İskenderun Teknik Üniversitesi yapı laboratuvarında gerçekleştirilen deneylerde kirişler Şekil 2 ve Şekil 3’de görüldüğü gibi açıklığı 1000 mm olacak şekilde mesnetler üzerine yerleştirilmiştir. Daha sonra 50 ton yük uygulama kapasiteli hidrolik piston ile açıklık ortasından yük uygulanmıştır. Deplasman ölçer vasıtası ile kirişlerin zamana bağlı yaptığı düşey deplasmanlar belirlenmiştir.



Şekil 3. Üç Nokta Eğilme Deney Düzenegi

Görüntü İşleme Metodu İle Kiriş Deplasmanlarının Belirlenmesi

Görüntü nesne üzerine gelen ışığın yansımalarıdır (Dinçer, 2009). Görüntü işleme doğada var olan görüntülerin optik bir alıcı vasıtasıyla alındıktan sonra bu görüntülerin bilgisayar ortamına aktarılarak burada görüntüden istenilen amaca göre bilgi çıkarma işlemidir. Görüntü işleme ile ilgili birçok yöntem ve algoritma geliştirilmiştir (Karameşe, 2018). Bu çalışmada görüntü işleme için **Gom Correlate** bilgisayar programı kullanılmıştır. Gom Correlate dijital görüntü korelasyonu tekniği ile sisteme temas edilmeden deformasyon ölçümlerinin ve gerilme yığılmalarının belirlenmesine olanak sağlamaktadır. Gom Correlate, yazılımı kendi içerisinde gömülü halde hazır bulunan bir görüntü işleme programıdır. Programın temel çalışma mantığı görüntü içerisindeki noktaların başlangıç konumundan itibaren yer değiştirmelerinin takibine dayanmaktadır. Video başlangıcında görüntü çerçevesi içerisindeki noktaların yerleri program tarafından otomatik olarak belirlenir daha sonra video ilerledikçe ardışık iki görüntü çerçevesi arasındaki noktaların görece yer değiştirmeleri birbiriyle ilişkilendirilir ve video sonuna kadar bu işlem tekrar edilir. Böylelikle noktaların başlangıçtan son duruma kadar yer değiştirmeleri belirlenmiş olur (GOM Metrology, 2011). Mevcut programda görüntü karesi piksellerden oluşmaktadır. Dolayısıyla uzunluk ölçümü yapılabilmesi için piksellerin metrik kalibrasyonunun yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada metrik kalibrasyon kiriş yüksekliği baz alınarak yapılmıştır.

Kiriş numunelerinin görüntü işleme aşamaları:

- Hazırlanan kirişlerin (Şekil 4) yüzeyindeki noktaların bilgisayar programınca daha net seçilebilmesi amacıyla, kirişlerin kamera kaydı alınacak yüzeyleri önce beyaza boyandı daha sonra oluşan beyaz yüzey üzerinde noktalar oluşacak şekilde siyah boya ile püskürtme/sıçratma yapılarak boyandı (Şekil 5).

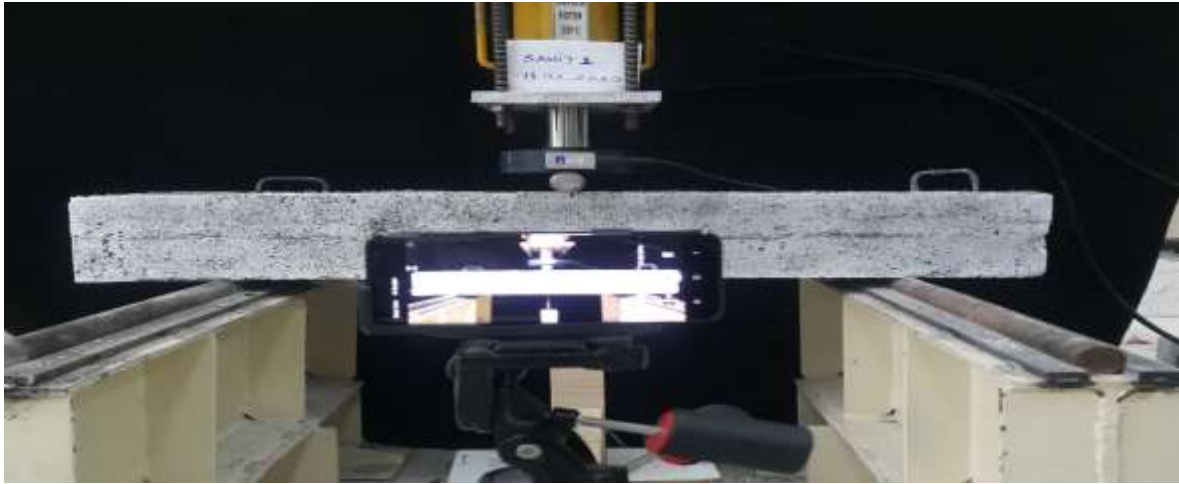


Şekil 4. Kiriş Numunelerinin Boyanmadan Önceki Hali



Şekil 5. Kiriş Numunelerinin Boyandıktan Sonraki Hali

- Daha sonra kirişler boyalı yüzeyleri kameraya bakacak şekilde deney düzeneğine yerleştirildi. Kirişlerin yüzeyini tam dik açıyla çekebilecek biçimde kamera sabitlendi. Çekim için 3840x2160 piksel çözünürlüğünde ve 30 fps (frame per second, saniyedeki görüntü karesi sayısı) video kayıt özelliğine sahip cep telefonu kamerası kullanılmıştır. Çekimler başlamadan önce yine noktaların programca daha rahat seçilebilmesi için deney düzeneğinin arkasına siyah fon perde çekilerek kirişlerin ilk yük aldığı andan göçünceye kadarki davranışlarının video kayıtları alınmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Kamera Kayıt Düzeneği

- Alınan video kayıtlarının görüntü işleme teknolojisi kullanılan paket program ile de analiz edilerek kirişlerin zamana bağlı yaptığı düşey deplasman değerleri ve yüzey gerilmeleri belirlenmiştir.

BULGULAR

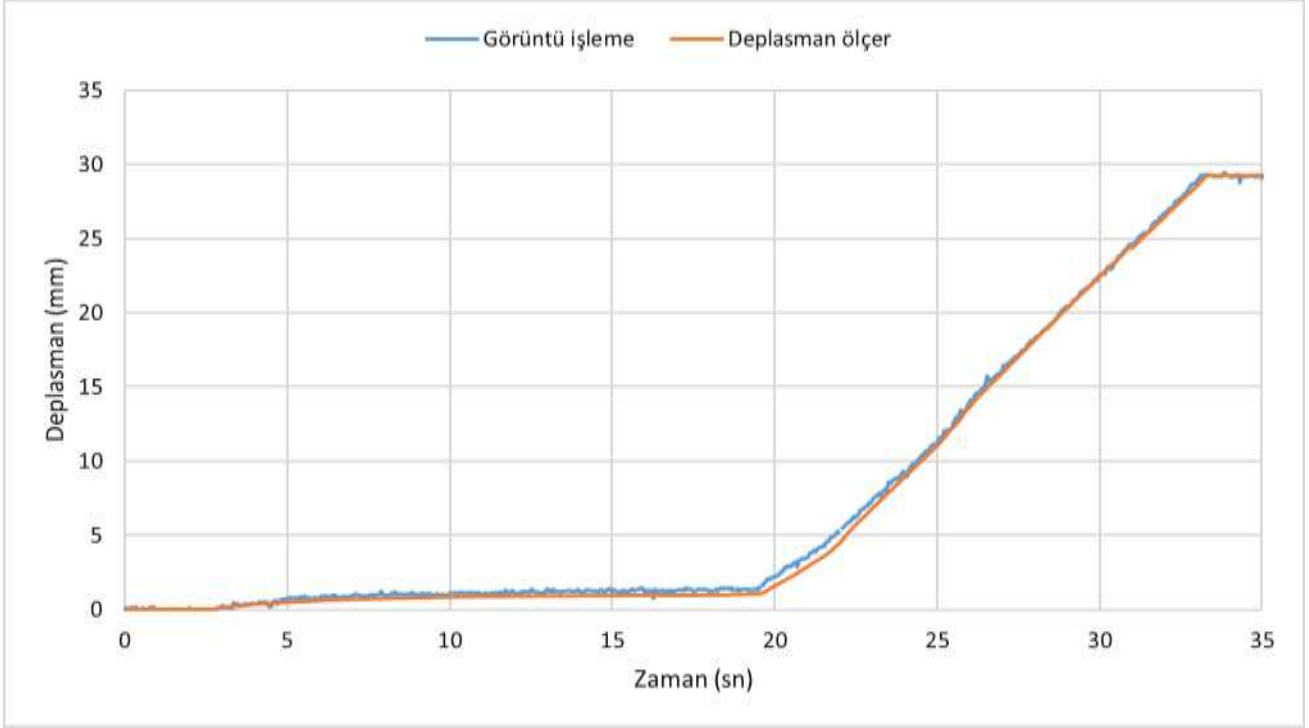
Bu bölümde deneye tabi tutulan kirişler Kiriş-1 ve Kiriş-2 olarak adlandırılmıştır. Her iki numune için yükleme başlangıcından kirişlerin göçtüğü ana kadarki video kayıt uzunluğu, deplasman ölçerden ve görüntü işlemeden elde edilen maksimum deplasman değerleri ve mutlak yüzde hata oranları Tablo 2’de gösterilmiştir. İki yöntemden elde edilen kirişlerin düşey yönde yaptığı maksimum deplasman değerleri bir biriyle karşılaştırıldığında sonuçların oldukça uyumlu olduğu ve hata oranının %1’in altında olduğu görülmüştür.

