

ELECTRONIC JOURNAL OF VOCATIONAL COLLEGES

THE LATEST TRENDS IN ENGINEERING

SPECIAL ISSUE

MÜHENDİSLİKTE SON TRENDLER

ÖZEL SAYISI

Edt: Olcay Ekşi, Sencer Karabeyoğlu



Kasım 2015
November 2015

Sayı/Number:4
Cilt /Volume: 5
Yıl / Year: 2015

ISSN: 2146-7684

Yayın Sahibi

Publisher

Bora Aslan

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü

Chief Editor

Bora Aslan

Yayın İdare Merkezi

Headquater

Kırklareli Üniversitesi
Lüleburgaz Meslek
Yüksekokulu
Lüleburgaz/Kırklareli

Tel: +90 288 4174996

Faks: +90 288 4174996

<http://www.ejovoc.org>

info@ejovoc.org

Konuk Editörler

Guest Editors

Olçay Ekşi
Sencer Süreyya Karabeyoğlu

Teknik Editör

Technical Editor

Füsun Yavuzer Aslan

Yayın Türü

Type of Publication

6 Aylık Süreli Yayın
Semiannual

Kapak

Coverpage

Füsun Yavuzer Aslan



**Electronic Journal Of
Vocational Colleges**

**Elektronik Meslek
Yüksekokulları Dergisi**

ÖNSÖZ

Kırklareli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünün yardımıyla hazırladığımız EJOVOC'un "Mühendislikte Son Trendler" özel sayısı ile tekrar karşınızda olmaktan büyük mutluluk duymaktayız.

Mühendislik eğitimi ve uygulamaları ile ilgili yeni bir pencere açmak için çıktığımız bu yolda büyük ilerleme kaydettiğimizi düşünüyoruz. Hatırlayacağınız gibi meslek yüksekokullarındaki bilimsel üretime bir dinamizm kazandırmayı hedeflediğimiz dergimiz Aralık 2011'de yayın hayatına başlamıştı. Bunun yanında, henüz 4 yıl önce kurulan mühendislik fakültemiz de vereceği mezunlar ile Kırklareli şehrine değer katacaktır.

Kasım 2015 özel sayısında yayınlanmak için yapılan birçok başvurudan 11 tanesi dergimizde yayınlanmaya hak kazanmıştır. Bu büyük ilgi için yazarlara teşekkürlerimizi borç biliriz.

Dergimizin sürekliliğini sağlamak için kalitesinden ödün vermeden okuyucu ve yazar kitlesini tutabilmenin zorluğunun bilincinde olarak büyük ümitlerle çıktığımız bu yolda desteklerini esirgemeyen üniversite rektörlüğümüze, editörlerimize, yazarlarımıza ve hakemlik yapan araştırmacılarımıza teşekkürlerimizi ve saygılarımızı sunarız.

Yayın Kurulu

PREFACE

We are very glad to present the "Latest Trends in Engineering" special issue of Ejovoc (Electronic Journal of Vocational Colleges) which is prepared by support of Kırklareli University, Engineering Faculty, Mechanical Engineering Department.

We believe that we have made progress in the way to bring a new perspective about Engineering education and applications. As you remember, our journal with which we aim to help energizing the scientific production in the Vocational Colleges began to be published in December 2011. In addition, our Engineering Faculty which was established just four years ago, will add value to Kırklareli city by graduated engineers.

Among many articles sent to be published in the journal's November 2015 special issue, 11 articles are entitled to be issued. We are grateful to the writers for their interest.

Ejovoc aims to continue to broadcast without sacrificing its scientific quality with an awareness of the difficulties such as being accepted as a reputational journal by authors and audience. Ejovoc presents great thanks to Kırklareli University Rectorate, scientific committee, editorial board, authors and referees for their invaluable support.

Editorial Board

İçindekiler / Contents

İSTİFLEME AÇISININ FİBER TAKVİYELİ KOMPOZİT PLAKALARDA ÇARPILMAYA ETKİSİ EFFECT OF STACKING SEQUENCE ON THE WARPAGE OF FIBER REINFORCED COMPOSITE PLATES Kenan ÇINAR	1
DÜŞMELİ DARBE (GARDNER) TESTİNİN ANSYS 14.5 YARDIMIYLA SİMÜLASYONU SIMULATION OF DROP IMPACT (GARDNER) TEST BY USING ANSYS 14.5 Ümit HÜNER	12
WEB İSTATİSTİKLERİNDE MAKİNE ÖĞRENMESİ ALGORİTMALARI İLE KRİTİK PARAMETRE TESPİTİ DETERMINATION OF CRITICAL PARAMETERS THROUGH MACHINE LEARNING ALGORITHMS IN WEB STATISTICS Harun BAYER, Tevfik ÇOBAN	23
ENERJİ KALİTESİ PROBLEMLERİ, ÇÖZÜM ÖNERİLERİ VE UYGULANAN STANDARTLAR Banu TABAK ERGİNÖZ, Hüseyin PEHLİVAN	42
FİZİKSEL PROGRAMLAMA PLATFORMLARI KULLANARAK ELEKTRİKLİ TAŞITLARIN HIZ, BATARYA VE SICAKLIK VERİLERİNİN TAKİBİ TRACING OF VELOCITY, BATTERY AND TEMPERATURE VALUES OF ELECTRIC VEHICLES USING PHYSICAL PROGRAMING PLATFORMS Alpay DORUK, Halil Nusret BULUŞ, Aytaç MORALAR, Soner ÇELEN, Erdiñ UZUN	48
MİKRODALGA BANTLI KURUTUCUDA PATATESİN KURUTULABİLİRLİĞİNİN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ EXPERIMENTAL INVERTIGATION OF POTATO DRYING IN MICROWAVE BELT DRYER İlker Hüseyin ÇELEN, Soner ÇELEN, Aytaç MORALAR, Halil Nusret BULUŞ, Eray ÖNLER	57
AN EXPERIMENTAL AND THEORITICAL STUDY ON THE PRESSURE DROP OF FLUID AT EXTRUSION PROCESS I. S. DALMIŞ, U. GÜLER, A. KARAKOÇA, S. O. ERUSLU	70
İNCE SAC LEVHALARIN YÜKSEK BASINÇ ALTINDA (HYDROFORMING) ŞEKİLLENDİRİLMESİ FORMING OF THIN SHEET METAL AT HIGH PRESSURE (HYDROFORMING) Aytaç MORALAR	78
DEMİRYOLU BİSİKLETİ: GÜNÜMÜZDE KULLANILMAYAN KIRKLARELİ-BÜYÜK MANDIRA DEMİRYOLU HATTI İÇİN ÖNERİLER RAILWAY BIKE: TODAY'S UNUSED RAILWAY KIRKLARELİ-BUYUK-MANDIRA SUGGESTIONS FOR DAIRY RAILWAY LINE Levent GÜNAYDIN	86
VIDEO GÖRÜNTÜLERİNDEKİ SUBLİMİNAL ÇERÇEVELERİN TESPİTİ ÜZERİNE BİR YÖNTEM ÖNERİSİ A SUGGESTION OF METHOD FOR DETECTION OF SUBLIMINAL FRAMES IN VIDEO IMAGES Murat Olcay ÖZCAN, Deniz TAŞKIN, Kenan BAYSAL	94
OPTIMAL NETWORK ARCHITECTURE FOR NUSSELT NUMBER AND FRICTION FACTOR Ahmet TANDIROĞLU	104

İSTİFLEME AÇISININ FİBER TAKVİYELİ KOMPOZİT PLAKALARDA ÇARPILMAYA ETKİSİ

Kenan ÇINAR¹

Özet

Fiber takviyeli kompozit malzemeler pişirme süreci sonrasında kalıptan ayrıldığında tasarlandığı şekilden farklı bir şekil almaktadır. Üreticilerin kullandığı deneme yanılma yöntemleri ile toleranslar içerisinde kompozit parçalar üretilmekte fakat bu yöntem pahalı ve zaman alıcıdır. Bu problemin çözümü mutlak şekil değişimini tahmin etmek ve sonra istenilen son şekil değişimini veren kalıbı tasarlamaktır. Bundan dolayı düz parçaların üretim sırasında çarpılmasını ön gören 3 boyutlu bir sonlu elemanlar modeli geliştirilmiştir. Bunun yanında istiflenme açısının çarpılmaya etkisi incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sonlu elemanlar yöntemi, kompozit malzemeler, süreç modellenmesi, artık gerilmeler.

EFFECT OF STACKING SEQUENCE ON THE WARPAGE OF FIBER REINFORCED COMPOSITE PLATES

Abstract

A fibre reinforced composite part generally takes a different shape from the one that is originally designed after removing from the mould at the end of the curing process. Traditional method used by manufacturers is a trial and error approach to fabricate the composite parts within the dimensional tolerances but this method is very expensive and time consuming. The solution of this problem is to predict the absolute magnitude of the distortion and then to design a mould that gives the desirable final shape according to the prediction. Thus a 3D Finite Element (FE) model was developed to predict the warpage values occur during manufacturing of flat laminates. In addition, the effect of stacking sequence on warpage was investigated.

Keywords: Finite element method, composite materials, process modeling, residual stresses.

¹ Araş. Gör. Dr, Namık Kemal Üniversitesi, kcinar@nku.edu.tr

Introduction

Fibre reinforced composite materials have been increasingly used in various structural components in aerospace, marine, automotive and wind energy sectors. Although manufacturing and investment costs of composite materials are high as compared to conventional materials, primarily metals, their higher strength per unit weight, less machining and fastening operations increase the popularity of composite materials day by day. The direction dependent mechanical properties of composite materials can also be advantageous in some applications where strength is only required in a specific direction.

In aerospace applications, fibre reinforced composite materials are manufactured by autoclave processing in order to achieve low void content (<0.1%) required for aerospace components. In the autoclave manufacturing technique, resin pre-impregnated layers of fibres called prepregs are sequentially laid on the mould in predetermined stacking sequence, covered with a peel ply, breather and vacuum bag in order.

During the process pressure and heat are applied according to the process curing cycle. A different Manufacturer Recommended Cure Cycle (MRCC) is used for each prepreg systems because each prepreg system has different resin chemistry. The aim of the cure cycle is to cure the resin with low void content and bond the resin to the fibres.

In the processing of composite materials, generally the final shape of the composite parts is not the same as the mould shape after the process. Also, process induced distortions cannot be entirely eliminated. In the literature these distortions are represented by spring-in in curved parts and by warpage in flat parts. A reduction in enclosed angles of a curved region is called spring-in. Problems occur during and after the assembly of parts due to poor contact between mating surfaces unless the magnitude of these distortions are predicted within the tolerances. The solution of this problem is very complex because the absolute magnitude of the distortion is difficult to predict and is often variable in production even the production conditions held constant. In manufacturing floor, a trial and error approach is preferred to solve these problems but this method is very expensive and time consuming in manufacturing of large components. If the distortions are predicted closely in advance the investment to the trial and error modification can be prevented. The basic reason behind the distortion is the process induced residual stresses occurring during the manufacturing process. The unbalanced distribution of residual stresses inside the composite materials results in deformation, matrix cracking, and even delamination. In the literature five main mechanisms or sources have been identified responsible for process induced residual stresses; mismatch in the thermal expansion coefficients, resin cure shrinkage, tool-part interaction, cure gradients and volume fraction gradients.

White and Hahn (White and Hahn, 1992) developed a process model which predicts a residual stress history during the curing of composite materials by including the effects of chemical and thermal strains. The mechanical properties of composite materials depend on the degree of the cure state of the composite materials. They used Bogetti and Gillespie's (Bogetti and Gillespie, 1992) cure kinetics model in their study in order to find the degree of cure at the any moment during the cure cycle. The relation

between the degree of cure and mechanical properties is modelled by a power law equation. In their elastic residual stress model, laminated plate theory was used and for viscoelastic residual stress model, the quasi elastic method was used. They combined the cure kinetics and viscoelastic stress analysis to calculate residual moment and in turn find the curvatures simultaneously. In their model, unsymmetrical cross-ply flat laminates were used only. The model did not include the tool-part interaction.

(Johnston et al., 2001) developed a plane strain finite element model which employs a Cure Hardening, Instantaneous Linear Elastic Constitutive (CHILE) model to predict process-induced stress and distortion of composite laminates. They analysed the effect of thermal expansion, cure shrinkage, temperature gradients, degree of cure, resin flow and mechanical constraints on the deformation of the laminates. The tool-part interaction was modelled by elastic “shear layer”, which performed until the tool is removed. Their predicted and measured spring-in values were correlated for $[0]_{24}$ lay-up; however the correlation was bad for $[90]_{24}$.

(Svanberg and Holmberg, 2001,2004 and Svanberget et al.,2005) developed a simplified mechanical constitutive model to predict the shape distortions. They assumed that the mechanical behaviour of the material is constant within rubbery and glassy states and there is a step change in the properties at the glass transition temperature. The rubbery properties they used were simply assumed to be about two orders of magnitude smaller than those in the glassy state. They used three different tool-part interaction models in their FE analysis; freestanding, fully constrained, and frictionless contact conditions. The predictions indicated that the contact boundary conditions give the closest agreement to the measured spring-in. Then they used their finite element model to predict the spring-in in brackets produced by Resin Transfer Moulding. There were no experimental data about the rubbery properties and the tool-part interaction was oversimplified, which were the main drawbacks of their numerical analysis. Comparison between experimental and predicted shape deformations indicate that after the second cure step the predicted spring-in shows good agreement with the experimental values but after the third cure step the prediction is poor. Their predictions overestimate the spring-in angle after the third cure step.

(Ersoy et al., 2010) developed a two-step 2-D finite element model including anisotropy in the thermal expansion coefficient and cure shrinkage to predict the process induced stress and deformation. The two-step model was representing the rubbery and glassy states of the resin. The reason for preferring two-step approach was the complexity of the determining continuous development of material properties during cure schedule. In each step constant material properties were used. Gelation occurs at approximately 30 % degree of cure, and vitrification occurs at approximately 70 % degree of cure for the resin. Gelation and vitrification are considered to be two main transitions during the curing process. Ersoy used these transitions between the steps of his model. In the first step of the model, before vitrification, rubbery material properties were used, whereas in the second step, after vitrification, glassy material properties were used. The development of resin properties at the rubbery state were predicted by using Group Interaction Modelling (GIM) and then the mechanical properties of the composite were predicted through the two different micromechanics methods, namely Self Consistent Field Micromechanics (SCFM) and Finite Element Based Micromechanics (FEBM). The properties of the composite at the glassy state were

determined by both experimentally and numerically. The predictions for the glassy properties were very close to experimental values (Ersoy et al., 2010). In this study, a part geometry and tool material is chosen to minimise the issues related to tool–part interaction and consolidation and hence, the stresses developed before gelation is ignored. Spring-in values predicted by the two-step FEA are very close to the measurements for both unidirectional and cross-ply C-shaped composite parts. The predictions follow the trend of decreasing spring-in with increasing thickness, which matches well with experimental results. The measured spring-in angles are very close to predicted ones for the thicker parts, and slightly lower for the thinner parts, with a maximum difference of 15 %. Wisnom et al. explained the phenomenon of decreasing spring-in with increasing thickness by some shear deformation (shear-lag) between plies to maintain the same arc length during curing, which in turn decreases the amount of in-plane stress and causes smaller spring-in values(Wisnom et al., 2007).

The first objective of this study is to investigate the effect of stacking sequence on the warpage of the flat laminates. The second objective of this study is to develop three dimensional FE model to predict the process induced deformations for an autoclave processing of composite flat laminates by taking into account the interactions in early stages of cure. The predictions of shape distortions of parts obtained by the process models are then compared to the distortions measured by 3d laser scanning.

Experimental work

Materials and Manufacturing

The 4 plies of flat laminates with the dimension of 300x50 mm were manufactured by using an autoclave. The autoclave has a inner diameter of 1200 mm and a working length of 1500 mm. (Figure 1) shows a flat composite laminate prepared within a vacuum bag on the flat tool plate prior to curing.