Tablo 2. Kirişlerin Düşey Yönde Yaptığı Maksimum Deplasmanlar

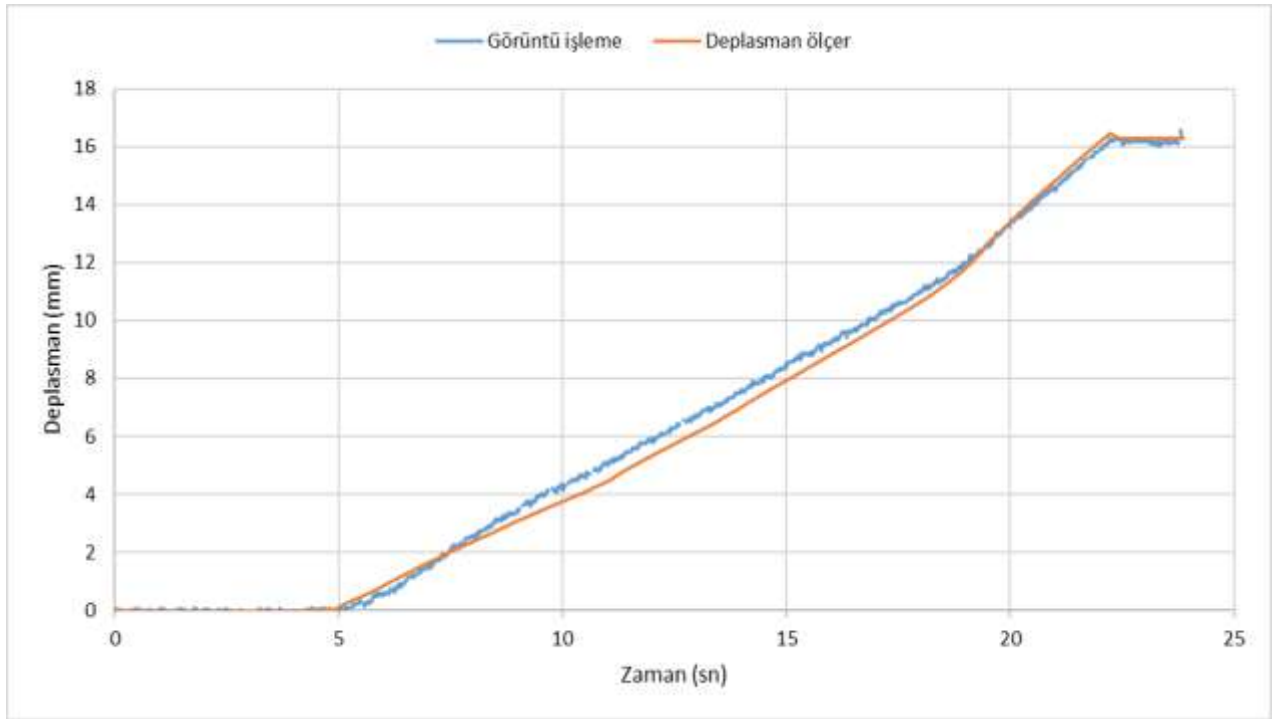
	Video Kayıt Süresi (sn)	Maksimum Deplasmanlar (mm)		Mutlak Hata Oranı (%)
		Deplasman Ölçer	Görüntü İşleme	
Kiriş-1	35	29.31	29.34	0.10
Kiriş-2	23	16.43	16.56	0.78

Deplasman-Zaman Grafikleri

Kirişlere ait deneysel çalışmadan deplasman ölçerle ve görüntü işleme ile elde edilen deplasman zaman grafikleri Şekil 7 ve Şekil 8’ deki gibi bulunmuştur. Grafiklerden kirişlerin deneylerden ve görüntü işlemeden elde edilen zamana bağlı yaptığı düşey deplasmanlarının uyum içerisinde olduğu görülmektedir.



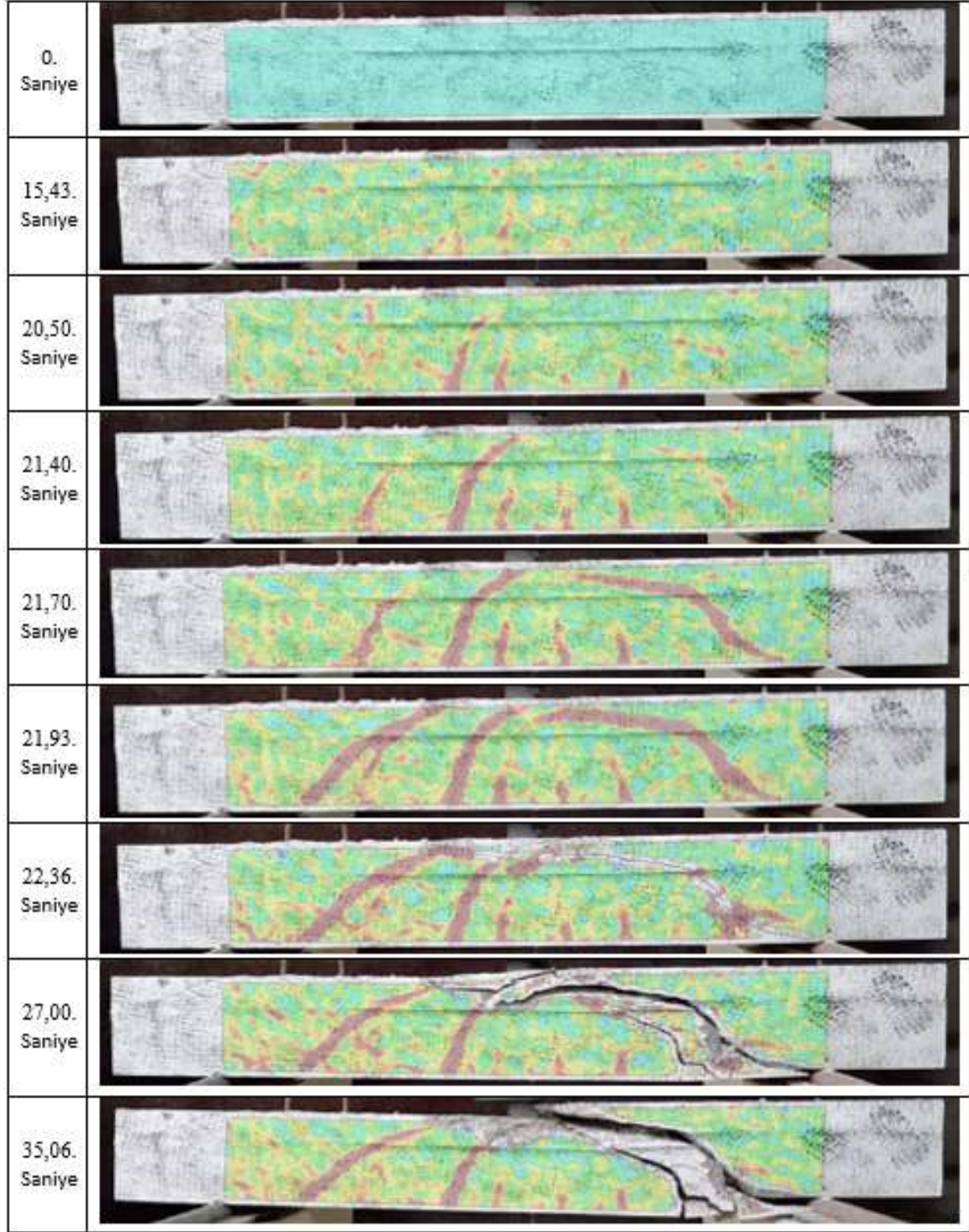
Şekil 7. Kiriş-1 Deplasman-Zaman Grafiği



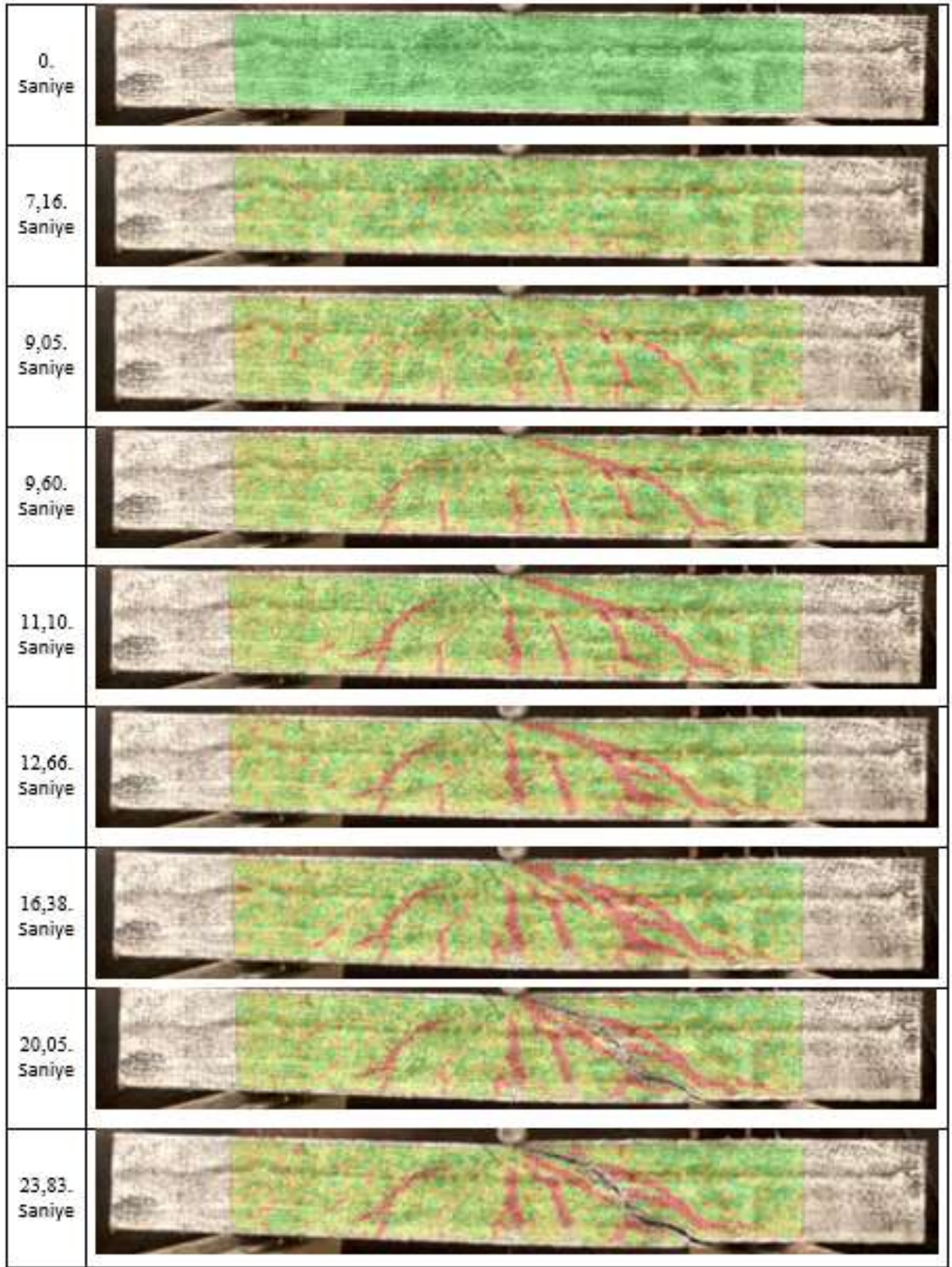
Şekil 8. Kiriş-2 Deplasman-Zaman Grafiği

Yüzey Gerilmeleri

Görüntü işleme sonucunda elde edilen kiriş yüzey gerilmeleri deneyin başlangıcından sonuna kadar, yani kirişlerin göçtüğü ana kadar aşamalı olarak Şekil 9 ve Şekil 10'daki gibi elde edilmiştir. Şekil 9 ve Şekil 10'da görüldüğü gibi kiriş yüzeyinde oluşan çatlaklar, kiriş yüzeyinde gerilmenin fazla olduğu kırmızı renk ile gösterilen bölgelerde gerçekleşmiştir.



Şekil 9. Kiriş-1 Numunesinin Yüzeyinde Oluşan Gerilmelerin Zamana Bağlı Değişimi



Şekil 10. Kiriş-2 Numunesinin Yüzeyinde Oluşan Gerilmelerin Zamana Bağlı Değişimi

Bu çalışmadan yola çıkılarak görüntü işleme yöntemi kullanılarak, eğilmeye tabi tutulan kirişlerin düşey deplasmanlarının belirlenmesine yönelik deneylerde analiz sonuçlarını etkileyen parametreler ile ilgili öneriler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Video kaydının alındığı kameranın çözünürlüğünün ve saniyede aldığı görüntü sayısının (frame per second), kullanılan deneyin hassasiyetine uygun olarak seçilmesi.
- Deneye tabi tutulan kirişlerin, görüntüsü alınacak yüzeyi ile kamera lensinin paralel olarak ve kiriş yüzeyini dik açıyla çekebilecek şekilde konumlandırılması.
- Ortam aydınlatmasının video çekimi için yeterli olması.
- Kiriş yüzeyinde oluşturulan ayırt edici desenlerin kiriş yüzeyine homojen olarak dağılması ve görüntü işleme paket programlarınca rahat bir şekilde algılanabilmesi amacıyla uygun arka fon renginin sağlanması.
- Kayıt yapan kameranın görüntüsü alınan kirişe uygun uzaklıkta yerleştirilmesi.
- Deney esnasında çekim yapılan kameranın herhangi bir nedenle hareket etmesinin veya titreşiminin önlenmesi.