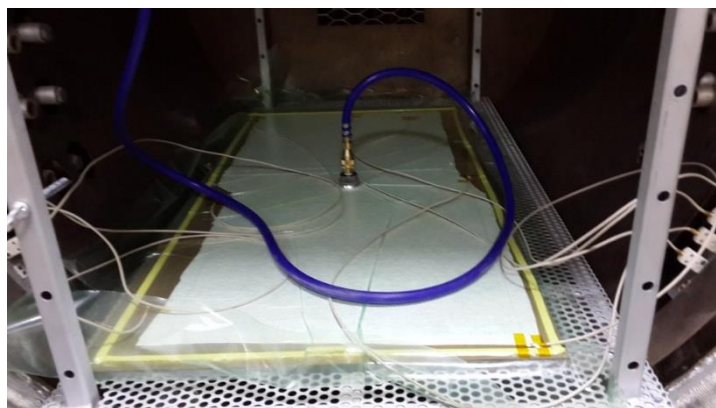


Figure 1. Flat composite plate bagged up on a steel tool inside the autoclave.

The magnitude of warpage was compared by changing the stacking sequence of the samples. The stacking sequence of the manufactured strips are given in (Figure 2). The length and the width of the strips are 300 mm and 50 mm respectively, as shown in

(Figure 2). The stacking sequence of the UD samples are $[90]_4$ and XP samples are $[90/0]_s$ and $[0/90]_s$.

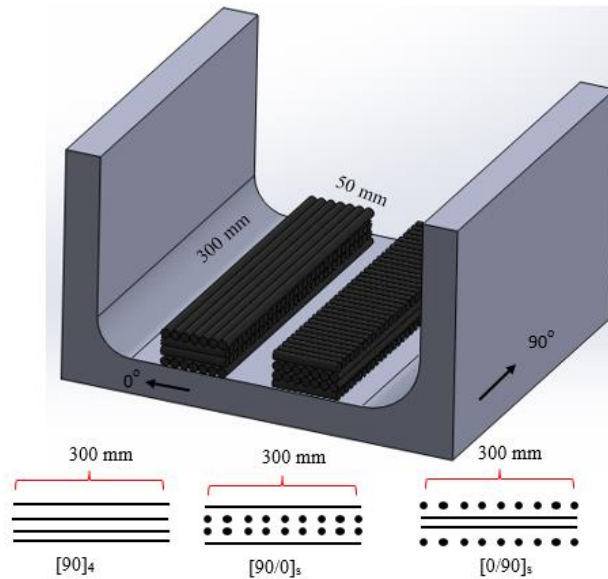


Figure 2. Schematic representation of strip placement and stacking configuration.

Materials Used

The material used was a unidirectional carbon-epoxy prepreg material produced by Hexcel Composites with a designation of AS4/8552. The nominal thickness of the single prepreg was specified to be 0.184 mm and the nominal fibre volume fraction as 57.4%. The physical properties of the prepreg used are given in (Table 1).

Table 1. Physical properties of AS4/8552

	Value	Units
Fibre Density	1.79	g/cm^3
Resin Density	1.30	g/cm^3
Nominal Cured Ply Thickness	0.184	mm
Nominal Fibre Volume	57.42	%
Nominal Laminate Density	1.58	g/cm^3

The manufacturer's Recommended Cure Cycle (MRCC) includes five steps. In the first step, the part is heated up to 120°C at 2°C/min. In the second step, it is held at 120°C for 60 minutes. In the following step, it is heated up from 120°C to 180°C at 2°C/min. Then, the part is held at 180°C for 120 minutes. Finally, the part is left to cool down to room temperature before removal from the mould. 0.7 MPa pressure is applied

from the beginning to the end of the process and vacuum is applied up to the middle of the second step.

Measurement of Part Geometry

The parts manufactured were scanned by a METRIS MCA II 7- axis laser scanner in order to capture the full deformation pattern of the parts. The scanned geometry of the part in the form of a point cloud was virtually placed on the nominal tool through three edge points and the gap distances between the tool and the part are found using a commercial software.

Numerical Method

The three-step 3-D finite element model including anisotropy, cure shrinkage, consolidation, and tool-part interaction was developed to simulate the process-induced distortion.

Steps of Analysis

The resin states with respect to the MRCC is shown in (Figure 3a) together with the glass transition temperature and degree of cure of the resin. The gel point which is defined as the point where the prepreg is cured enough to sustain in-plane shear stresses, and the vitrification point at which the instantaneous glass transition temperature reaches the process temperature are also indicated. The resin is believed to be gelled at around 160 °C during the second ramp as a sharp rise of the glass transition temperature. The vitrification where the glass transition temperature reaches the process temperature occurs 45 minutes after the 180 °C soak period starts [75]. The steps of the FE model are shown in (Figure 3 b). The whole cure stage was divided into three distinct regions according to resin modulus development during curing. Actually resin in the viscous form does not sustain any mechanical loads but the entangled fibres within the resin can bear some mechanical load in the viscous state so that linear elastic behaviour is assumed in the viscous step.

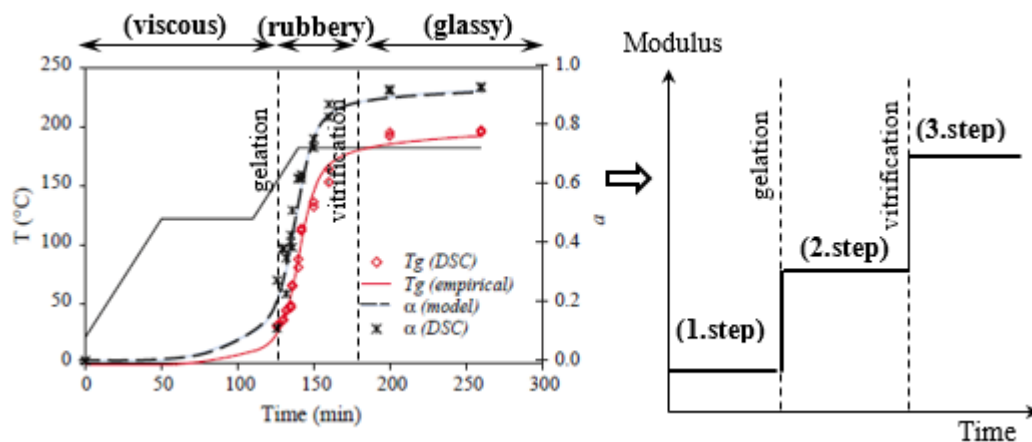


Figure 3. a) Various stages of the MRCC, b) Steps of FEM model

In the first step, before gelation, consolidation takes place as the voids are suppressed, expelled from the composite, and extra resin bleeds out in this step. Due to the difficulty in measuring the mechanical properties in the viscous state, there is no reliable data available for this state in the literature. In order to investigate the effect of the shear modulus in the viscous state, a parametric study is carried out by taking the shear modulus as different fractions of the rubbery shear modulus.

In the second step, between gelation and vitrification, rubbery material properties were used. Due to cross-linking reactions, cure shrinkage takes place during the curing of thermosetting resins, which results in contraction in the through thickness direction.

In the last step, after vitrification, glassy material properties were used in the model. The resin vitrifies and transforms to the glassy state and the resin modulus increases to a magnitude of a few GPa. The stresses developed in the viscous and rubbery states are rearranged as the part is allowed to deform freely as it cools down to room temperature by removing the boundary conditions.

The properties of AS4/8552 composite in the rubbery and glassy states were found in previous work [75] and are shown in Table 3.1. Cure shrinkage and CTE of the composite in the fibre direction assumed to be zero in Table 3.1. Gelation occurs when the temperature reaches to 160°C during the second ramp and vitrification occurs at 45 min after the start of the second hold at 180°C [29,75]. The CTE value given in this table for glassy state is the nominal value, and actual values are calculated as a function of corner thickness. To obtain the experimentally measured 0.48% [81] transverse cure shrinkage in the rubbery state, an equivalent negative Coefficient Of Thermal Expansion is used as given in Table 2. In Step-1 and Step-2, an autoclave pressure of 0.7 MPa is applied on the bag surface of the part. In Step-3, the applied pressure is removed, the part is separated from the tool and spring-in and warpage develops. A uniform temperature was assigned to the parts because the temperature range measured across the thickness and in the plane of the part at eight stations was within a 3 °C band for even the thickest (16 plies) laminates.

Table 2. Material properties in the rubbery and the glassy state [29].

Property	Unit	Rubbery	Glassy
E_{11}	MPa	132200	135000
$E_{22} = E_{33}$	MPa	165	9500
$G_{12} = G_{13}$	MPa	44.3	4900
G_{23}	MPa	41.6	4900
$\nu_{12} = \nu_{13}$	-	0.346	0.3
ν_{23}	-	0.982	0.45

α_{11}	$1/^\circ\text{C}$	-	0*
$\alpha_{22} = \alpha_{33}$	$1/^\circ\text{C}$	-31.7	32.6
ε_{11}^{cure}	%	0*	-
$\varepsilon_{22}^{cure} = \varepsilon_{33}^{cure}$	%	0.48	-

*Assumed to be zero

Meshing and Boundary Conditions

A convergence study was performed in order to find the optimum mesh size. CPU times and deformation at the tip of a laminate were compared between C3D8 and C3D20R elements for UD4R25 sample (4-ply L shaped unidirectional laminate) by changing the element size. According to mesh convergence all 3D analysis were done using C3D20R elements of 3x3 mm.

Material orientation for 4 ply cross-ply laminate (XP4) is shown in (Figure 4). For this stacking sequence the bottom and the upper plies are fibre dominated along 1 direction, whereas the plies between the bottom and upper ply are resin dominated along the 1 direction.

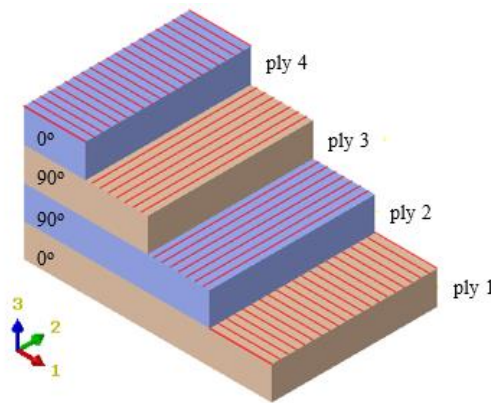


Figure 4. Material orientation used in ABAQUS for 4 -ply cross-ply laminate (XP4) with the designation of $[0/90]_s$

Flat strip parts are modelled with quarter of the full part by using symmetry boundary conditions. The symmetry planes and symmetry boundary conditions are shown in (Figure 5).

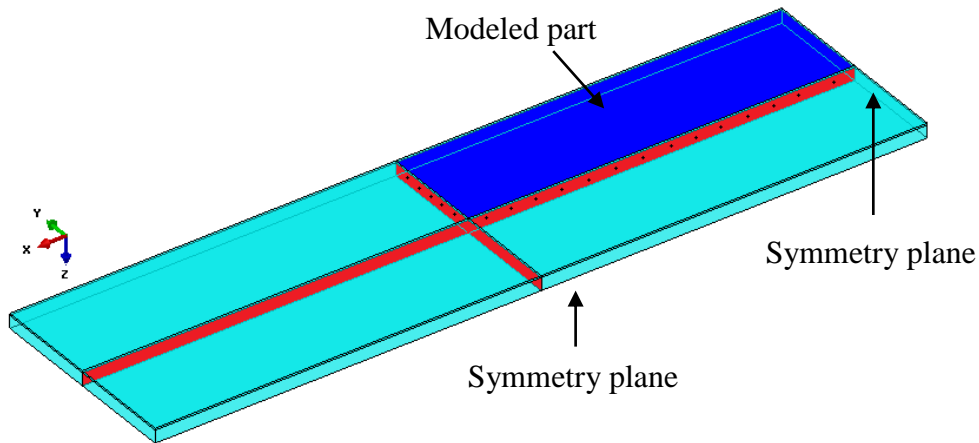


Figure 5. The symmetry planes and symmetry boundary conditions for flat strips parts

The sliding boundary conditions applied on the bottom surface of the tool that enables the tool to expand or contract along the in plane directions (x and y). The tool can extend or contract freely. Autoclave pressure is applied as a surface pressure on the upper surface of the laminate. Contact elements are used between the ply and the tool. The tool-part interaction to be sliding with constant shear stress and is assumed to be same for the two in-plane directions. Boundary conditions and applied autoclave pressure can be seen in (Figure 6).

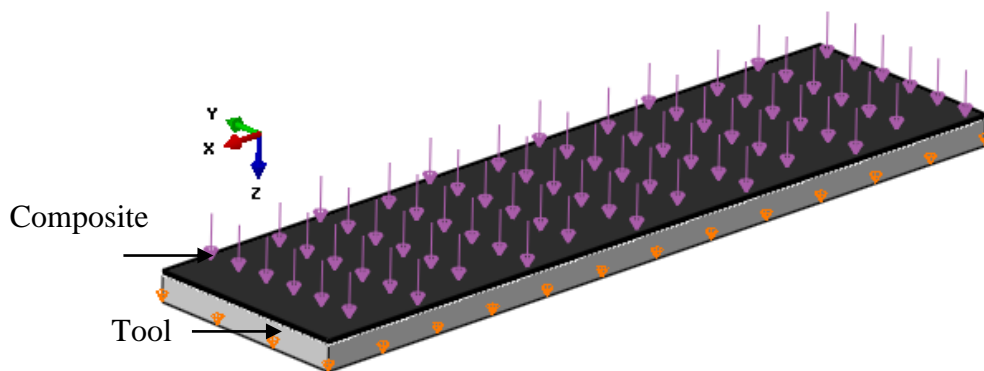


Figure 6. Loading and boundary conditions for flat strip parts.

Results and Discussion

The magnitude of warpage in unidirectional and cross-ply laminates was compared by changing the stacking sequence of the samples. It was observed that stacking sequence has a pronounced effect on distortion basically because of the effect of bending stiffness on warpage.

It was observed that unidirectional $[90]_4$ strip gives more warpage than cross-ply strips of $[0/90]_s$ and $[90/0]_s$ lay-up although both samples were subjected to the same tooling constraints. The reason behind this observation is as follows: tool-part

interaction effect is more pronounced for the $[90]_4$ samples due to stretching of fibres in 90 degree ply close to the tool. This generates more residual stress inside the laminate as compared to the other configurations. The warpage values are represented in (Figure 7).

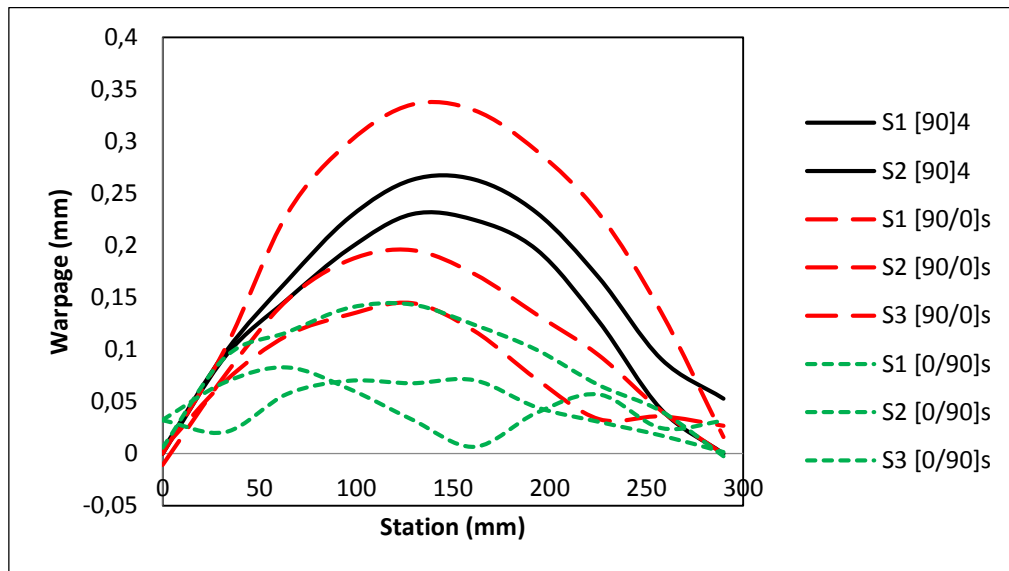


Figure 7. Warpage values for different stacking sequence

The warpage values were represented in (Figure 8). The solid continuous lines represented results of FEM and the dashed continuous lines represent the measured data. Three stacking sequences were modelled and manufactured: $[90]_4$, $[0/90]_s$, and $[90/0]_s$. Strips of $[0]_4$ were manufactured but warpage measurement could not be done due to lower bending stiffness so that FEM results were not added to the Figure 8. Predictions for the configuration of $[90]_4$ and $[90/0]_s$ strips are agree well with the measured data. On the other hand the model over predicted the warpage of $[0/90]_s$ strips.