SONUÇLAR

Bu çalışmada görüntü işleme metodunun inşaat mühendisliği laboratuvar uygulamalarından biri olan kiriş eğilme deneyinde kullanılabilirliği araştırılmıştır. Kiriş yükleme deneylerinde önemli parametrelerden bir tanesi yük altında meydana gelen yer değiştirmeler ve kiriş üzerinde oluşan çatlaklardır. Deneyler sırasında zamana bağlı olarak çatlakların belirlenebilmesi için belirli yük veya zaman aralıklarında deneyde yük aktarımına ara verilerek çatlaklar çizilmekte ve sonrasında yüklemeye devam edilmektedir. Bu durum hem yüklemenin düzenini bozmakta hem de insan kaynaklı hataların oluşmasına yol açmaktadır. Çatlakların ve gerilme yığılmalarının yükleme sırasında kameralar ile alınan kayıtları kullanılarak herhangi bir duraksama olmaksızın belirlenmesi kiriş yükleme deneyleri için oldukça önemli olmaktadır. Bu deneylerde artık yükleme durdurulmadan kamera kayıtları ile elde edilen görüntülerin bilgisayar ortamında analiz edilmesiyle kiriş üzerinde meydana gelen çatlakların gelişimi ve gerilme dağılımları kolaylıkla elde edilebilmektedir. Bu çalışmada buna örnek olması açısından iki kiriş numunesi kullanılarak yapılan deneylerde görüntü işleme tekniği ile çatlaklar ve kırılma düzlemleri oldukça başarılı bir şekilde belirlenmiştir. Kırılma düzlemlerinin ve gerilme yığılmalarının hangi noktalarda olduğu kırılma meydana gelmeden önce gözlemlenmiştir. Eğilme deneyine tabi tutulan kirişlerin yaptığı zamana bağlı deplasmanlar klasik yöntemlerle ve görüntü işleme metoduyla tespit edilmiştir. Her iki yöntemden bulunan sonuçlar birbiri ile çok yakın çıkmıştır. Dolayısıyla görüntü işleme metoduyla kiriş deplasmanlarının belirlenebileceği sonucuna varılmıştır. Kiriş yüzey gerilmelerinin görüntü işleme metoduyla görselleştirilebileceği gözlenmiştir. Kiriş yüzeyinde oluşan çatlakların deney durdurulmadan, herhangi bir anda çatlak uzunluklarının tespit edilebileceği anlaşılmıştır.

KAYNAKLAR

Aydın M., “Görüntü işleme tekniği ile granüler zeminlerde dane boyutu analizi”, Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Mersin, 2019.

Chambon, S., & Moliard, J. M. (2011). Automatic road pavement assessment with image processing: review and comparison. *International Journal of Geophysics*,

Coster, M., & Chermant, J. L. (2001). Image analysis and mathematical morphology for civil engineering materials. *Cement and Concrete Composites*, 23(2-3), 133-151.

Çankaya, G., Arslan, M. H., & Ceylan, M. (2013). Görüntü işleme ve yapay sinir ağları yöntemleri ile betonun basınç dayanımının belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*.

Çapık M. (2020). Karadeniz Teknik Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Maden İşletme Laboratuvarı. http://www.ktu.edu.tr/dosyalar/maden_263ff.pdf/ Erişim tarihi 19.03.20.

Çomak, B., Beycioğlu, A., Başyigit, C., & Kılınçarslan, Ş. (2011). Beton teknolojisinde görüntü işleme tekniklerinin kullanımı. In 6th. International Advanced Technologies Symposium, Elazığ (pp. 220-227).

Dal K., “Eğimli kanalda ardışık baraj yıkılmasının deneysel ve sayısal incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İskenderun Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Hatay, 2018.

Diñçer S., “Dijital görüntü işleme teknikleri ile Matlab ve mikrokontrolör kullanılarak iki boyutlu görüntünün çizdirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2009.

Doğan G., “Betonarme kolonların deprem sonrası hasar seviyelerinin akıllı sistem tabanlı bir yöntemle belirlenmesi”, Doktora Tezi, Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya, 2018.

Gom Metrology (2020). Gom metrology youtube cahnel. <https://www.youtube.com/channel/UC1D36v6xqWGLZj50F7wiMQ/> Erişim tarihi Şubat 18.02.20.

Jahne, B. (2004). Practical handbook on image processing for scientific and technical applications. CRC press, (Chapter 1).

Karameşe G., “Yapı sistemlerinde yerdeğiştirme ve şekildeğiştirme büyüklüklerinin özel bir görüntü işleme yöntemiyle belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 2018.

Kurt T., “Kırma taş agregaların dane boyutu dağılımı ve şekilsel özelliklerinin görüntü analizi kullanılarak belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Zonguldak, 2018.

Lee, B. Y., Kim, Y. Y., Yi, S. T., & Kim, J. K. (2013). Automated image processing technique for detecting and analysing concrete surface cracks. Structure and Infrastructure Engineering, 9(6), 567-577.

Liu, Y. F., Cho, S., Spencer Jr, B. F., & Fan, J. S. (2016). Concrete crack assessment using digital image processing and 3D scene reconstruction. Journal of Computing in Civil Engineering, 30(1), 04014124.

Mindivan H.(2020). Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Ve İmalat Mühendisliği Bölümü Mühendislikte Deneysel Metodlar II Dersi. <http://w3.bilecik.edu.tr/makine/wp-content/uploads/sites/27/2017/02/3-nokta-Egme-Deneyi.pdf/> Erişim tarihi 19.03.20.

Moon, K. H., Falchetto, A. C., & Jeong, J. H. (2014). Microstructural analysis of asphalt mixtures using digital image processing techniques. Canadian Journal of Civil Engineering, 41(1), 74-86.

Mora, C. F., Kwan, A. K. H., & Chan, H. C. (1998). Particle size distribution analysis of coarse aggregate using digital image processing. Cement and Concrete Research, 28(6), 921-932.

Onat M., “Dijital görüntü işleme yöntemleriyle lifli beton numunelerindeki çatlakların tespit edilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Elazığ, 2008.

Rimkus, A., Podvieszko, A., & Gribniak, V. (2015). Processing digital images for crack localization in reinforced concrete members. Procedia Engineering, 122, 239-243.

Senem B., “Görüntü işleme yöntemi kullanılarak yapısal deformasyonların ölçülmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 2017.

Yılmaz A., “Akışkan-yapı etkileşimi problemlerinin deneysel ve sayısal incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İskenderun Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Hatay, 2019.

Yue, Z. Q., Bekking, W., & Morin, I. (1995). Application of digital image processing to quantitative study of asphalt concrete microstructure. *Transportation Research Record*, 1492, 53-60.



Kahramanmaraş Sutcu Imam University

Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 03.12.2019
Kabul Tarihi : 27.04.2020

Received Date : 03.12.2019
Accepted Date : 27.04.2020

STANDARD PENETRASYON TESTİ (SPT) İLE AFYONKARAHİSAR MERKEZ UYDUKENT BÖLGESİ ZEMİNLERİNİN SIVILAŞMA POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI

INVESTIGATION OF LIQUEFACTION POTENTIAL OF AFYONKARAHİSAR CENTRAL UYDUKENT REGION SOILS BY STANDARD PENETRATION TEST (SPT)

Süleyman GÜCEK^{1*} (ORCID: 0000-0002-4839-1851)
*İsmail ZORLUER*² (ORCID: 0000-0001-5017-084X)

^{1,2} Afyon Kocatepe Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Süleyman GÜCEK, sgucek@aku.edu.tr

ÖZET

Bu çalışma, Afyonkarahisar il merkezinde 9 mahalleyi kapsayan Uydukent bölgesinin olası bir deprem etkisinde, yerleşim alanı içerisindeki alüvyal zeminlerin sıvılaşma potansiyelinin, arazi (SPT) verileri kullanılarak belirlenmesini içermektedir. Bu amaçla 70 noktada yapılan SPT verileri kullanılmıştır.

Akşehir-Gediz Fay Sistemi, bölgeyi etkileyebileceği ve en büyük ivmeyi yaratabileceği varsayılarak araştırmaya esas alınmıştır. Güncellenen 2019 deprem haritası üzerinden 0,4g büyüklüğünde yatay deprem ivmesi oluşabileceği hesaplanmış, Mw=5.0, 6.0, 7.0 olan senaryo deprem büyüklüklerinde SPT verileri kullanılarak sıvılaşma analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre çalışma sahasını temsilen, bölge genelinde orta ve yüksek dereceli sıvılaşma riski olasılıkları belirlenmiş ve buna göre sıvılaşma risk haritası ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: SPT, Sıvılaşma Risk Haritası, Afyonkarahisar Uydukent Bölgesi

ABSTRACT

This study includes determination of the liquefaction potential of alluvial soils in the settlement area by using land (SPT) data in a possible earthquake impact of the 9 districts of Afyonkarahisar Uydukent region. For this purpose, SPT data were used at 70 points.

The Akşehir-Gediz Fault System is based on the research assuming that it can affect the region and create the greatest acceleration. On the updated 2019 earthquake map, it is calculated that 0.4g magnitude horizontal earthquake acceleration may occur and liquefaction analyzes are performed using SPT data at scenario earthquake magnitudes of Mw = 5.0, 6.0, 7.0. According to the results of the analysis, the probabilities of medium and high degree liquefaction risk were determined throughout the region and liquefaction risk map was presented accordingly.

Keywords: SPT, Liquefaction Risk Map, Afyonkarahisar Uydukent Region

ToCite: GÜCEK, S., & ZORLUER, İ., (2020). STANDARD PENETRASYON TESTİ (SPT) İLE AFYONKARAHİSAR MERKEZ UYDUKENT BÖLGESİ ZEMİNLERİNİN SIVILAŞMA POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23, 118-126.

GİRİŞ

Kentsel mikrobölgeleme çalışmaları; bölgesel tehlike analizleri, yerel tehlike analizleri ve bölgeyi temsil edebilecek doğrulukta jeolojik, geoteknik ve jeofizik araştırmaları içerir. Bu tür araştırmalar karşılaşılabilecek olası doğal tehlikelerin kentsel yaşam alanlarımızdaki etki derecelerini ve etki biçimlerini belirlememizi sağlar.

Tanımlanmaya çalışılan problemin çözümü, birden fazla meslek disipliniyle ele alınabilmesi durumunda ancak mümkün olacaktır. Farklı meslek disiplinleri tarafından ve birden çok yöntem kullanılarak elde edilen verilerin depolanması, coğrafi veri formatına dönüştürülmesi, kolay ulaşılabilir ve sorgulanabilir olması, analiz edilmesi ve yorumlanması ancak bilgi sistemi kullanılarak mümkün olabilir. Bu kapsamda coğrafi bilgi sistemi tekniklerinden yararlanılır. Ayrıca bu tür bilgi sistemleri, araziden toplanan coğrafi verilerin kullanıcı bağımlı olmadan değerlendirilmesi ve yorumlanmasına imkan tanır (Tün, Avdan ve Güney, 2010).

Depremler esnasında suya doygun zemin tabakalarında çevrimli yüklemeler altında oluşan boşluk suyu basıncı artışları zeminde katı fazdan sıvı faza dönüşme olarak nitelendirilebilecek sıvılaşma olayının ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Zeminlerin sıvılaşabilirliği tane boyutu ve dağılımı yanında, jeolojik yaşı ve çökeltme koşulları, başlangıç sıklık derecesine bağlı hacim değişim potansiyeli ve su geçirgenliği gibi özellikleri yanında depremin büyüklüğü, süresi ve uzaklığı gibi sismik faktörlere bağlıdır (Özaydın, 2007).

Sıvılaşma olayı, pek çok depremde gelişmesine karşın ülkemizde, 1992 Erzincan depremiyle dikkate alınmaya başlanmış, 1999 Marmara depreminde meydana gelen sıvılaşma olayları ile bu olgunun önemi tüm kesimlerin ilgisini çekerek önem kazanmıştır. Deprem etkisinin yanı sıra zemindeki yeraltı su seviyesinin yüzeye yakın olmasıyla birlikte zeminin gevşek şartlarda olması, zeminin sıvılaşması için etkili olan koşullardandır. Çalışma bölgesinin zemin profili de bu şartlara müsait olduğu için önemli bir sorun teşkil etmektedir. Özellikle de Afyonkarahisar ve yakın çevresi, Ege Bölgesi'nin genişlemeli tektoniğinin etkisine bağlı olarak farklı zamanlarda değişik magnitudlerde depremler meydana getirmiştir. Yakın zamanda 6.1 magnitudündeki 1995 Dinar depremi, 6.0 ve 6.5 magnitudlerindeki 2000 ve 2002 Sultandağı ile yine 2002 yılındaki Çay depremleri çalışma bölgesi için risk oluşturmaktadır (Eyidoğan ve Jackson, 1985; Koçyiğit ve Deveci, 2007).

Afyonkarahisar merkezinde bulunan Uydukent bölgesinin zemininin jeolojik ve jeoteknik özelliklerini ortaya koymak ve olası bir depreme karşı dayanıklılığının tespitine yönelik yapılan çalışma kapsamında elde edilen SPT verileri kullanılarak bölgede alüvyal zeminlerin sıvılaşma riski değerlendirilmiştir. Bu amaçla, bölgenin jeolojisinden, depremselliğinden, olası deprem odaklarının uzaklığı ile oluşturacakları yer ivmesi ilişkilerinden, zemine ait granülometri değerlerinden ve SPT verilerinden yararlanılarak sıvılaşma analizleri yapılmış ve sıvılaşma potansiyeli araştırılmıştır. Afyonkarahisar Uydukent bölgesi yerleşim yerinde jeolojik, geoteknik, jeofizik araştırmalar ve yapı envanter bilgilerinin toplanmasına yönelik çalışmalar yapılmış, toplanan veriler coğrafi veri formatında değerlendirilerek kentsel mikrobölgeleme haritaları üretilmiştir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışma Alanının Tanımlanması

İnceleme alanı; Afyonkarahisar ili, Merkez ilçesinde 9 mahallenin bulunduğu Uydukent bölgesidir. İnceleme alanında eğim yoktur. İnceleme alanında düz ovalar ve dere yatakları boyunca görülen alüvyonlar geniş alanlar kaplarlar. Çalışma alanının bulunduğu alan alüvyonal bir düzlük üzerinde yer almaktadır (**Şekil 1**). Bayramgazi şistleri ve Oyuklutepe Mermerlerinden oluşan Paleozoyik yaşlı Afyon Metamorfikleri inceleme alanındaki temel kayalardır. Paleozoyik birimlerin üzerine uyumsuz olarak konglomera, kumtaşı seviyeleri, killi kireçtaşı, kumtaşı, volkanik cam, trakiandezitik tüf, karbonat çimentolu tüfit seviyeleri içeren Ömer-Gecek formasyonu gelmektedir. Üst Miyosen yaşlı volkanik kayalar ve alüvyon ise bölgedeki en genç birimlerdir (Yıldız, Dumlupınar, Bağcı, Ulutürk, Başaran ve Erdoğan, 2012).

İnceleme alanında, gözlemsel olarak yapılan değerlendirmeler ve İmar Planına Esas Jeolojik Etüt Raporuna göre; morfolojik ve jeolojik açıdan inşaat yapımına engel bir sorun olmayıp, heyelan, kaya düşmesi, sel, çökme, vb. gibi afet oluşturacak unsurlar bulunmamaktadır. Yağış sularının kolayca bölgeyi terk edebilmesi amacıyla bölge merkezinde bulunan Akarçay kanalına gerekli drenaj ağları oluşturulmuştur. İl merkezinde karasal iklim hüküm

sürmekte olup yaz mevsimi sıcak ve kurak, kış mevsimi soğuk ve yağışlı olmaktadır. Bu etkenlere göre çalışma bölgesinin yer altı su seviyesi değişkenlik gösterirken, yaz aylarında ortalama 5 m iken, kış aylarında ise bu seviye daha da artmaktadır (Ulutürk, 2009).