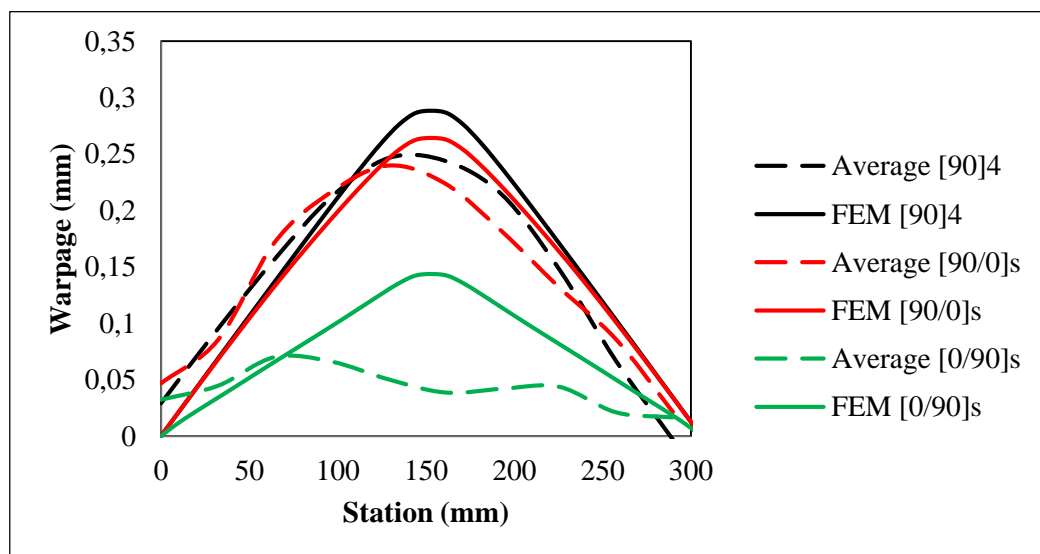


Figure 8. Spring-in predictions for flat strip parts of 300 mm length.

Conclusions

Fiber reinforced composite strips were manufactured and warpage values were measured and compared to the model results to investigate the model prediction capability. Also effect of stacking sequence on warpage was investigated. It was observed that unidirectional $[90]_4$ flat strip gives more warpage than cross-ply flat strips of $[0/90]_s$ and $[90/0]_s$ lay-up although both samples were subjected to the same tooling constraints. The reason behind this observation is as follows: tool-part interaction effect is more pronounced for the $[90]_4$ samples due to stretching of fibres in 90 degree ply close to the tool. This generates more residual stress inside the laminate as compared to the other configurations.

References

- White, S.R., and Hahn, H.T., (1992). Process Modelling of Composite Materials: Residual Stress Development during Cure. Part I. Model Formulation. *Journal of Composite Materials*, 26(16), 2402-2422.
- Bogetti, T.A., and Gillespie, J.W., (1992). Process-induced Stress and Deformation in Thick-section Thermoset Composite Laminates. *Journal of Composite Materials*, 26(5), 626-660.
- Johnston, A., Vaziri, R., and Poursartip, A., (2001). A Plane Strain Model for Process-induced Deformation of Laminated Composite Structures", *Journal of Composite Materials*, 35(16), 1435-1469.
- Svanberg, J.M., and Holmberg, J.A., (2001). An Experimental Investigation on Mechanisms for Manufacturing Induced Shape Distortions in Homogeneous and Balanced Laminates, *Composites Part A*, 32, 827-838.
- Svanberg, J.M., Altkvist, C., and Nyman, T., (2005). Prediction of Shape Distortions for a Curved Composite C-spar, *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 24, 323.
- Svanberg, J.M., and Holmberg, J. A., (2004). Prediction of Shape Distortions. Part II. Experimental Validation and Analysis of Boundary Conditions, *Composites: Part A*, 35, 723-734.
- Ersoy, N., Garstka, T., Potter, K., and Wisnom, M.R., Porter, D., and Stringer, G., (2010). Modelling of the Spring-in Phenomenon in Curved Parts Made of a Thermosetting Composite, *Composite Part A*, 41, 410-418.
- Ersoy, N., Garstka T., Potter K., Wisnom M.R., Porter D., Clegg M., et al. (2010). Development of the properties of a carbon fibre reinforced thermosetting composite through cure. *Composites: Part A*, 41, 401-409.
- Wisnom, M.R., Ersoy. N., and Potter. K.D., (2007). Shear-lag analysis of the effect of thickness on spring-in of curved composites. *Journal of Composite Materials*, 41(11) ,1311-1324.
- HexPly 8552 Epoxy matrix, Product Data, Hexcel Composites.

DÜŞMELİ DARBE (GARDNER) TESTİNİN ANSYS 14.5 YARDIMIYLA SİMÜLASYONU

Ümit HÜNER¹

Özet

Mühendislik malzemelerinde darbe dayanımı özelliklerinin bilinmesi tasarım açısından oldukça önemlidir. Gardner darbe testi düz plaka şeklinde üretilen plastik, kompozit, cam ve kauçuk malzemelerin darbe enerjisini belirlemede kullanılır. Yöntem uygulanırken 20-30 adet arası standart numuneye ihtiyaç duyulurken, özel üretim parçalarda bu sayının elde edilmesinde sıkıntı yaşanmaktadır.

Bu çalışma kapsamında bilgisayar ortamında modelleme ve analiz yöntemleri kullanılarak Gardner testinde ihtiyaç duyulan numune sayısını aza indirebilecek analiz sonuçları elde edilmeye çalışılmıştır. Yapılan çalışmalarda gerçek deneyde elde edilen enerji değerlerine 5,8%, 7,4% ve 9,2% oranlarında yaklaşılrken, yüksek hızlarda analiz sonuçlarında sapmanın daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gardner darbe testi, Ansys, darbe enerjisi

SIMULATION OF DROP IMPACT (GARDNER) TEST BY USING ANSYS 14.5

Abstract

Determining the impact resistance properties of engineering materials is very important in terms of design. Gardner impact test used to determine the impact energy in the form of a flat plate made of plastic, composite, glass and rubber materials. When applying the method 20-30 sample was required by international standards, obtaining this number is problems in experienced in special production pieces.

In this study, using computer modeling and analysis methods, the results analysis could reduce the number of samples needed in the Gardner test at least has tried to obtain. In this study, experiments in the real value of energy obtained 5.8%, 7.4% and 9.2% rate in approached, the deviation in the results of the analysis were found to be more at high speeds.

Keywords: Gardner impact test, Ansys, impact energy

¹ Araş. Gör. Dr., Trakya Üniversitesi, umithuner@trakya.edu.tr

Giriş

Mühendislik tasarımında kullanılan malzeme her yönden ihtiyacı karşılayacak şekilde olmalıdır. Çekme, basma, eğilme gibi dayanım özelliklerinin yanında darbe de malzeme seçimini böylelikle tasarımı etkilemektedir. Özellikle hava araçları ve otomotiv sektöründe kullanılan malzemenin darbe dayanım özelliklerinin bilinmesi, üretimden çalışma şartlarına kadar oldukça fazla etkiye sahiptir (Jang,1991).

Ağırlık düşmeli darbe testi plastikler, kompozit malzemeler, kauçuklar, cam ve lamina yapılar için tasarlanmış darbe anında depolanan enerji miktarını ölçmeye yarayan darbe test yöntemlerinden biridir. Düşük hızlı darbe yöntemi sınıfına dahil olan bu yöntem aynı zamanda Gardner Impact ismiyle de anılmaktadır. Kare veya yuvarlak profile sahip plaka şeklindeki numunelere uygulanan yöntem malzeme üzerinde standardı belirlenmiş bir uç yardımıyla hasar oluşturmak kaydıyla enerji hesabı yapılarak gerçekleştirilir. Düşmeli darbe testi uygulandığı zaman iki kategoride sınıflanabilen hasar oluştuğu görülmektedir. Birincisi açık bir şekilde görülebilen (CVID- clearly visible impact damage) hasarlar iken ikincisi kısmi görülebilen (BVID- barely visible impact damage) hasarlardır (Miller,2011).

Hosseinzadeh ve arkadaşları (2006) yaptıkları çalışmada düşük hızlı darbe deneyi yaparak karbon elyaf takviyeli ve cam/karbon hibrit kompozitlerin darbe özelliklerini belirlemişlerdir. Aynı çalışmada Ansys LS DYNA modülünü kullanarak modelleme yapmışlar ve analiz sonuçlarını gerçek deneyle kıyaslamışlardır. 30 J darbe enerjisi uyguladıkları malzemelerde gözle görülür hasar oluşmazken, 50 J seviyesinde kısmen görünür ve 100 J seviyesinde ise tam görünür hasar tespit etmişlerdir.

Sevkat ve arkadaşları (2009) yaptıkları çalışmada hibrit kompozit panellere düşmeli darbe testi uygulayarak dayanımlarını ölçmüşlerdir. Ayrıca LS DYNA kullanarak çalışmalarını modellemiş ve analiz sonuçlarında gerçeğe yakın sonuçlar elde etmişlerdir. 3,9 m/s hız için 47 J darbe enerjisi elde edilirken, 6,3 m/s hız için 122 J değerinde enerji sonucuna ulaşmışlardır.

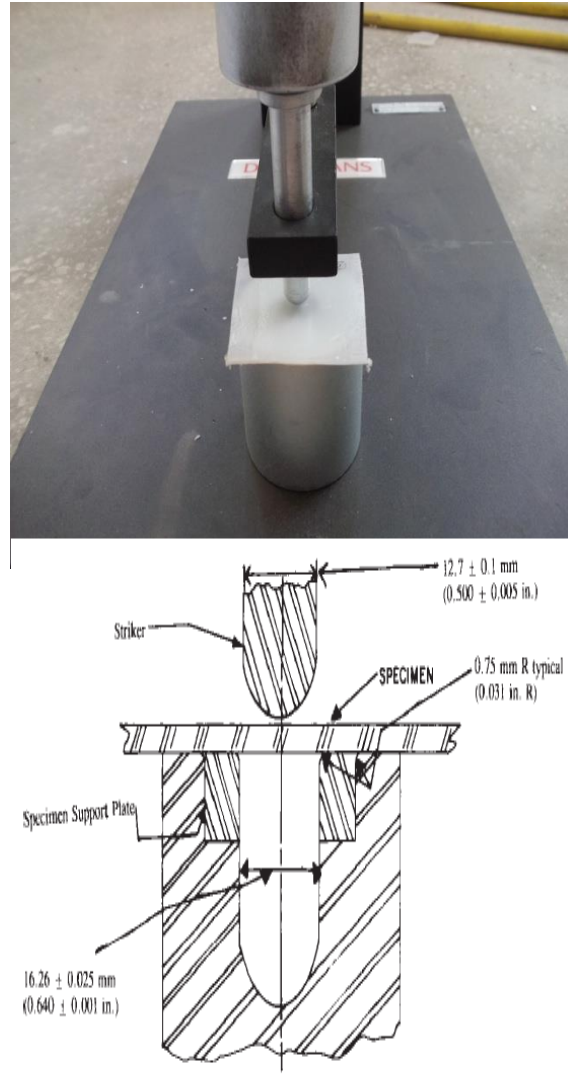
Tahribatlı muayene yöntemlerinde hasar alan numunenin tekrar kullanılması söz konusu değildir. Hassas çalışmalarda yeterli test numunesi bulmak ve işlemleri hatasız yerine getirmek gerektirmektedir. Düşmeli darbe deneyinde kullanılan numune sayısı 20-30 arası değişmektedir. Bu sayıda numuneye ihtiyaç duyulmasının sebebi başlangıç hasarının nereden başlayacağını bilmemesidir.

Bu çalışmanın amacı düşmeli darbe testinde gereksinim duyulan numune sayısını azaltmak ve testi gerçekleştirilmeden bilgisayar ortamında modellenmiş testten elde edilen verilerin güvenilirliğini araştırmaktır.

Yöntem

Gardner Darbe Testi

ASTM D 5420 standardında yapılan testte pim ve ağırlık GE (Gardner E tipi) standart ölçülerindedir. Devostrans marka cihazın 3,6 kg çekiç ağırlığı 12,70mm \pm 10 mm pim ucu, 16,26 \pm 0,025 mm numune destek çapı mevcuttur. Mevcut sistemin fotoğrafı Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1: Gardner Darbe Test Cihazı (ASTM D5420)

Yapılan test yardımıyla malzemenin darbe dayanımı yanında çatlak ilerlemesi gibi hasar oluşumu parametreleri de gözlemlenmektedir. Her bir malzeme türü için 20 adet düşme testi uygulanarak ortalama değerlerde hasar enerjisi tespit edilmektedir. Sonuçları elde etmede kullanılan tablo ve örnek hesaplama aşağıda tablo 1’de gösterilmiştir.

Test prosedürü, test numunelerinin 50% sinin hasarına sebep olan enerjiyi hesaplamaya dayanır. Bruceton Staircase yöntemi ya da Yukarı-Aşağı yöntemi de denilen işlemde “ortalama hasar enerjisi” hesaplanmaktadır. Test darbe direncini hassas şekilde belirlemede gerekli numune sayısını azaltmak için ortalama değerler civarında yoğunlaşmaktadır. Ayrıca bu yöntem farklı darbe ucu ölçüleri ve farklı tutuculara izin vererek numune sınırlamasını kaldırmaktadır (Gonzalez,2012 ve Hebert,2008).

Tablo 1: Gardner darbe testi hesaplama tablosu (ASTM D 5420) GE

Toplam düşme Yüksekliği (mm)	Test verileri (X: hasarlı, O:hasarsız)																				n _x	n ₀	i	n _i	in _i	i ² n _i
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20						
1600	X																									
1200		X																								
1000			X																							
900																										
600				X			O					X									1	2	2	2	4	8
575					X		O				X	O	O								2	3	0	3	0	0
550						O		O						O				X	X	0	3	3	3	9	27	
525									O							O										
500																										
400																										
375																										
350																										
325																										
																				Toplam	3	8	5	8	13	35
																					(N)	(N)	(N)	(N)	(B)	

GE: Gardner E tipi Standard

h₀: Düşme Yüksekliği, d: artım aralığı, N: Sayı, h: Aranan yükseklik, N_x: Hasarlı darbe sayısı

N₀: hasarsız darbe sayısı

h₀= 450; N=N_x=9; d=25

h = h₀ + dn (A/N - 0.5), h = 450 + 25 (6/9 - 0.5), h = 454.2 mm

s_n = 1.62d_n [B/N - (A/N)²] + 0.047 d_n, s_n = 1.62(25) [8/9 - (6/9)²] + 0.047(25), s_n=19.2 mm

s/d = 19.2/25=0.77; G= 1.035 (Tablo X)

s_n = Gs_n/√N = 1.035 (0.77)/ √9 = 0.27 mm

Düşmeli Darbe (Gardner Impact) Testinin Bilgisayar Modellemesi

Çalışma kapsamında gerçek deneyde kullanılan numunelerin mekanik ve fiziksel özellikleri modellenen parçalara aktarılmıştır. Darbe test numunesi olarak YYPE (yüksek yoğunluklu polietilen) malzeme seçilirken darbe ucu olarak ASTM D 5420 GE standardında çelik uç kullanılmıştır. Çelik uç ve YYPE plakadan oluşan darbe deney sistemi montaj olarak Solidworks'te modellenmiş olup, Ansys Workbench 14.5 programında Explicit Dynamics modülünde analiz edilmiştir.

Ansys Workbench'te Analizin Yapılması

Ansys Workbench 14.5 'te Explicit Dynamics modülünde öncelikle malzeme özellikleri tanımlanmıştır. Explicit materials bölümünde seçilen polietilen ve çelik malzemelerin özellikleri ile gerçek deneyde kullanılan malzeme özellikleri gerekli görüldüğü yerlerde değiştirilerek gerçeğe en yakın sonuç elde edilmesi amaçlanmıştır. Program malzeme bölümünde seçimi yapılan malzemelere ait bazı özellikler aşağıdaki Tablo 2'de gösterilmektedir. Mie-Grüneisen hal denklemleri program tarafından otomatik olarak seçilmiştir. Malzeme özelliklerindeki bazı katsayılar bu hal denklemlerine aittir.