Şekil 1. Afyonkarahisar Merkez Çalışma Bölgesi

İnceleme Alanının Jeolojisi

Afyon ve çevresini içine alan bölgede farklı litolojik ve tektonik özelliklere sahip kuşaklar yer almaktadır. Bunlar Toros ve İç Toros tektonik kuşaklardır. Afyon ve dolayında birbirinden tektonik dokanakla ayrılmış iki temel kaya topluluğu mevcuttur. Bunlardan birisi Toros Kuşağına ait Sultan Dağları'nın devamını oluşturan Toros Paleozoik ve Mesozoyik birimleridir. Diğeri ise İç Toros Kuşağında yer alan ve Afyon'un KD, K, KB ve B'sında Neojen Örtüsü altında geniş alanlar kaplayan "Afyon Metamorfikleri"dir. Diğeryandan Sandıklı'nın kuzey kesiminde, altta "Afyon Metamorfikleri" üzerine transgressif bir konglomera ile Afyon ve çevresindeki diğerybenzerlerinden tamamen farklıdır (Metin, Genç ve Bulut, 1987).

İnceleme Alanının Mühendislik Jeolojisi

Çalışma alanı, üstte alüvyon örtü olarak adlandırdığımız, kuvaterner yaşlı detritik, kohezyonsuz birimlerden oluşmuştur. İnce çakıl, kum, silt ve kilin karmaşık derecelenmesinden oluşan alüvyonun kalınlığı, yaklaşık 130 mt. kadardır. Alüvyonda kil ve siltin oranı daha fazladır. Kil, düşük plastisiteli inorganik olup ince çakıl, trakit orijinlidir. Alüvyon formasyonunun porozitesi ve permeabilitesi yüksektir (Metin, Genç ve Bulut, 1987).

Zemin Profilinin Yorumlanması

İnceleme alanını oluşturan birim Kuvaterner yaşlı yumuşak kıvamda, gri renkli, siltli ve çakıllı kumlardan oluşan Alüvyon formasyonudur. Dikkate alınan SPT sonuçlarına göre, genel zemin profili 0-7 m arası CH-CL, 7-18 m arası SM-SC ve sonrasında ise tekrar killi zemin formasyonu olduğu görülmektedir. Söz konusu parsel civarında açılan sondaj kuyularında statik yeraltı su seviyesi yaklaşık 6,00 m civarındadır.

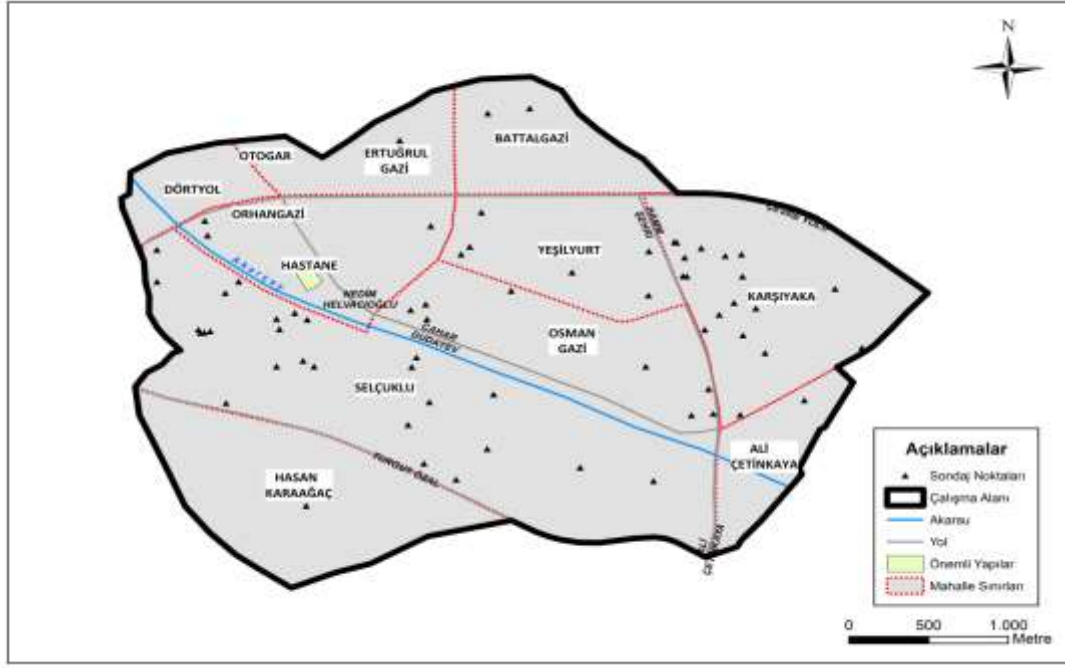
Doğal Afet Risklerinin Değerlendirilmesi

Afyonkarahisar ili ve çevresi, yakın tektonik sistemlerin yönlendirdiği deprem rejimine göre, bugüne kadar en az 4,0 büyüklükte ($M > 4$) 252 deprem yaşanmıştır. Batı Anadolu'da etkin olan Gediz Graben sistemi, Dinar fay sistemi ile Afyonkarahisar'ın güneydoğusundan kuzeybatısına doğru uzanan Akşehir fay sistemi ve Emirdağ fay

Arazi Verileri

Çalışmada, geleneksel sıvılaşma potansiyeli hesaplamalarının yapılması için, derinlikleri en az 15 m olan 70 adet zemin sondajının SPT (Standard Penetrasyon Test) verileri özel yapı denetim firmalarından alınmıştır (**Şekil 4**).

Zemin sondajları; ilerlemeye paralel olarak, her 1.50 m de SPT deneyi yapılmış ve örselenmiş örnekler alınarak elde edilmiştir. Çalışma alanından elde edilen parametreler kullanılarak mühendislik değerlendirmesi ve analizleri yapılmıştır.



Şekil 4. Çalışma Bölgesi Sondaj Noktaları Dağılımı

Yer Altı Suyu Durumu

Sıvılaşma potansiyeli olan bölgeleri belirlemede, dikkat edilmesi gereken önemli parametrelerden birisi de, yer altı suyunun yüzeyden itibaren derinliğidir. Çalışma alanında yeraltı suyu yaz ve kış aylarında mevsimsel olarak değişmektedir. Sondaj raporları sonuçlarına göre bölgenin yer altı su seviyesi yaz aylarında yaklaşık 6 m olup, kışın ise 4.5 m seviyesine kadar yükselmektedir.

Deneyde Kullanılan Yazılımlar

Bu çalışmada, Arazi verilerinin sıvılaşma potansiyel hesaplamalarında, HS Jeotek yazılımı kullanılmıştır. Program kullanımı sırasında analiz için; N_{30} değeri, 200 nolu elekten geçen değer, doğal birim hacim ağırlık ve zemin birimi detaylı olarak girilmektedir.

Metot

Bu çalışma kapsamında çalışma alanından elde edilen SPT verileri esas alınarak, orjinal olarak Seed ve Idriss(1971) tarafından geliştirilen ve daha sonra Youd, Idriss, Andrus, Arango ve Castro (2001) tarafından revize edilen sıvılaşma analiz yöntemine göre HS Jeotek yazılımı kullanılarak sıvılaşma analizleri yapılmıştır.