Tablo 2: Kullanılan malzemelere ait özellikler

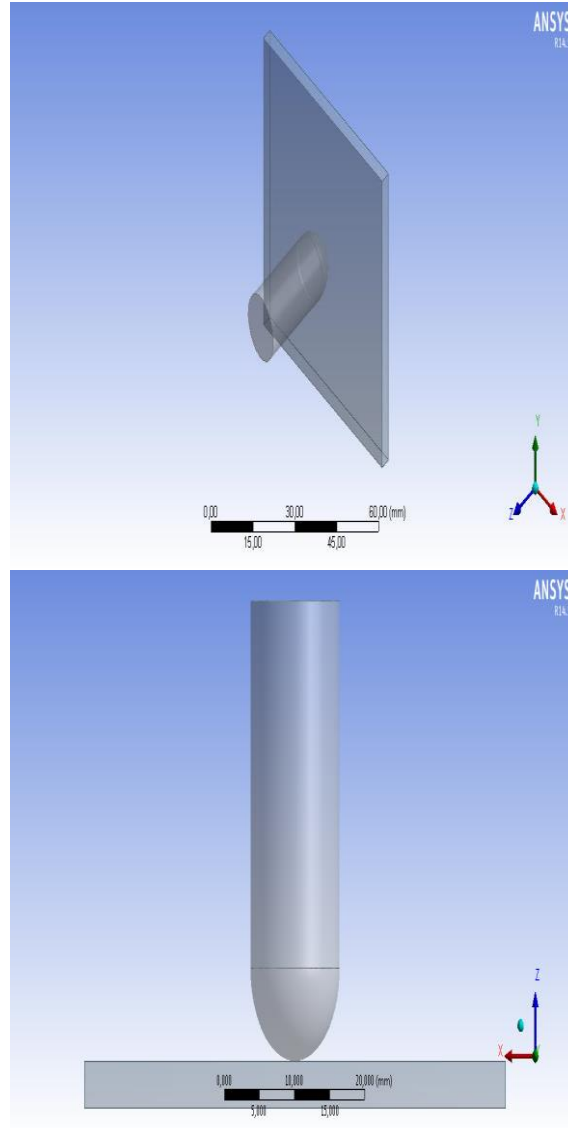
Malzeme	Yoğunluk g/cm ³	Kayma Modülü (G) MPa	Grüneisen Katsayısı	C1 parametresi m/s	S1 parametresi
YYPE (yüksek yoğ. Polietilen)	9,15	210	1,64	2901	1,481
ÇELİK (1006)	7,896	8180	2,17	4569	1,49

Mie-Grüneisen darbe için hal denklemi;

$$p = \frac{\rho * C_0^2 * X}{(1-X)^2} * (1 - \Gamma * X/2) + \Gamma * E \quad (\text{Meyer,1994})$$

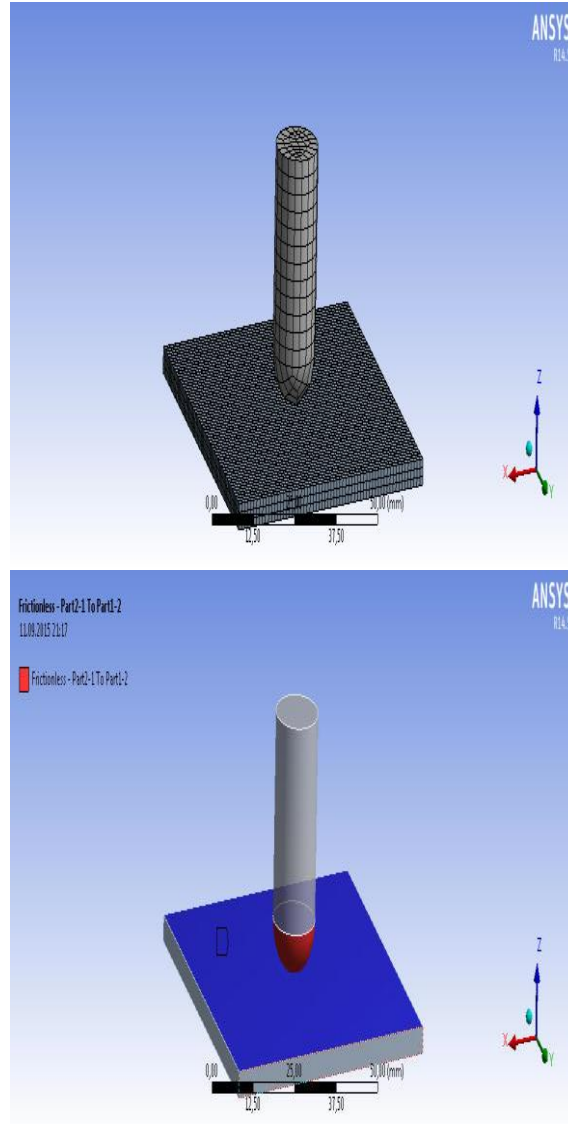
Explicit dynamics'te bir sonraki adım modelin programın ilgili bölümüne (GEOMETRY) getirilmesidir. Bu bölümde Solidworks'te tasarlanmış plaka ve çelik uçtan oluşan montaj çağrılarak yükleme işlemi tamamlanır. Şekil 2'de çağrılan model görülmektedir.

Γ : Darbe eneji, E: Elastisite modülü, X: Mesafe ρ : Yoğunluk C_0 : Grüneisen katsayısı, p: Kuvvet



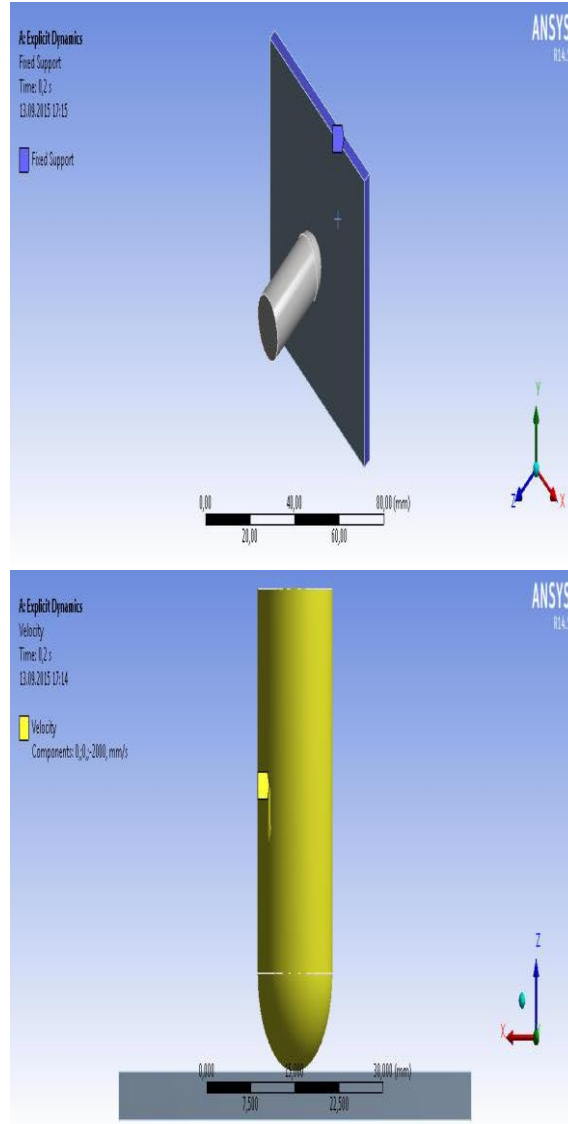
Şekil 2: Modellenmiş malzemelerin Ansys'teki görüntüsü

Modelin programa aktarılması işlemi tamamlandıktan sonra malzemelerin atanması ve meshleme yapılması için MODEL bölümüne geçilir. Malzeme tanımı önceden yapıldığı için sadece ilgili parça seçilir ve yükleme tamamlanır. Darbe sırasında malzemelerin birbiriyle olan ilişkisini de bu bölümde tanımlıyoruz. Bağlantılar (connections) kısmında gerekli ayarlamalar yapılır hangi yüzeylerin ne şekilde temas edeceği belirtilir. Şekil 3'te bu aşamalar gösterilmektedir.



Şekil 3: Mesh yapılmış ve bağlantıları tanımlanmış modeller

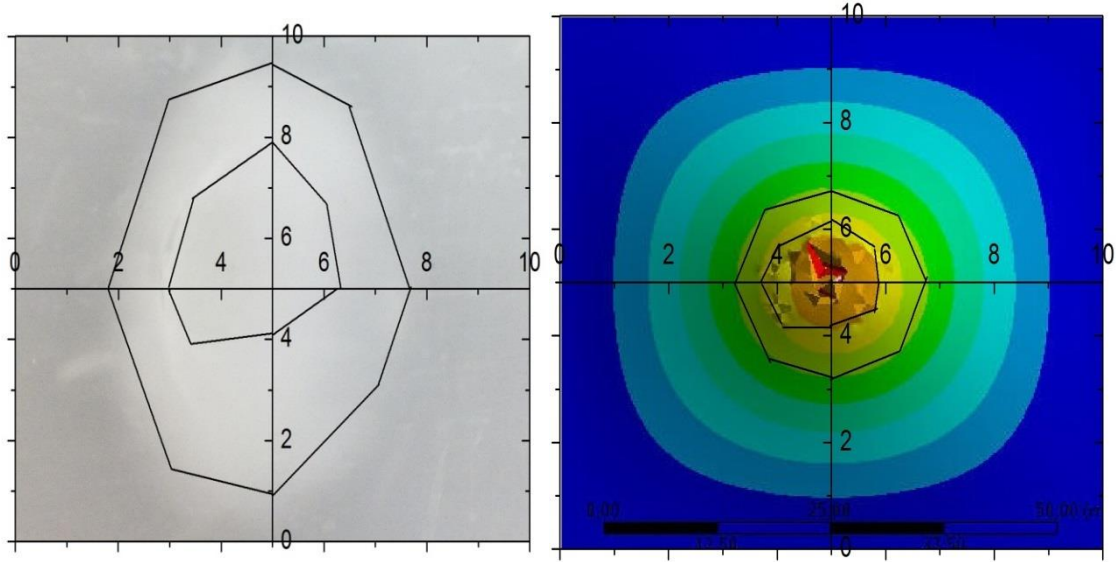
Set-up bölümünde ise sistemin yüklemeleri ve kısıtlamaları girilir. Plaka dörtkenarından sabitlenirken, çelik pime hız olarak yükleme yapılır. Analiz ayarlarında ise çarpışma süresi girilir. Çarpışma süresi deney sırasında ölçülen değer alınırken, darbeyi gerçekleştiren çelik pimin hızı momentum ve enerji denklilikleriyle hesaplanıp yazılır. Şekil 4’te bu aşamalara ait görüntüler verilmektedir.



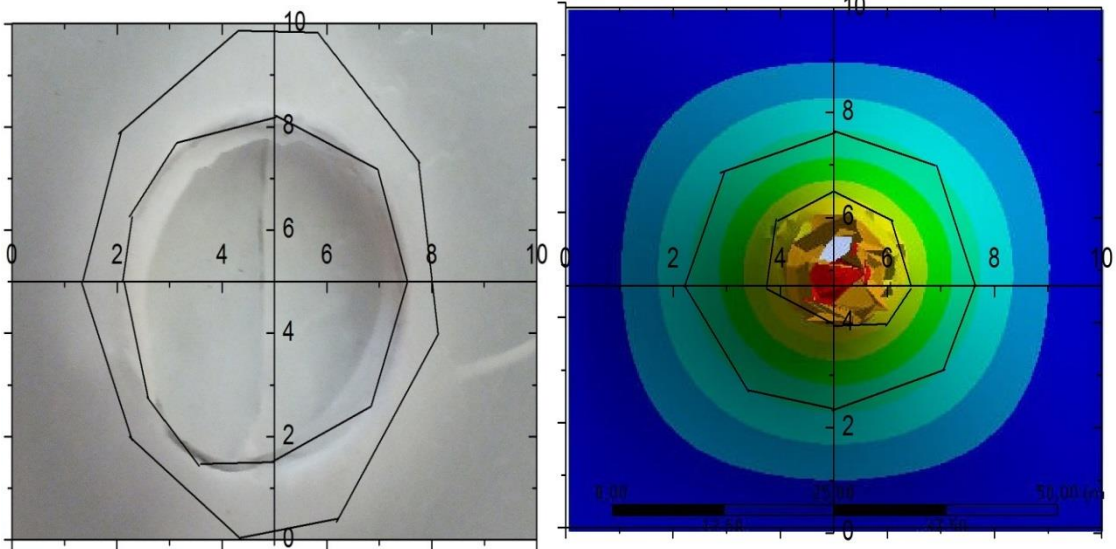
Şekil 4: Kısıtlamaları ve yüklemeleri yapılmış olan modeller

Bulgular

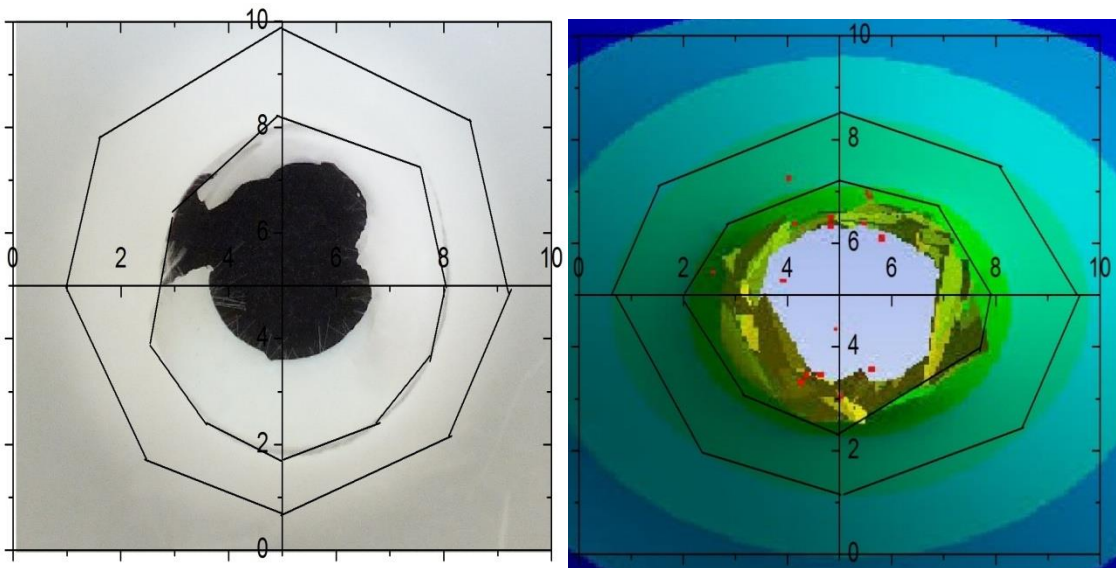
Darbe simülasyonlarında hız yüklemeleri sırasıyla 7,2 m/s, 12 m/s ve 16 m/s olarak yapılmıştır. Bu değerler momentum eşitlikleri ve enerji denklikleri kullanılarak hesap edilmiştir. Gerçek deney tesisatında 200 mm, 500 mm ve 1000 mm yüksekliklerden ağırlık düşürülerek test gerçekleştirilmiştir. Gerçek test ve simülasyon sonucu oluşan hasarlar aşağıdaki şekil 5,6 ve 7’de sunulmaktadır. İç kısımdaki bölgeler daha önce açıklanmış olan açık bir şekilde görülebilen hasar (CVID) bölgesi iken, dış kısımdaki bölgeler kısmi şekilde görülebilen hasar (BVID) bölgesini göstermektedir.



Şekil 5: 7,2 m/s hızla gerçekleştirilen deneyin ve simülasyonun sonuçları

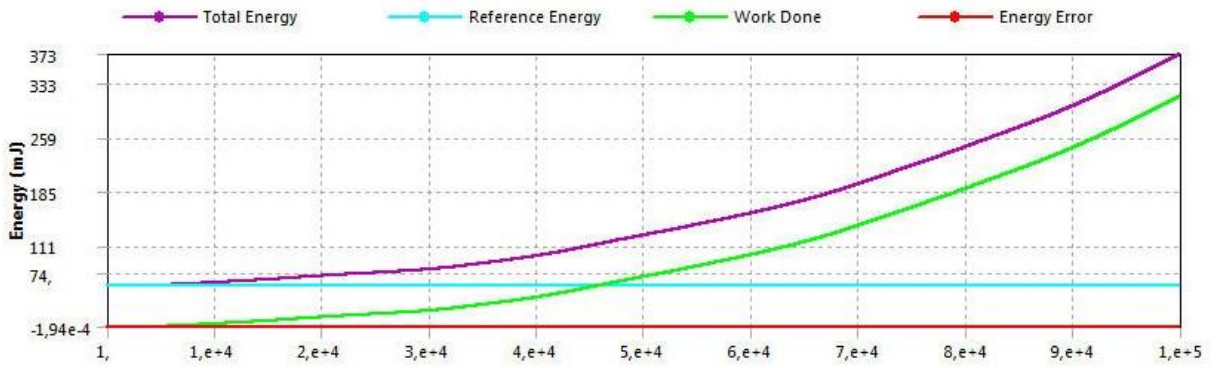


Şekil 6: 12 m/s hızla gerçekleştirilen deney ve simülasyonun sonuçları

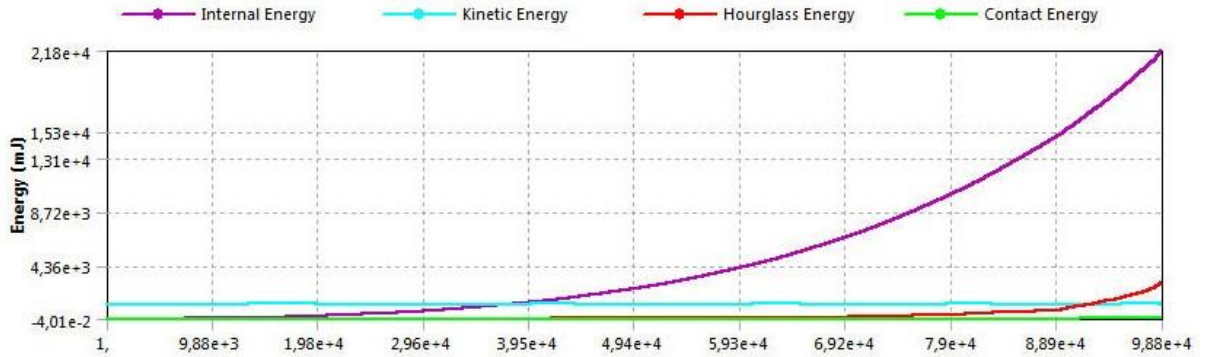


Şekil 7: 16 m/s hızla gerçekleştirilen deneyin ve simülasyonun sonuçları

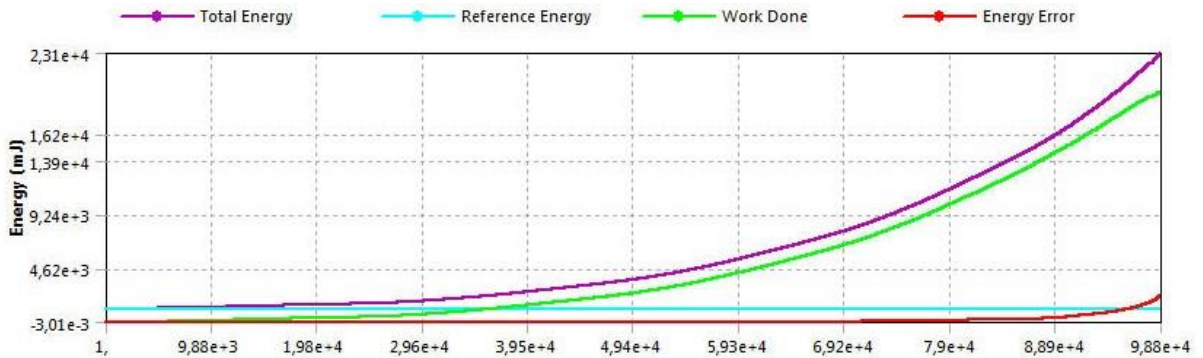
Analiz sonucu elde edilen enerji değerleri grafik olarak Şekil 8, 9, 10'da gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde gerçek deney sonuçlarına dŐuk hızda 7,2 m/s için 5,8% oranında yaklaŐılırken daha yüksek hızlarda (12 ve 16 m/s için) bu değerlerin yaklaşık olarak sırasıyla 7,4% ve 9,2% yaklaŐıldıęı görülmektedir. Hosseinzadeh (2006) yaptığı çalışmada dŐuk enerjideki darbe için simülasyonun yakın sonuç verdiğini belirtirken, bu çalışmada da paralel sonuçlar elde dilmifftir. Sevkat (2009) alıŐmasında ise model gerçek arasındaki benzerlik dŐuk hızlarda (3,9 m/s) yüksek oranda iken yüksek hızlarda (6,3 m/s) sonuçtan az miktarda uzaklaŐıldıęı görülmüştür. Bu sonuçların benzeri bu çalışmada da elde edilmiştir.



Şekil 8: 7,2 m/s için gerçek deney değeri 0,354 J (Standard sapma 0,08), Analiz değeri 0,373 J



Şekil 9: 12 m/s için gerçek deney değeri 20,190 J (Standard sapma 4,12), Analiz değeri 21,8 J



Şekil 10: 16 m/s için gerçek deney değeri 20,974 J (Standard sapma 2,13), Analiz değeri 23,1 J

Sonuçlar

Gardner testi malzemelerin enerji dayanımını ölçmek için oldukça önemlidir. Bu bağlamda testte gereken numune sayısı testi kısıtlamaktadır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar modelleme ve analiz yöntemi kullanılarak ihtiyaç duyulan numune sayısı azaltılabilir.

Darbe testlerinin modellenmesi için Ansys Explicit modülü oldukça uygun ve yakın sonuçlar vermektedir. Gerçeğe yakın sonuçlar için daha çok parametre girişi yapılabilir.

Elde edilen sonuçlar ışığında malzeme türünden bağımsız olarak girilen parametre sayısı ile doğru orantılı olarak gerçek sonuçlara yaklaşma oranı artmaktadır.

Kaynakça

Gonzalez E.V., Maimi P., Camanho P.P., Turon A.a, Mayugo J.A. (2012), Simulation of drop-weight impact and compression after impact tests on composite laminates, *Composite Structures*, 94, 3364–3378.

Hebert M., Rousseau C. E., Shukla A. (2008), Shock loading and drop weight impact response of glass reinforced polymer composites, *Composite Structures*, 84, 199–208.

Hosseinzadeh R., Shokrieh M. M., Lessard L. (2006), Damage behavior of fiber reinforced composite plates subjected to drop weight impacts, *Composites Science and Technology* 66, 61–68.

Jang B.P., Huang C.T., Hsieh C.Y., Kowbel W.; Jang B.Z. (1991), Repeated impact failure of continuous fiber reinforced thermoplastic and thermoset composites; *Journal of Composite Materials*, 25, p 1171-1203.

Meyers M.A. (1994), Dynamic behavior of materials, New York: John Wiley & Sons, Inc., ISBN: 0-471-58262-X

Miller D., Kumar V. (2011), Microcellular and nanocellular solid-state polyetherimide (PEI) foams using sub-critical carbon dioxide II. Tensile and impact properties, *Polymer* 52, 2910-2919.

Sevkat E., Liaw B.b,, Delale F., Raju B. B. (2009), Drop-weight impact of plain-woven hybrid glass–graphite/toughened epoxy composites, *Composites: Part A*, 40, 1090–1110.

WEB İSTATİSTİKLERİNDE MAKİNE ÖĞRENMESİ ALGORİTMALARI İLE KRİTİK PARAMETRE TESPİTİ

Harun BAYER¹, Tefvik ÇOBAN²

Özet

Web sitelerinin internet ziyaretçileri tarafındaki yansıması ile oluşan web sitesi istatistiklerinin bu sektördeki önemi artmaktadır. Web istatistikleri, web sunucuları tarafında tutulabilen kayıtlardır ve web sitelerinin popülaritesini kıyaslamada net ve doğru bir bilgi sunmaktadırlar. Oluşan bu değerler bütününün ağ trafiğinde anlamlandırılabilmesi için sınıflandırma veya kümeleme işlemlerine tabi tutulması gerekmektedir. Bu bağlamda, Türkiye’de yaygın olarak tıklanan web sitelerinin istatistiksel verileri kullanılarak, makine öğrenmesi algoritmaları ile analizi bu çalışmanın amacı olmuştur. Elde edilen gerçek veriler üzerinde makine öğrenmesinin nasıl gerçekleştiği ve veriler arasında web site trafiğindeki en belirleyici parametreler tespit edilmiştir. Bu tespitler, gözetimli ve gözetimsiz öğrenme algoritmaları ile gerçekleştirilmiştir. Eğitim, test ve çapraz doğrulama gibi farklı seçeneklerle ayrıntılı olarak incelenen bu algoritmaların birbirine göre başarı ve performans kıyaslaması yapılarak web siteleri parametre analizleri araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Makine öğrenmesi, parametre, sınıflandırma, web istatistik

DETERMINATION OF CRITICAL PARAMETERS THROUGH MACHINE LEARNING ALGORITHMS IN WEB STATISTICS

Abstract

The importance of website statistics which consists of reflections on the internet visitors side is increasing in this sector. Web statistics can offer clear and accurate information in comparing the popularity of websites as the records are kept by web servers. This entirety of values must be subjected to sorting or clustering processes to be justified in network traffic. In this context, the purpose of this study is to analyze the machine learning algorithms with using statistical data of common websites clicked in Turkey. The process of actual machine learning and the most determinant parameter in website traffic among data are determined through the obtained actual data. These findings are obtained from the supervised and unsupervised learning algorithms. The websites parameters' analysis is made through the comparison of the success and performance of these algorithms. On the other hand, these algorithms are investigated in detail with various options such as training, testing, and cross-validation.

Keywords: Machine learning, parameter, classification, web statistic

¹ Öğr. Gör., Kırklareli Üniversitesi, harunbayer@gmail.com

² Mühendis, Adli Tıp Kurumu, tevfikcoban@gmail.com

Giriş

Kurumların imajını güçlendirmek ve sektördeki pazar payını artırmak, e-ticaret yoluyla satış yapmak, dosya paylaşımı, arkadaşlık siteleri gibi sitelerle ücretli veya ücretsiz üyeleri artırmak, siteye alınan reklamlardan gelirleri artırmak web sitesi sahiplerinin temel amaçları arasında yer alır. Bu nedenlerle web sitelerinin popülerliği, sahiplerine avantaj oluşturan bir husustur. Bunun yanı sıra reklam veren, bir web sitesine reklam vermek istediğinde hangi siteyi neye göre değerlendirmelidir? Reklam verilen bir web sitesinin kazandıracacağı müşteri potansiyeli sadece ziyaretçi sayısına mı bağlıdır, yoksa o web sitesinde çok zaman geçirilmesine mi? Web istatistikleri değerleri bakımından iyi ya da kötü olan bir web sitesinin bu konumunu en çok belirleyici istatistikî parametre hangisidir? Maddi gelir ya da hobi amaçlı olarak bir kişi, çok ziyaret edilen bir web sitesi isteği varsa, hangi konuya yönelik türde bir web sitesi hazırlamalıdır? vb. sorular web siteleri istatistikleri tutulması, analiz edilmesi, değerlendirilmesi ve yorumlanması sürecini başlatan sorulardan birkaçıdır.

Çalışma konusu olan diğer kavram makine öğrenmesi; örnek verileri kullanarak, ya da geçmişteki deneyimlerden yararlanarak, tümevarım yöntemiyle tanımlayıcı ya da tahmini çıkarımlar yapacak şekilde bilgisayar programlamak olarak tanımlanmaktadır (Alpaydın, 2004). Diğer tanımıyla makine öğrenmesi, veritabanlarına dayalı veriler arasındaki gizli kalmış karmaşık örüntünün tespit edilmesi ve anlamlı desen çıkarımı için istatistik ve bilgisayarın hesaplama gücünden yararlanır.

Web istatistiklerinin değerlendirilmesi ve internet ağ trafiğinin yönetimi konusundaki genel beklentiler ışığında, yapılan bu çalışmada Türkiye ağında bulunan en çok ziyaretçi almış 1000 adet web sitesinin web istatistikleri bir Google servisi olan 'DoubleClick Ad Planner' aracılığı ile elde edilmiştir. Elde edilen veriler ön işlem sürecinden geçirilerek, yapısal veri haline dönüştürülmüştür. Daha sonra verilerin tümü, makine öğrenmesi algoritmalarını bünyesinde barındıran bir yazılım olan WEKA programına yerleştirilerek hem hedef niteliklerin hem de algoritmaların birbirleri ile farklı performans ölçütleri kapsamında başarı kıyaslaması yapılmıştır. Böylece web sitelerini sınıflandırmada en kritik parametre tespit edilmiş olup aynı zamanda hangi algoritmanın daha başarılı olduğu saptanabilmiştir.

Yöntem

Makine Öğrenmesi Yöntemleri

Bilgisayar sistemlerinde, bilgisayarları programlamak çeşitli problemlere her zaman çözüm getirmeyebilir. Çünkü girdi verilerine karşılık istenilen çıkışı elde etmenin bilinen bir yöntemi olmayabilir. Gerekli yöntem açıkça ifade edilemediğinden, bu örnekler klasik programlama yaklaşımı yerine deneyimlerden yararlanarak çözülmeye çalışılmaktadır. Bilgisayarın öğrenmesi de giriş/çıkış işlevselliğini örneklerden öğrenmesidir. Bu bağlamda programları sentezlemek için örnek kullanma yaklaşımına makine öğrenme yöntemi denir (Cristiannive ark. 2000).

Gözetimli Öğrenme (Supervised Learning)

Makine öğrenmesi yöntemlerinden olan gözetimli öğrenmede, işlem eğitilmiş veriler üzerinden gerçekleştirilir. Bu yöntemde girdi ve çıktı önceden belirlenmektedir.

Bu girdi ve çıktı verileri arasındaki ilişki ile makinenin işleyişi öğrenmesi gerçekleştirilmektedir. Bu öğrenme yapısına göre de makine yeni girdi verilerine karşı çıktı olabilecek tahminler yaparak, sınıflandırma gerçekleştirebilmektedir (Uzun. 2007).

Bayes Sınıflandırma Algoritmaları

Olasılık kuramı içerisinde yer alan Bayes teoremi, rastlantısal değişkenler için olasılık dağılımı içinde şartlı olasılıklar ile aykırı olasılıklar arasındaki etkileşimi gösterir. Bayes teoremi, hedef değişkenle bağımsız veriler arasındaki etkileşimi analiz eder. Bayes teoremi tahmin edici ve tanımlayıcı bir sınıflama algoritmasıdır (Amasyalı ve Bilgin, 2015).

NaiveBayes Algoritması

NaiveBayes yüksek boyutlu metin verilerinin analizinde, hesaplama ve sınıflandırma doğruluğu nedeniyle makine öğrenmesinin popüler bir algoritmasıdır. NaiveBayes sınıflandırma algoritmasında, girdi verisinde birbirinden bağımsız özellikleri olan her bir parametrenin sonuca olan etkisi olasılıksal olarak hesaplanmaktadır. Bundan dolayı, veri sınıflandırması aslında sınırları koşullu olasılık değerleri ile belirli olan bir tahmindir (Lee.2015).

$F=\{F_1, F_2, \dots, F_m\}$ birbirinden bağımsız m adet niteliğe ait sınıf değerlerinden oluşan veri örneği ve C_1, C_2, \dots, C_n bağımlı sınıf değişkeni olarak düşünülürse, Bayes teoremi yardımıyla aşağıdaki denklem elde edilir:

$$P(C_i|F) = \frac{P(F|C_i) P(C_i)}{P(F)} \quad (1)$$

Burada her $P(C_i|F)$ değeri için $P(F)$ sabit kalacağından ve sınıf seçiminde maksimum benzerlik dikkate alınarak büyüklük karşılaştırması yapılacağından dolayı paydayı, yani $P(F)$ değerini, hesaplara katmaya gerek kalmamaktadır (Özkan, 2008). Çünkü F verisi sabit bir veri olup, sınıfı belirlenmesi istenen F verisi için (1)'deki pay değerinde en büyük değeri sağlayan C_i sınıfı seçilerek, veri örneği sınıfı belirlenmiş olur. F verilerine ait her C_i sınıfı için hesaplanan bu değerlerden büyük olan i sınıfı seçileceğinden dolayı Naive Bayes algoritması için sonuç ifadesi;

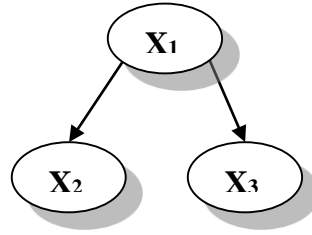
$$\arg \max_c \{P(F|C_i)P(C_i)\} \quad (2)$$

olur. Bu ifade "maximum a posteriori classification (MAP)" olarak bilinir (Cristiannive ark. 2000).