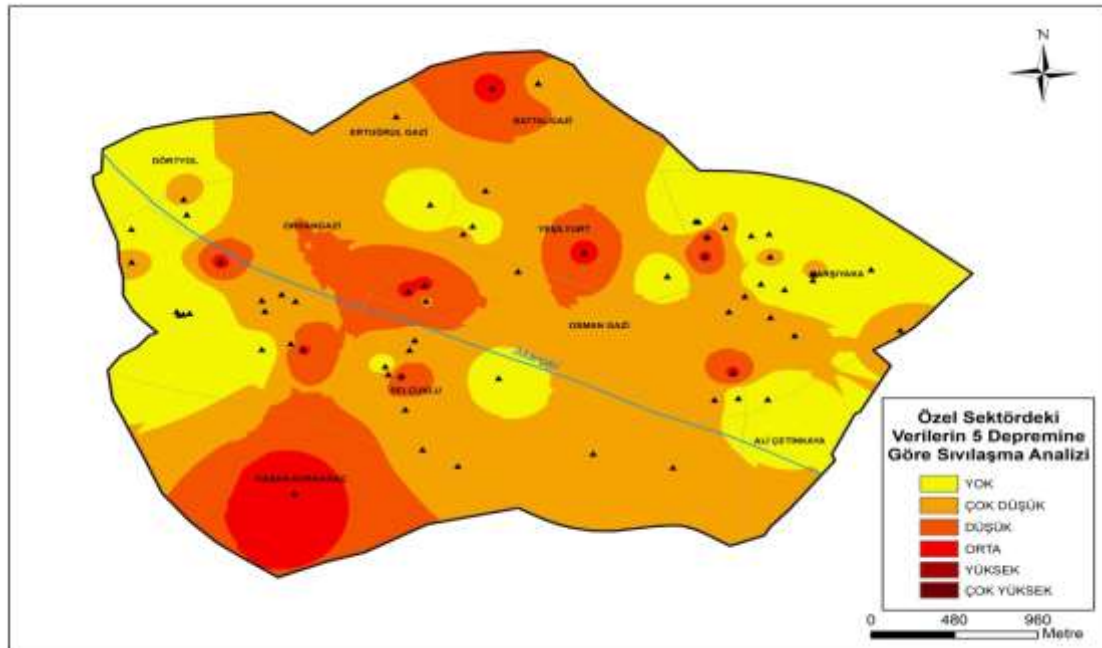
Deprem anında meydana gelen sıvılaşma, üst yapıda büyük hasarlara neden olabilecek bir zemin problemidir. Sıvılaşma kaynaklı hasarı minimuma indirmek için, sıvılaşmanın olabileceği yerler önceden belirlenip zemin iyileştirme metotlarının uygulanması gerekmektedir. Afyonkarahisar Uydükent bölgesi çalışma alanında sıvılaşma potansiyelinin belirlenmesi amacıyla 70 ayrı noktadaki SPT sonuçları dikkate alınmıştır. Ayrıca yapılan sondaj çalışmaları ile alınan zemin numunelerinin fiziksel özellikleri özel sektördeki laboratuvarlarda yapılan deneyler sonucunda belirlenmiştir. Sıvılaşma potansiyelinin belirlenmesinde SPT deney verileri ile yapılan hesaplamalarda Seed ve Idriss tarafından önerilen eşitlik kullanılmıştır.

Sıvılaşma oluşumu efektif düşey gerilme tarafından kontrol edilmektedir. Günümüze değin meydana gelen sıvılaşma olayları incelendiğinde 15 m'nin altındaki derinliklerde rapor edilmiş bir sıvılaşma olayı gerçekleşmemiştir (Özaydın, 2007). Bu durum, bu derinlikte meydana gelen sıvılaşma olayı etkilerinin yüzeye ulaşmadığını ya da belirli bir derinliğin altında sıvılaşma meydana gelmediğini göstermektedir. Bu nedenlerden dolayı çalışma bölgemizde sondaj kuyusunda 20 m sınır noktası seçilmiş ve analizler bu derinliğe göre yapılmıştır (Tablo 1).

Ancak sıvılaşma potansiyelinin belirlenmesinde güvenlik katsayısının (FS) literatürde yapılan çalışmalar neticesinde tek başına yeterli olmadığı görülmüş (Seed ve Idriss, 1971) ve bunun için sıvılaşma risk indeksi (Ls) parametresi belirlenerek bölgenin sıvılaşma risk haritası hazırlanmıştır. Sıvılaşma risk indeksi (Youd, Idriss, Andrus, Arango ve Castro, 2001) $M_w=5.0$, 6.0 , 7.0 olan senaryo bir deprem büyüklüğüne göre belirlenmiş ve sonuçlar hazırlanan haritalar üzerinde gösterilmiştir.

Tablo 1. Verilerin SPT'ye Dayalı Sıvılaşma Riski Analiz Sonuçları

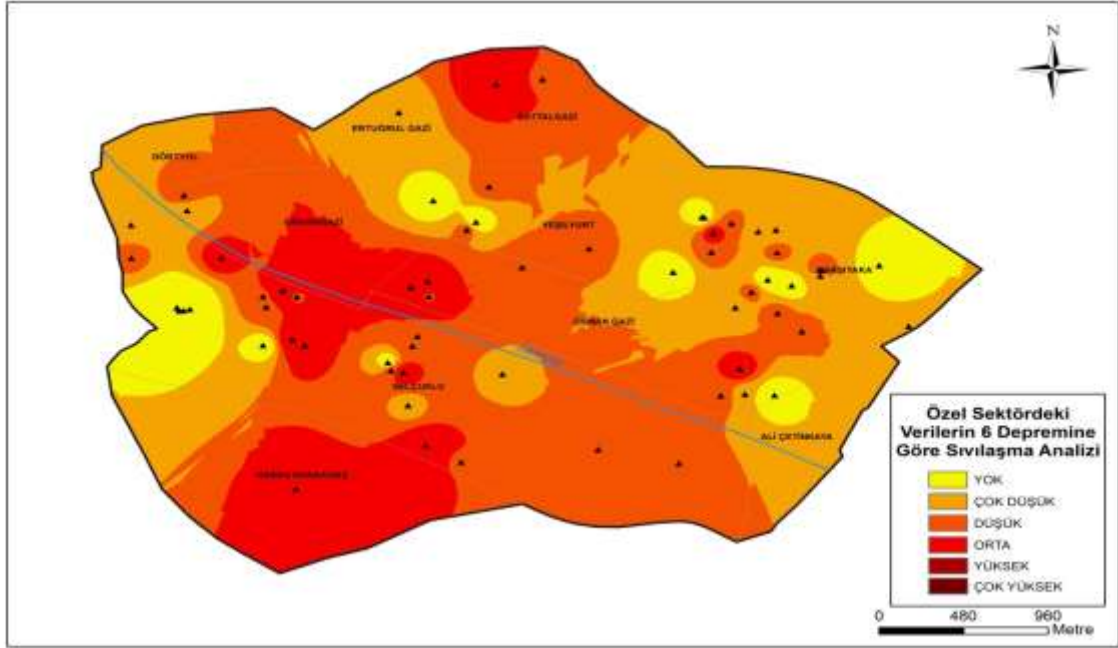
SONDAJ VERİLERİNE GÖRE(%)	YOK	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	ORTA	YÜKSEK	ÇOK YÜKSEK	GENEL SIVILAŞMA RİSKİ(%)
M_w: 5 DEPREMİNE GÖRE	30,55	52,77	15,27	1,38	-	-	69,44
M_w: 6 DEPREMİNE GÖRE	18,05	19,44	41,66	20,83	-	-	81,94
M_w: 7 DEPREMİNE GÖRE	13,88	9,72	40,27	36,11	-	-	86,11