Bayes Ağı Algoritması

Bayes ağı algoritmasında, çeşitli olaylarda değişkenler arası ilişkileri belirlemek amacıyla grafiksel modellerden yararlanılmaktadır (Dünder ve ark. 2013). Bayes ağları uygulamalarında her bir değişken düğümlerle gösterilir. Değişkenler arasındaki etkileşimi, şartlı olasılıklarla ve grafik olarak temsil ederler. Bu grafik, kullanıcı ara yüzü olarak kullanılır ve modellenen problemin değişkenleri arasındaki etkileşimi görsel olarak yansıtır. Bayes ağları nedeni belli olmayan karmaşık problemler üzerine anlamlı sonuçlar üretmek için geliştirilmiştir. Eldeki problemin doğası gereği ya da verilerin eksik

olması nedeniyle net bir sonucun elde edilmediği durumlarda başarılı bir performans göstermektedir (Sorias, 2014).



Şekil 1. Örnek bir Bayes ağı

Şekil 1' de verilen basit bir Bayes ağının birleşik olasılık dağılımı (3)'de verilmektedir:

$$P(X_1, X_2, X_3) = P(X_2|X_1). P(X_3|X_1). P(X_1) \quad (3)$$

Şekil 1 'de X_1 'den X_2 'ye bir kenarın var olduğu görülmektedir. Bu durumda X_1, X_2 'nin ebeveyni olur ve X_1 'in X_2 üzerinde doğrudan bir etkisi vardır. X_2 'nin bir ebeveyni olduğundan, kendisinin yerel olasılık dağılımı da koşullu olur. $i=1, 2, 3, \dots, n$ olmak üzere her X_i 'ye ait ebeveynler kümesi ebeveyn(X_i) olarak gösterilirse Bayes ağları için genelleştirilebilecek bileşik olasılık dağılımı ifadesi (4)'deki hali alır (Özkan, 2008).

$$P(X_1 = x_1, \dots, X_n = x_n) = \prod_{i=1}^n P(X_i = x_i | \text{ebeveyn}(X_i)) \quad (4)$$

Destek Vektör Makineleri Algoritması

Sınıflandırma algoritmaları arasında popülerliği yüksek, yeni bir sınıflama yöntemi olan destek vektör makineleri (SVM) ilginç teorik ve pratik özellikleri nedeniyle birçok alanda kullanılmaktadır. İstatistiksel öğrenme kuramına dayalı olan SVM, genel bir sınıflandırma yöntemidir (Habibi ve ark. 2015).

Destek Vektör Makineleri, doğrusal olmayan örnek uzayını, örneklerin doğrusal olarak ayrılabilceği bir yüksek boyuta aktararak, farklı örnekler arasındaki maksimum sınırın bulunması esasına dayanır. Bu alanda karşılaşılan problemlerin büyük çoğunluğu, birçok farklı bileşenden oluşan problemlerdir ve doğrusal olarak ayrılmış bir yapı halinde değildirler (Güneş ve Yiğit, 2012). Doğrusal olarak ayrılmış olan veriler arasında maksimum sınırın direkt olarak bulunması basit olmasına rağmen, doğrusal olarak ayrılamayan veriler öncelikle doğrusal olarak ayrılacakları farklı bir uzaya aktarılmaktadır (Silahtaroglu, 2008). Doğrusal olarak ayrılabilme durumunda $x_i \in \mathbb{R}^d$ özellikler vektörü ve her biri $y_i = \{-1, +1\}$ ile gösterilen sınıflardan birine ait olmak üzere n adet eğitim verisi $\{x_i, y_i\}$ şeklinde ifade edilsin. Bu durumda, ayırıcı aşırı düzlem için fonksiyon aşağıdaki gibidir:

$$f(x) = w^T \cdot x + b = \sum_{i=1}^n w_i x_i + b \quad (5)$$

Burada w , aşırı düzlemin normalini, b sabiti ise sapma değerini ifade eder. $|b|/||w||$

aşırı düzlemin orijine olan uzaklığı, x aşırı düzlem üzerinde olan herhangi bir nokta olmak üzere aşırı düzlem üzerindeki noktalar cinsinden $f(x) = w^T \cdot x + b = 0$ koşulunu sağlamaktadır. Dolayısı ile ayırıcı aşırı düzlem verileri iki sınıfa böleceğinden (6)'da ki gibi yazılır.

$$\text{Sınıf 1 : } f(x) > 0 \text{ için } y_i = +1;$$

$$\text{Sınıf 2 : } f(x) < 0 \text{ için } y_i = -1 \quad (6)$$

K En Yakın Komşu Algoritması

K en yakın komşu algoritması, öznelik uzayındaki eğitim örneklerine dayanarak nesnelere sınıflandırmak için kullanılan, ileriye dönük istatistiksel sınıflandırma algoritmalarından biridir. Sınıflandırılması istenen bir verinin en yakın k komşuluktaki verileri temel alarak sınıflandırıldığı bir yöntemdir. Bu algoritmada sınıfı bilinmeyen bir verinin, k en yakın komşulara olan benzerlikleri hesaplanır ve sınıflara ataması gerçekleştirilir. K en yakın komşu algoritmasında eğitim aşaması çok hızlıdır fakat test kısmı hem zaman hem de bellek açısından maliyetlidir (Saini ve ark., 2013).

Karar Ağaçları İle Sınıflandırma Algoritmaları

Karar ağaçları, eğitim ve testinin hızlı olması, sonuçlarının daha kolay yorumlanabilmesi sebebiyle çok sık kullanılan sınıflandırma yöntemlerinden biridir (Kaya ve Yıldız, 2014). Bir veri kümesi için, aynı niteliklerle çok farklı şekillerde karar ağaçları kurulması mümkündür. İdeal olan karar ağaçlarının kurulmasında dikkat edilmesi gereken en önemli aşama en ayırıcı niteliklerin tespitidir. Çünkü karar ağaçlarında temel amaç, bir veri kümesini niteliklerine göre sorgulamalar yaptırarak en hızlı şekilde sonuca ulaşabilmektedirler.

ID3 Algoritması

ID3 algoritmasında, hedef kümenin en ayırıcı niteliklerini belirlemek üzere entropi kurallarını temel alan bilgi teorisi kullanılmaktadır. Entropi, bir sistemdeki belirsizlik olarak tanımlanabilir. Tek hedef nitelikli karar ağaçlarında ID3 algoritması, bilgi kazancı yaklaşımını kullanmaktadır (Kavzoğlu ve Çölkesen, 2010).

C4.5 Algoritması

ID3 algoritması, karar ağaçları oluşturmada kullanılmasına rağmen bazı noktalarda yetersiz kalan bir algoritmadır. Bu eksiklerin giderilmesi için C4.5 algoritması geliştirilmiştir. ID3 algoritmasının yetersiz olduğu noktalardan birisi niteliklerin, kategorik veriler yerine, birbirleri ile çoğunlukla eşit olmayan sayısal değerlerden oluşmasında görülmektedir (Yıldırım, 2003). Bu durumda çok sayıdaki sayısal değerlerin her biri için bir dal oluşturulacağı için karar ağacının gereksiz yere çok büyümesine ve dallanmasına yol açılır. Bu da sınıflandırmayı çok kullanışsız hale getirmektedir. C4.5 algoritması, bu soruna çözüm olarak söz konusu niteliğe ait verilerde en büyük bilgi kazancını sağlayacak eşik değer yaklaşımını getirmektedir (Özkan, 2008). Sürekli değişkenler içerisinde, uygun eşik değeri bulduktan sonra ikili ya da daha çok bölünme ile veri kümesi bölünebilir. Eşik değer, küçükten büyüğe doğru sıralanan verilerin ortancası olarak alınabilir. Böylece sayısal verilerden oluşan bu küme, eşik değerden

küçük ve büyük veriler diye iki alt kümeye ayrılmaktadır. C4.5 algoritmasının ID3 algoritmasına göre başka bir üstünlüğü ise kayıp verilerle de çalışabilmesidir. Algoritma, bu durumda eksik veriye bağlı diğer tüm değerleri göz önüne almadan entropi ve kazanç değerlerini hesaplar. Ancak bulunan kazanç değerleri bir düzeltme faktörü yardımıyla yeniden hesaplanmaktadır (Özkan, 2008).

Gözetimsiz Öğrenme (Unsupervised learning)

Gözetimsiz öğrenme, girdi verilerinin en uygun gösterim şeklini belirleyen, bir girdi kümesi modellemesinde kullanılan öğrenme türüdür. Bu öğrenmede, girdi verilerine karşılık gelen herhangi bir çıktı verisi (sınıf ya da etiket bilgileri) yoktur. Hiçbir girdinin hangi sınıfta olduğu bilinmemektedir. Sistem, sınıfları bilinmeyen girdi kümesini parçalara ayırarak girdi verilerinin gruplandırılmasını ya da kümelenmesini sağlamaktadır. Bu nedenle kümeleme, en temel gözetimsiz öğrenme yöntemidir (öztemel,2006).

K –Means Algoritması

K-means algoritması kolay uygulanabilir, uygulama alanı geniş bir veri demetleme algoritma olmayı sebebiyle en sık kullanılan gözetimsiz algoritmalarındandır (Çetin ve Hacıömeroğlu, 2013).

K-means algoritması, elde mevcut bulunan verileri, kullanıcı tarafından belirlenen k parametresi kadar kümeye ayıran, gerçeklemesi kolay gözetimsiz öğrenme algoritmalarından biridir. Bu algoritma, benzer özellik gösteren verilerin, bir arada kümelenmesi esasına dayanır. Algoritmadaki amaç, oluşturulan k adet kümenin, kendi içlerinde benzerliklerinin maksimum, birbirleri arasındaki benzerliklerinin ise minimum olmasını sağlamaktır (Bülbül ve ark. 2009).

Hiyerarşik Kümeleme Algoritmaları

Hiyerarşik kümeleme algoritmaları, veriler arasındaki uzaklık bilgilerinden yararlanarak birleşme ya da bölünme kurallarının çıkarılmasını sağlayan algoritmalar. Algoritma, başlangıçta bir veritabanındaki verilerin her birini bir küme olarak kabul eder ve aşama aşama birleştirerek belirli bir sıra ile tek bir küme elde edilmesini (birleştirici hiyerarşik kümeleme) sağlar. Bu işlemin tersi olarak da, verileri tek bir küme kabul ederek, yine belirli bir sıra ile bölünebilmesini (ayırıştırıcı hiyerarşik kümeleme) sağlar. Buradaki önemli nokta, hangi verinin hangi kümeye kaçınıcı sırada dâhil edildiğinin ya da ayrıldığıının bulunmasıdır (Bülbül ve ark. 2009).

Çalışmada Kullanılan Verilerin Elde Edilmesi ve Veri Dönüşümü

Reklam verenlerin, reklam vermek istedikleri siteleri bulmalarını sağlayan web tabanlı bir yazılım olan ‘DoubleClick Ad Planner’ Reklam verenler bu yazılım aracılığıyla kategorisine, ziyaretçisine ve farklı birçok niteliğe bakarak site seçimi yapabilir <http://www.damlakaraman.com.tr/google-doubleclick-nedir>, (2013)

Web tabanlı çalışan DoubleClick Ad Planner’da ‘Araştırma’ üst menüsü yardımıyla çeşitli filtreleri kullanarak belirli düzeyde web sitesi verilerine

ulaşlabilmektedir. Bu menü aracılığı ile 'Kitleye göre arama' ara yüzü ile web sitelerine ait verilerin olduğu listeye ulaşılmış ve bu veriler kaydedilmiştir. Listede yer alan 1000 web sitesi için ayrı ayrı site profili incelenerek gerekli veriler için kayıt tutularak veritabanı oluşturulmuştur.

Türkiye'deki ziyaretçi sayısı en fazla olan ilk 1000 siteye ait 6 adet farklı niteliğe ait veriler DoubleClick Ad Planner ile elde edilmiştir. Bu nitelikler Tablo 1.'de verilmektedir.

Tablo 1. Google Ad Planner İle Elde Edilen Web Sitesi Verilerine Ait Nitelikler

	Web sitesi adı
1	Site kategorisi
2	Erişim
3	Farklı ziyaretçiler (tahmini çerezler) sayısı
4	Sayfa görüntüleme sayısı
5	Sitede geçirilen ortalama süre
6	Ortalama ziyaret sayısı

Site kategorisi, web sitesinin yönelik olduğu konu ya da verdiği hizmetlere dönük olarak sitenin içeriğini yansıtan niteliklerdir. Belirli bir ay boyunca, belirlenen ülke için tahmini toplam internet kullanıcısı yüzdesini ifade eder. Farklı ziyaretçiler (tahmini çerezler), sitedeki DoubleClick Ad Planner'ın algoritmaları tarafından belirlenen yaklaşık çerez sayısıdır (<http://www.turkeyforum.com/satforum/archive/index.php/t-635294.html>). Farklı ziyaretçiler (tahmini çerezler) değeri, gerçek farklı ziyaretçi sayısı değildir ancak web sitesi tıklama analizlerinde kıyaslama yapılarak kullanılacağından yararlı olabilecek bir parametredir. Gerçek farklı ziyaretçi değeri olmamasının birkaç sebebi vardır: Çünkü çerezler kendiliğinden geçici süreli olabilir veya kullanıcı çerezi kendisi silebilir. Bu durumda aynı IP adresinden web sitesine giren bir kullanıcı tekrar çerez almış olur. Ya da kullanıcılar, birden fazla web tarayıcısı kullanıyorsa her web tarayıcısı için ayrı ayrı çerez alabilir. Sayfa görüntüleme sayısı, tüm kullanıcıların belirli bir ay boyunca, bir sitedeki sayfaları toplam görüntüleme sayısıdır. Sitede geçirilen ortalama süre, ortalama olarak her ziyaretçinin sitede geçirdiği süredir. Ortalama ziyaret sayısı ise, web sitesi ziyaretçileri başına düşen ziyaret sayısını ifade etmektedir (Demirci, 2007).

6 adet niteliğe ilişkin sürekli verilerdeki değişimler ve kategorik verilerdeki benzerlikler incelenerek dönüştürme işlemleri yapılmıştır.

Site kategorisi: DoubleClick Ad Planner ile elde edilen 1000 web sitesine ait toplamda 200'ün üzerinde farklı site kategorisi bulunmaktadır. Hem sınıflandırma problemlerinin yaşanmaması açısından hem de birbiri ile çok yakın ve ilişkili kategorilerin farklı bir sınıf gibi davranmasını engellemek amacı ile gruplanarak 20 ana web sitesi türü elde edilmiştir. Bu site türleri ve temsil edilen kategoriler Tablo 2'de verilmektedir.

Tablo 2. Web Sitesi Kategorilerinin Veri Dönüşümü

	Veri dönüşümünden önce	Veri dönüşümünden sonra	
No	Site Kategorisi (*)	Web Sitesi Türü	Veri Sayısı
1	Bilim Kurumları, Devlet, Devlet Arşivleri, Hukuk, Hukuk ve Devlet Hizmetleri, Kamu Güvenliği, Kamu Maliyesi, Yönetim, Yüksekokullar Eyalet Yönetimi ve Yerel Yönetim	Resmi Kurum	43
2	Web Portalları , Arama Motorları (<i>*gerçekte arama motoru da içeren bazı internet portalları, Arama Motoru kategorisi adıyla kayıtlı olduklarından İnternet Portalına dahil edilmiştir.</i>)	İnternet Portalı	26
3	Açık artırmalar, Alışveriş, Alışveriş Portalları, Bilet Satışları, DVD ve Video Alışverişi, Fiyat Karşılaştırmaları, İthalat ve İhracat, Teklifleri, Pazarlama Hizmetleri	e-Ticaret	71
4	Araç Alım-Satım, Emlak, Gayrimenkul İlanları, Konut ve Arazi Geliştirme, Otomobiller ve Araçlar,Seri İlanlar, İş İlanları,İstihdam ve Personel Alımı,İşletme İlanları ve Kişisel İlanlar,İnsan Kaynakları	İlanlar	32
5	Basit Oyunlar, Bilgisayar ve Video Oyunları, Çevrimiçi Oyunlar, Devasa Çok Oyunculu Oyunlar, Kağıt Oyunları, Nişan Oyunları, Oyunlar, Spor Oyunları	Oyun	90
6	Ağ Güvenliği, Ağ Oluşturma, Bilgisayar Güvenliği, Donanım, İnternet ve Telekom, Mobil Uygulamalar ve Eklentiler, Mühendislik ve Teknoloji, Proxy ve Filtre Kullanımı, Teknoloji Haberleri, Windows OS	Bilişim - Teknoloji	30
7	Eğitim, İlk ve Ortaöğretim (K-12), Okul Öncesi Eğitim, Test Hazırlığı	Eğitim	30
8	Demografi, Kişi Arama, Sosyal Ağlar, Blog Kaynakları ve Hizmetleri	Sosyal Paylaşım	24
9	Amerikan Futbolu, Basketbol, Spor ve maç sonuçları, Futbol, Spor, Spor Haberleri	Spor	29
10	Bankacılık, Emtia ve Vadeli İşlemler Ticareti, Finans, Kredi Kartları, Kredi ve Borç, Muhasebe ve Teftiş, Para Birimleri ve Döviz, Ticaret Hizmetleri ve Ödeme Sistemleri	Ekonomi Bankacılık	32
11	Forum ve Sohbet Sağlayıcıları	Forumlar	38
12	Dosya Paylaşımı ve Barındırma, Fotoğraf ve Görüntü Paylaşımı, Fotoğraf ve Video Yazılımları, İnternet İstemcileri ve Tarayıcıları, İnternet Yazılımları, Ortam Yürütücüleri, Ücretsiz Çevrimiçi Öğeler	Dosya Paylaşımı	71
13	Cinsel Eğitim ve Danışmanlık, Ereksiyon Sorunları, Kilo Verme, Sağlık, Sağlık Haberleri, Sağlık Sigortası, Sağlık Sorunları, Tıbbi Müdahaleler, Yüz ve Vücut Bakım	Sağlık	18

14	Arkadaş İlanları ve Kişisel İlanlar, Çevrimiçi Topluluklar, E-Posta ve Mesajlaşma, Romantik İlişkiler	Arkadaşlık Sohbet	-	25
15	Başvuru Kaynakları, Bilim, Çeviri Araçları ve Kaynakları, Dil Kaynakları, Din ve İnanç, Geçmiş, İlaçlar, İslam, Kitaplar ve Edebiyat, Doğaüstü Olaylar, Sözlükler ve Ansiklopediler, Emeklilik, Vize ve Göçmenlik, Emeklilik, Sosyal Hizmetler	Bilgi Kaynağı		63
16	Dedikodu ve Magazin Haberleri, Dünya Haberleri, Gazeteler, Haberler, Siyaset, Televizyon ve Radyo Haberleri, Yerel Haberler	Gazete ve Haber		67
17	Çizgi Filmler, Film Referansları, Filmler, Radyo, Televizyon Kanalları, Televizyon Pembe Dizileri, Televizyon Suç ve Adalet Dizileri, TV Dizi	Tv - Sinema		86
18	Çevrimiçi Video, Fotoğraf ve Video Paylaşımı, Müzik Yayınları ve İndirilebilir Öğeler, Video Paylaşımı, Müzik ve Ses	Video ve Müzik Paylaşımı		77
19	Araç Ruhsatı ve Tescili, Araç Tekerlek ve Lastikleri, Ayakkabılar, Beslenme, Cep Telefonları, Eczacılık, Ev Aletleri, Ev Mobilyaları, Fiat, Ford, Hastaneler ve Tedavi Merkezleri, Hava Yolculuğu, İnşaat Malzemeleri ve Gereçleri, İSS'ler, Kablo ve Uydu Sağlayıcıları, Kuryeler ve Posta Hizmetleri, Makyaj ve Kozmetik Ürünleri, Nissan-Infiniti, Oteller ve Konaklama, Perakende Ticaret, Raylı Taşımacılık	İşletmeler		69
20	Astroloji, Yemek Tarifleri, Dans Müziği, El Sanatları, Fotografik Sanat, Güzellik ve Egzersiz, Hamilelik ve Annelik, Ebeveynlik, Kadınlara Özgü Alanlar, Kendi Kendine Yardım ve Motivasyon, Kulüpler ve Gece Hayatı, Nasıl Yapılır, Kendin Yap ve Uzman Yardımı, Sanat ve Eğlence, Seyahat, Fotoğrafçılığı, Şans Oyunları, Şarkı Sözleri ve Notaları, Şiir	Kişisel ilgi-beceri alanları		79
Toplam				1000

Bu veri dönüştürme işlemi ile çok sayıdaki kategorileri olan web siteleri, yönelik olduğu konu ve işlevleri dikkate alınarak benzerliklerine göre birleştirilmiştir. Bu nitelik, WEKA'da 20 farklı sınıf bazında nominal veri olarak değerlendirilecektir.

Erişim: Bu nitelik bir yüzde ifadesidir ve sürekli değişken veri özelliğindedir. Türkiye'deki farklı ziyaretçilerin değerinin (21 Milyon kişi) yüzde olarak kaçına erişildiğini göstermektedir. Örneğin, % 26'lık bir oranla ülkedeki, internet kullanıcılarının % 26'sına ulaşabiliyor anlamına gelir.

Farklı ziyaretçiler (tahmini çerezler) ve Sayfa görüntüleme sayısı: Bu niteliklere ait verilerde işlem kolaylığı olması açısından sıfırlar (6 adet sıfır rakamı) atılmıştır. Değerler milyon seviyesindedir.

Sitede geçirilen ortalama süre: Bu çalışmada, sınıflandırma algoritmaları için seçilen 2 hedef nitelikten birisidir ve çalışmanın bundan sonraki bölümünde kısaca "ortalama süre" olarak geçecektir. Bu niteliğe ait veriler, dakika ve saniye cinsinden elde edilmiştir.

İki farklı birime ait olan bu değer WEKA’da işlem yapılabilmesi için tek birime (dakika) dönüştürülmüştür.

Ortalama ziyaret sayısı: Bu çalışmada WEKA’da sınıflandırma algoritmaları için seçilen diğer bir hedef niteliklerdir.

Sürekli değişken (sayısal) tipteki diğer 5 niteliğe ait basit istatistik Tablo 3 ile gösterilmektedir:

Tablo 3. Sürekli Değişken Niteliklerin Basit İstatistiği

Sürekli değişken tipteki nitelikler	Maksimum değer	Minimum değer	Ortalama değer	Standart sapma
Erişim (%)	74,8	0,4	1,70	3,64
Farklı ziyaretçiler (tahmini çerezler) (milyon)	60	0,24	1,32	2,90
Sayfa görüntüleme sayısı (milyon)	40000	0,42	59,80	1266,97
Ortalama süre (dk)	30	0,55	6,86	4,53
Ortalama ziyaret sayısı	58	3,3	6,32	3,49

Çalışmada kullanılan 5 farklı niteliğe ilişkin sürekli değişken verilerdeki değişimler, verilerdeki artışlar ve azalışlar incelenerek üç farklı sınıfta gruplanarak veri dönüştürme işlemleri tamamlanmıştır. Tablo 3 ’den görüleceği gibi örneğin erişim niteliği %1’den az olanlar, %1 ve %3 arasında olanlar ve %3’ten fazla olanlar şeklinde 3 gruba ayrılmıştır.

Tablo 4. Sürekli Değişken Niteliklerin Veri Dönüşümü Sonrasında Gruplara Ayrılması

Sürekli değişken tipteki nitelikler	Veri dönüşümünden sonra	Veri sayısı	Toplam
Erişim (%)	[1-];[1-3];[3+]	567; 326; 107	1000
Farklı ziyaretçiler (tahmini çerezler) (milyon)	[1-];[1-3];[3+]	934; 53; 13	1000
Sayfa görüntüleme sayısı (milyon)	[50-];[50-100];[100+]	601; 368; 31	1000
Ortalama süre (dk)	[5-];[5-10];[10+]	413; 403; 184	1000
Ortalama ziyaret sayısı	[5-];[5-10];[10+]	431; 467; 102	1000

Verilerin WEKA’da Simgelenişi

Çalışmada verilerin algoritmalarla incelenmesi ve analiz edilmesi WEKA (Waikato Environment for Knowledge Analysis) yazılımının 3.6.4 versiyonu ile yapılmıştır. WEKA, makine öğrenmesi, veri madenciliği ve istatistiksel alanda kullanılan, açık kaynak kodlu Java tabanlı bir yazılımdır.

Veri dönüştürme işlemleri sonrasında analizde kullanılacak 1000 web sitesinin sahip olduğu 6 nitelik ve bu niteliklere bağlı veriler. Arff uzantılı dosya formlarına getirilerek WEKA platformuna yüklenmiştir.

Tablo 5. Doubleclick Ad Planner İle Elde Edilen Örnek Veriler

	Web Sitesi	Site kategorisi	Erişim (%)	Farklı ziyaretçiler (çerezler) (milyon)	Sayfa görüntüleme sayısı (milyon)	Sitede geçirilen ort.süre (dakika)	Ort. Ziyaret Sayısı
1	facebook.com	Sosyal Ağlar	74.8	60	40000	30	58
2	live.com	Arama Motorları	47.2	37	1100	7.5	24
3	msn.com	Web Portalları	23.8	20	250	5	14
4	mynet.com	Web Portalları	23.6	19	1000	11.16	18
5	meb.gov.tr	Devlet	23.6	19	1100	11.83	16

DoubleClick Ad Planer ile elde edilen verilerden ilk 5'i dönüşüm işlemleri öncesindeki formuyla Tablo 5'de verilmektedir. Veri dönüştürme işlemleri sonrasında, .arff dosya türüne dönüştürülmüş hali ile dosya içeriğinin ilk kısmından bir bölüm Şekil 2'de verilmektedir.

```
@relationveriseti

@attributeSite_turu {Sosyal_paylasim, Internet_portali, Resmi_kurum, Video_ve_muzik_paylasimi, Isletmeler, Ilanlar, Bilgi_kaynagi, Gazete_ve_haber, Oyun,e-Ticaret, Bilisim_teknoloji, Kisisel_ilgi_beceri_alanlari, Dosya_paylasimi, Forumlar, Ekonomi_bankacilik, Arkadaslik_sohbet, Tv_sinema, Spor, Saglik, Egitim}
@attributeErisim{3+,1-3,1-}
@attributeFarklizi(cerez){3+,1-3,1-}
@attributeGoruntusayfasayi{100+,50-100,50-}
@attributeOrtSure{10+,5-10,5-}
@attributeOrtziyaret{10+,5-10,5-}

@data
Sosyal_paylasim,3+,3+,100+,10+,10+
Internet_portali,3+,3+,100+,5-10,10+
Internet_portali,3+,3+,100+,5-10,10+
Internet_portali,3+,3+,100+,10+,10+
Resmi_kurum,3+,3+,100+,10+,10+
```

Şekil 2. Verilerin dönüşümü yapıldıktan sonraki .arff dosya tipi şeklindeki formu

Bulgular

Makine Öğrenmesi Algoritmaları Performans Değerlendirme Ölçütleri

Makine öğrenmesi algoritmaları, bir uygulama üzerinde sınındığı zaman hangi oranda başarı elde edildiği bilinmesi istenir. Değerlendirme ve algoritmaların karşılaştırılması için birçok kavramdan yararlanılabilir. Bu kavramlardan en çok kullanılanlar, doğruluk oranı, keskinlik, duyarlılık ve F-ölçütüdür. (Gencer ve ark. 2008).

Tablo 6. Karmaşıklık Matrisi Genel Formu

Karmaşıklık matrisi		Tahmini Sınıf	
		Pozitif	Negatif
Gerçek sınıf	Pozitif	TP	FN
	Negatif	FP	TN

Sınıflandırma işlemi sonucunda sınıflara göre tahmini yapılan veriler, gerçek sınıflarına göre yorumlandığında Tablo 6'da gösterilen 4 durumdan birisine ait olmaktadır. Makine öğrenme algoritmalarında performans değerlendirmesinde kullanılan kavramlar ve denklemler aşağıda sıralanmaktadır(7,8,9,10):

$$\text{Doğruluk} = \frac{TP + TN}{TP + FN + FP + TN} \quad (7)$$

$$\text{Keskinlik} = \frac{TP}{TP + FP} \quad (8)$$

$$\text{Duyarlılık} = \frac{TP}{TP + FN} \quad (9)$$

$$F \text{ Ölçütü} = \frac{2 \cdot \text{Duyarlılık} \cdot \text{Keskinlik}}{\text{Duyarlılık} + \text{Keskinlik}} \quad (10)$$

Gözetimli Öğrenme Algoritmaları ile Analiz Sonuçları**Çapraz Doğrulama Testi Performans Sonuçları ve Karşılaştırması**

1000 veri üzerinde iki farklı hedef nitelik için elde edilen çapraz doğrulama test sonuçları Tablo7'de verilmiştir.

Tablo 7.Gözetimli Öğrenme Algoritmaları Çapraz Doğrulama Testi Sonuçları

Çapraz Doğrulama - Cross Validation (n=10) [1000 veri]	Hedef Nitelik									
	Ortalama süre					Ortalama ziyaret sayısı				
	Keskinlik	Duyarlılık	F-Ölçütü	Doğru-Yanlış sayısı	Doğruluk (%)	Keskinlik	Duyarlılık	F-Ölçütü	Doğru-Yanlış sayısı	Doğruluk (%)
NaiveBayes	0.647	0.65	0.648	650-350	65	0.712	0.715	0.707	715-285	71.5
Bayes Ağı	0.646	0.649	0.647	649-351	64.9	0.718	0.72	0.712	720-280	72
Destek Vektör Makinesi	0.65	0.654	0.65	654-346	65.4	0.726	0.721	0.714	721-279	72.1
K En Yakın Komşu	0.643	0.642	0.642	642-358	64.2	0.694	0.697	0.694	697-303	69.7
ID3	0.652	0.65	0.65	637-343	63.7	0.705	0.704	0.704	692-291	69.2
C4.5	0.674	0.679	0.674	679-321	67.9	0.692	0.701	0.686	701-299	70.1

Gözetimli öğrenme algoritmalarında, n=10 için çapraz doğrulama yöntemi ile yapılan test sonuçlarında algoritma başarıları arasında büyük fark olmamakla birlikte hedef nitelik ortalama süre alındığında en yüksek doğruluk oranı % 67.9 ile C4.5 karar ağacı algoritmasında görülmüştür. C4.5 algoritmasında keskinlik, duyarlılık ve F-ölçütü değerlerinin hepsi de, diğer algoritmalara göre üstünlük sağlamıştır. Aynı hedef nitelik için ikinci en yüksek doğruluk oranı % 65.4 ile Destek Vektör Makinesinde elde edilmiştir. Her iki hedef nitelikte de en düşük performansı diğerlerine göre yaklaşık % 3'lük küçük bir başarı eksikliği ile ID3 algoritması göstermiştir.

Ortalama ziyaret sayısı hedef nitelik olması durumunda ise Destek Vektör Makinesi tüm performans kriterlerin de üstünlük sağlamıştır. % 72.1 doğruluk oranı sağlayan bu algoritma, keskinlik, duyarlılık ve F-ölçütünde sırasıyla % 72.6, %72.1 ve % 71.4 değerlerini sağlamıştır. Hemen ardından ikinci en yüksek performansı ise % 72 doğruluk oranı ise Bayes Ağı göstermiştir. Bayes Ağı diğer tüm kriterlerde de Destek Vektör Makinesi değerlerine yaklaşmıştır. Diğer gözetimli öğrenme algoritmalarında da bu başarı oranına yakın performanslar elde edilmiştir.

İncelenen hedef nitelikler açısından oluşan genel bir durum ise ortalama ziyaret sayısına ait algoritma performansının ortalama süre algoritma performansından daha yüksek çıkmasıdır. Ortalama % 5'lik bir fark, süreden ziyade ziyaret sayılarının bu analizlerde daha elverişli olduğunu göstermiştir. İki farklı hedef nitelik arasında en büyük fark Bayes ağında gözlenmiştir. Doğruluk oranında % 7.1 bir fark mevcuttur. En yakın değerlerin görüldüğü algoritma ise C4.5 algoritmasıdır. Doğruluk oranları arasındaki fark sadece % 2.2dir.