Şekil 5. M_w:5 Depremine Göre Sıvılaşma Risk Analiz Haritası

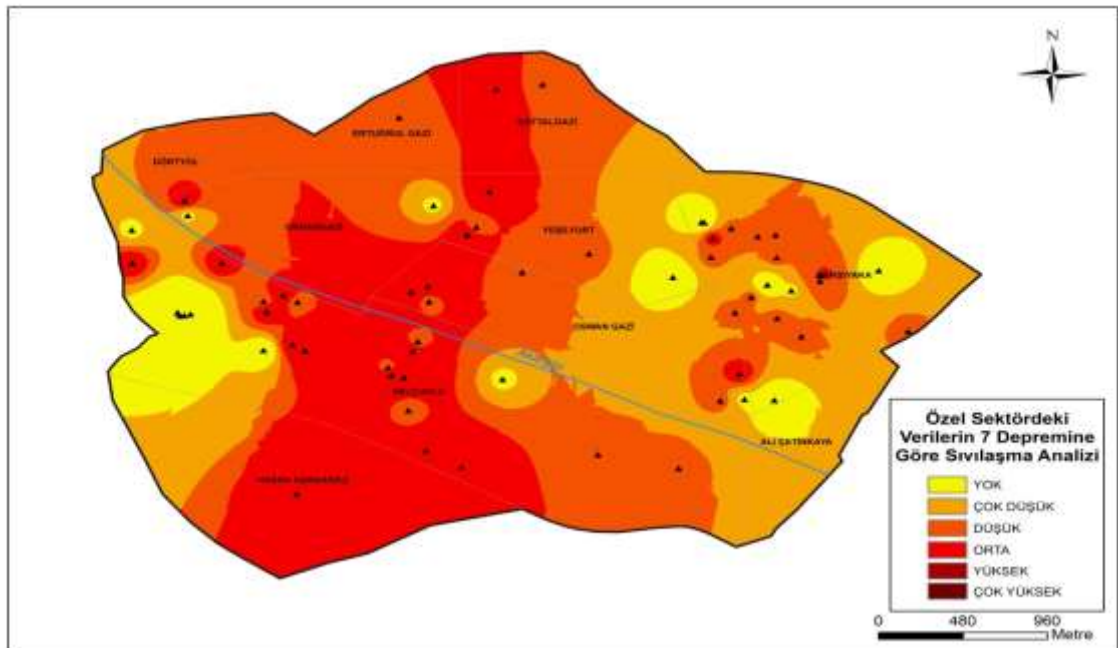
M_w: 5 Depremine göre çalışma alanında Battalgazi, Yeşilyurt, Orhangazi, Selçuklu ve Hasan Karaağaç mahallelerinde sıvılaşma riski "Yüksek" olarak tespit edilmişti. Karşıyaka, Ali Çetinkaya ve Dört Yol mahallelerinin

genelinde ise sivilaşma riski “Yok” olarak tespit edilmiştir. Çalışma bölgesinin geneline baktığımızda ise %69,44 sivilaşma riski olduğu görülmektedir(Şekil 5).



Şekil 6. Mw: 6 Depremine Göre Sivilaşma Analizi Haritası

Mw: 6 Depremine göre çalışma alanında Battalgazi, Yeşilyurt, Osmangazi, Orhangazi, Selçuklu ve Hasan Karağaç mahallelerinde sivilaşma riski “Yüksek” olarak tespit edilmiştir. Karşıyaka, Ali Çetinkaya ve Dörtöyl mahallelerinin belirli bölgelerinde ise sivilaşma riski “Yok” olarak tespit edilmiştir. Çalışma bölgesinin geneline baktığımızda ise %81,94 sivilaşma riski olduğu görülmektedir(Şekil 6).



Şekil 7. Mw:7 Depremine Göre Sivilaşma Analizi Haritası

M_w: 7 Depremine göre çalışma alanında Battalgazi, Ertuğrulgazi, Dörtyol, Yeşilyurt, Orhangazi, Selçuklu ve Hasan Karaağaç mahallelerinde sıvılaşma riski “Orta” veya “Yüksek” olarak tespit edilmiştir. Karşıyaka, Ali Çetinkaya ve Dörtyol mahallelerinin belirli bölgelerinde ise sıvılaşma riski “Yok” olarak tespit edilmiştir. Çalışma bölgesinin geneline baktığımızda ise %86,11 sıvılaşma riski olduğu görülmektedir(**Şekil 7**).

SONUÇLAR

Bu çalışmada, imara açılmış olan ve sıvılaşma potansiyeli taşıyan alandaki standart penetrasyon testi (SPT) verileri ile deprem kaynağı olarak Akşehir Simav Fay Sistemi (ASFS) tespit edilmiştir. Bu fay sisteminin üretmesi beklenen senaryo depremlerin magnitudü 5.0, 6.0, 7.0 olarak, yeni deprem yönetmeliğine göre de maksimum yatay deprem ivmesi 0,4g olarak hesaplanmış olup bu parametrelere göre sıvılaşma analizi yapılmıştır. Analizler sonucu, Bölgede orta ve yüksek sıvılaşma potansiyeli gösterebilen noktalar belirlenmiştir.

Değerlendirilen veriler sonucunda Mw: 5.0, 6.0, 7.0 olan senaryo deprem büyüklükleri dikkate alınarak HS Jeotek analiz programında ayrı ayrı sıvılaşma analizi yapılmıştır. Yapılan analizlere göre; 5 büyüklüğündeki depreme göre bölgenin %69,44'ü, 6 büyüklüğündeki depreme göre bölgenin %81,94'ü, 7 büyüklüğündeki depreme göre bölgenin %86,11'i sıvılaşma riskine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Sıvılaşma analizi için yapılan hesaplamaların kullanılabilmesi için, yönetmeliklerde ve literatürde de belirtildiği üzere sondaj kaya zemine ulaşmıyorsa en az 20 m derinlik için yapılması gerekmektedir. Haritaya göre bazı bölgelerde sıvılaşmaya karşı zemin iyileştirmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

KAYNAKLAR

Demirtaş, R., İravul, Y., & Yaman M. (2002). 3 Şubat 2002 Eber ve Çay Depremleri Ön Raporu, Jeoloji Mühendisliği Haber Bülteni, 1 (2), 58-63.

Eyidoğan, H., & Jackson, J. (1985). A Seismological Study of Normal Faulting in The Demirci, Alas, Ehir and Gediz Earthquakes of 1969-70 in Western Turkey: Implications For The Nature and Geometry of Deformation in The Continental Crust Geophys, 81, 569-607.

Koçyiğit, A., & Deveci, Ş. (2005). Akşehir-Simav Fay Sistemi: Güneybatı Türkiye’de Neotektonik Rejimin Başlama Yaşı ve Depremsellik, Deprem Sempozyumu, Bildiri Özleri Kitabı, Kocaeli, 26-27.

Koçyiğit, A., & Deveci, Ş. (2007). ANS Trending Active Extensional Structure, The Şuhut (Afyon) Graben: Commencement Age of the Extensional Neotectonic Period in the Isparta Angle, SW Turkey, Turkish Journal of Earth Sciences, 16, 391-416.

Koçyiğit, A. (1984). Güneybatı Türkiye ve Yakın Dolayında Levha İçi Yeni Tektonik Gelişim, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 27 (1), 1-15.

Metin, S., Genç, Ş., & Bulut, V. (1987). Afyon ve Yakın Dolayının Jeolojisi, M.T.A. Rap. No: 8103, Ankara.

Özaydın, K. (2007). Zeminlerde Sıvılaşma, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, 231-255.

Seed, H. B., & Idriss, I. M. (1971). Simplified Procedure for Evaluating Soil Liquefaction Potential, Journal of Geotechnical Engineering, Asce, 97(9), 1249-1273.

Sönmez, H. (2006). HS JEOTEK Sıvılaşma Analizi Yazılımı.

Tün, M., Avdan, U., & Güney, Y. (2010). Kentsel Mikrobölgeleme Çalışmalarında Coğrafi Bilgi Sistemi Tekniklerinden Yararlanılması, III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Kocaeli, 11-13.

Ulutürk, Y. (2009). Ömer-Gecek (Afyonkarahisar) Dolayının Jeolojisi ve Suların Kökenselel Yorumu, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Yıldız, A., Dumlupınar, İ., Bağcı, M., Ulutürk, Y., Başaran, C., & Erdoğan, E. (2012). Afyonkarahisar ve Çevresinin Depremselliği, Fen Bilimleri Dergisi, Afyon Kocatepe Üniversitesi.

Youd, T.L., Idriss, I.M., Andrus, R.D., Arango, I., & Castro, G. (2001). Liquefaction Resistance of Soils: Summary Report From The 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF Workshops on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils, Journal of Geotechnical And Geoenvironmental Engineering, Asce, 127(10), 817-832.

<https://deprem.afad.gov.tr/deprem-tehlike-haritasi> / Accessed 03.05.19.