Eğitim ve Test Kümeleri Performans Karşılaştırması

Gözetimli öğrenme algoritmalarının yeni verilerdeki tahminleme başarısını gözlemlemek için ayrı ayrı yapılan 700 eğitim verisi ve 300 adet test verisi sonuçlarında

yer alan doğruluk oranları ve bu oranlar arasındaki farklar karşılaştırmalı olarak Tablo 8’de verilmektedir.

Tablo 8. Eğitim/Test Sonuçları Açısından Algoritmaların Karşılaştırılması

700 Eğitim / 300 Test Verisi	Hedef Nitelik					
	Ortalama süre			Ortalama ziyaret sayısı		
Gözetimli Öğrenme Algoritmaları	Doğruluk oranı (%) (Eğitim kümesi)	Doğruluk oranı (%) (Test küme)	Bağlı Fark (%)	Doğruluk oranı (%) (Eğitim kümesi)	Doğruluk oranı (%) (Test küme)	Bağlı Fark (%)
Naive Bayes	68.71	64.66	4.05	72.57	70.33	2.24
Bayes Ağı	68.85	65	3.85	72.57	70	2.57
Destek Vektör Makinesi	70.71	65	5.71	74.71	71.33	3.38
K En Yakın Komşu	79.14	66	13.14	83.57	73.66	9.91
ID3	79.14	63.33	15.81	83.57	71	12.57
C4.5	73.42	68	5.42	71	69.66	1.34

Sonuçlara bakıldığında C4.5 ve Destek Vektör Makinesi algoritmaları test işleminde de öğrenme başarısını % 1.34 ile % 5.71 arasındaki hata payıyla koruduğu söylenebilmektedir. Diğer algoritmalarından K En Yakın Komşu ve ID3 algoritmaları eğitim verileri ile % 79.14 başarı sağlasa da test işleminde başarılarını % 9.91 ile % 15.81 aralığında kaybettiği gözlenmiştir.

Gözetimsiz Öğrenme Algoritmaları ile Analiz Sonuçları

Gözetimsiz öğrenme algoritmaları kullanılarak yapılan kümeleme analizinde, benzer özellikleri gösteren veriler aynı kümede toplanır ve verilere ilişkin bir fikir elde edilmeye çalışılır. Gözetimsiz öğrenme algoritmaları, gözetimli öğrenme algoritmalarının tersine modeli denetimsiz olarak öğrendikleri için niteliklerden herhangi birisi hedef nitelik değildir ve verilerin gözetimli öğrenmedeki gibi önceden belirlenen sınıflara atanması söz konusu değildir (Kırmızıgül, 2008). Böyle bir atama olmadığı içinde doğruluk vb. oranlar elde edilememektedir. Bu da verilerin doğru ayırım yapıp yapılmadığının tespitini zorlaştırmaktadır. Ancak, kümelemede temel amaç küme içi benzerliklerinin maksimum ve kümeler arası benzerliklerin minimum olduğu küme sayısını bulmaktır. Bunun için farklı küme sayıları için oluşan kümelerdeki verileri inceleyerek karar vermek gerekir.

Eğitim ve Test Kümeleri Sonuçları ve Karşılaştırması

Bu çalışmada, web sitesi istatistikleri üzerinde uygulaması yapılacak gözetimsiz öğrenme algoritmalarının hem küme sayısını belirlemede, hem de algoritmaların kıyaslaması WEKA’ daki test seçenekleri ile belirlenmiştir. 1000 adet veriden 700’ü eğitim ve geri kalan 300’ü test için kullanılmıştır. Eğitim verileri ile WEKA’ da “Usetraining set”

seçeneği, test için ise “Supplied test set” seçeneği kullanılmıştır. Girilen k küme sayısı ile iki veri seti için k adet kümenin veri sayılarına ait yüzde oranları bulunmuştur. Daha sonra bulunan bu k kümenin yüzde oranları eğitim-test olarak karşılaştırılmış ve bağıl farkları bulunduktan sonra ortalamaları alınmıştır. Bu işlem k=2 ve k=6 arasında her k sayısı için yapılmıştır ve ortalama sonuçlar Tablo 9’ da verilmiştir.

Tablo 9.Gözetimsiz Öğrenme Algoritmalarının (700/300) Veri İçin Karşılaştırılması

700 Eğitim-300 Test verisi	k küme sayılarına göre oluşan kümeler arasındaki veri sayısının fark ortalaması (%)				
Gözetimsiz Öğrenme Algoritmaları	k=2	k=3	k=4	k=5	k=6
K-means	0	8.46	2.52	4.17	2.67
Hiyerarşik Kümeleme (En uzak komşu)	4.73	3.20	4.16	4.55	19.90

WEKA’ da eğitim ve test verilerinde oluşan kümelerin veri sayıları ile tespit edilen yakınlık oranlarına gören az hata k=2 için % 0 hata ortalamasıyla olmuştur. k=2’den sonra en yakın oran k=4 küme için olmuştur. Buradaki hata ortalaması ise % 2.52 olmuştur. En fazla hata ortalaması ise % 8.46 ile k=3 için olmuştur.

WEKA’ da Hiyerarşik kümelemelerden bağlantı tipi olarak Complete seçilerek En uzak komşu algoritması analiz edilmiştir. Hiyerarşik kümeleme algoritmaları ile eğitim ve test verileri ile oluşan kümeler arasındaki hata ortalamasının en az olduğu durum k=3 için % 3.20 ile olduğu gözlenmiştir. Bunun ardından en az hata ortalaması k=4 için gerçekleşmiştir.

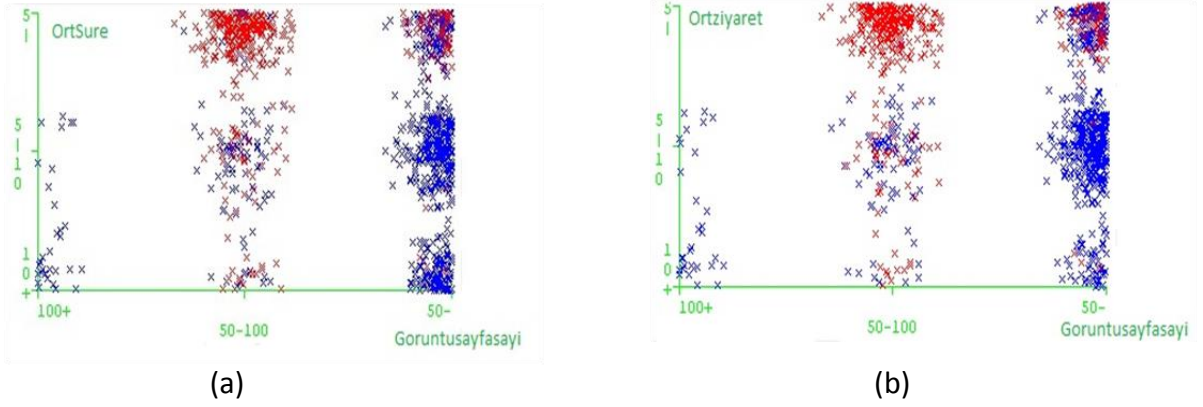
Gözetimsiz iki algoritma karşılaştırıldığında hata ortalamasının % 0 olduğu k=2 küme sayısı için test işleminde en isabetli kümeleme K-means algoritması ile gerçekleştiği görülmektedir. Bu bakımdan K-means algoritmasının, Hiyerarşik kümeleme algoritmasına göre üstünlük sağladığı söylenebilir. En uygun k sayısı tespit edildikten sonra çalışmada kullanılan veriler (1000 veri) WEKA’ da k=2 kümeye ayrılmıştır.

K-means algoritması ile en ideal şekilde 2 kümeye ayrılan verilerin her nitelik için küme merkezini temsil eden sınıflar ve bu sınıfların kendi nitelikleri içindeki veri sayısına bağlı yüzde oranları Tablo 10’da verilmektedir.

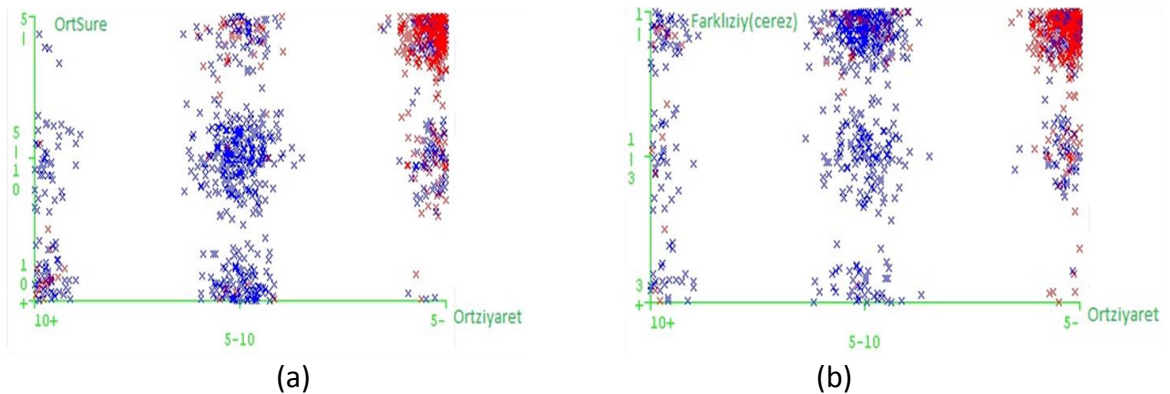
Tablo 10. K-Means Algoritması Sonuçları: Küme Merkezleri Ve Veri Yüzdeleri

Nitelikler	Küme0		Küme1	
	Sınıf	Oran (%)	Sınıf	Oran (%)
Site türü (20 sınıf)	Oyun	10.51	Kişisel ilgi...	10.13
Erişim (3 sınıf)	1-3	38.09	1-	70.63
Farklı ziyaretçiler (3 sınıf)	1-	58.09	1-	89.52
Görüntülenen sayfa sayısı (3 sınıf)	50-	75.77	50-100	58.98
Ortalama süre (3 sınıf)	5-10	50.17	5-	67.99
Ortalama ziyaret sayısı (3 sınıf)	5-10	63.11	5-	73.34
Tüm verilerin kümelere dağılımı	618 (%62)		382 (%38)	
Withinclustersum of squarederrors: 2351.0				

K-means algoritması ile iki kümeye ayrılan 1000 adet verinin 618 tanesi Küme0 olarak mavi renkle, kalan 382 tanesi ise Küme1 olarak kırmızı renkle simgelenmiştir.



Şekil 3. Web sitelerinin (a) Görüntülenen sayfa sayısı ve ortalama süre (b) Görüntülenen sayfa sayısı ve ortalama ziyaret sayısı niteliklerine göre dağılımları Şekil 3(a)'da web sitelerinin ortalama süre-görüntülenen sayfa sayısı niteliklerine göre dağılımlarına bakıldığında kümeleri ayıran nitelikler arasında ortalama sürenin diğer niteliğe göre az farkla baskın olduğu söylenebilmektedir. Küme1'in ortalama süre=5- hattında, Küme0'un ise görüntülenen sayfa sayısı=50- hattında, ortalama süre=5-'ye kadar yoğunlaştığı görülmektedir. Şekil 3(b)'de de benzer bir grafik ortalama ziyaret sayısı-görüntülenen sayfa sayısı grafiğinde oluşmuştur. Verilerin ait oldukları kümeyi belirleyen etken, görüntülenen sayfa sayısından daha çok ortalama ziyaret sayısı niteliği olmuştur.



Şekil 4. Web sitelerinin (a) Ortalama ziyaret sayısı ve ortalama süre (b) Ortalama ziyaret sayısı ve Farklı ziyaretçiler (tahmini çerezler) sayısı niteliklerine göre dağılımları

Şekil 4(a) 'da ortalama süre niteliği ve ortalama ziyaret sayısının oluşturduğu küme dağılımlarında kümelerin ayrımında ortalama ziyaret sayısının, ortalama süreye göre daha etkin olduğu söylenebilmektedir. Küme0 ortalama ziyaret sayısı için 5-10 sınıfında, ortalama sürenin 5-10 ve 10+ sınıfında yoğunlaşırken, Küme1 ise her iki niteliğinde 5-10 sınıfında yoğunlaşmıştır.

Şekil 4(b)'de ortalama ziyaret sayısının farklı ziyaretçiler (tahmini çerezler) niteliğine göre kümelerin ayrılmasında baskın olduğu görülmektedir. Bu ayrımın, daha çok ortalama ziyaret sayısının 5- sınıfından 5-10 sınıfına geçerken olduğu söylenebilmektedir. Verilerin dağılımında ise farklı ziyaretçiler (tahmini çerezler) niteliği 1 milyonun altında iken, verilerin önemli yoğunluğu koruduğu görülmektedir.

Sonuç

Bu çalışmada, Türkiye'deki web siteleri istatistikleri kullanılarak makine öğrenmesi algoritmaları üzerinde detaylı bir inceleme ve analiz yapılmıştır. Gözetimli öğrenme algoritmaları ile ortalama süre ve ortalama ziyaret sayısı parametreleri kritik hedef nitelik seçilmiş olup algoritmaların birbirleri ile performans karşılaştırmaları, sonuçlara ilişkin yorumlar yapılmıştır.

Gözetimli öğrenme algoritmaları ile yapılan sınıflandırma analizinde çapraz doğrulama yönteminde sonuçlar genellikle birbirine yakın çıkmıştır. Ortalama süre hedef nitelik seçildiğinde doğruluk oranı en fazla C4.5 algoritmasında görülmekte iken, ortalama ziyaret sayısında en fazla Destek Vektör Makinesinde görülmüştür. Böylece, bu alanda yapılacak olan çalışmalarda iyi bir başarı elde edilebileceği de gösterilmiştir. Diğer bir sonuç olarak da ortalama ziyaret sayısı hedef niteliği, her algoritmada ortalama hedef niteliğine göre daha yüksek performans göstermiştir. Bu da sınıflandırma modelleri için ortalama ziyaret sayısının önemini ortaya koymaktadır.

Ayrı bir test kümesi sınaması yapılan gözetimli öğrenme algoritmalarında ki ID3 ve K en yakın komşu algoritması, her iki hedef nitelikte de diğer algoritmalara göre farklı davranmıştır. Nitekim bu iki algoritmanın test kümesinde gösterdiği doğruluk oranları ile eğitim kümesi doğruluk oranları arasındaki fark daha fazladır. Bu da bu algoritmaların, sınıfı tahmin edilmesi istenen yeni bir veri için, iyi bir tahmin yapamayabileceğini göstermektedir. Web siteleri tıklama analizi için yanıtıcı sonuçlar ortaya koyabileceği sonucu ortaya çıktığından K en yakın komşu ve ID3 algoritmalarının bu tür analizlerde kullanılması dezavantajlı olabilecektir.

Gözetimsiz öğrenme algoritmalarında eğitim ve test veri kümeleri için K-means ve Hiyerarşik Kümeleme yönteminden En Uzak Komşu Algoritması kümeleme sonuçlarında eğitim ve test verileri için ayrı ayrı oluşan kümelere yüzdelik oranlar karşılaştırılmıştır. En az fark oranı ortalaması k=2 küme için K-means algoritmasında gözlenmiş ve veriler 618-382 veri şeklinde dağılmıştır. 618 veri içeren küme niteliklerinde sınıflara bakıldığında, diğer kümeye oranla daha yüksek değerlere sahiptir. Farklı niteliklerin küme ayrımlarındaki etkisine grafikler yardımıyla bakıldığında ise ortalama ziyaret sayısı ve ortalama süre niteliklerinin diğer

niteliklere oranla daha belirleyici oldukları görülmüştür. Bu da web sitesi istatistiklerinde bu niteliklerin, verilerin hangi kümeye ait olmasında ağırlığı olduğunu ve öneminin büyük olduğunu göstermektedir. Bu iki nitelik arasında yapılan kümeleme kıyaslamasında ise, verilerin kümelere aitliğine daha çok etkiyi yapan ortalama süreye nazaran, ortalama ziyaret sayısıdır. Bu durum da sınıflandırma modellerindeki algoritmalara ait çapraz doğrulama sonuçlarını desteklemektedir.

Yapılan bu çalışma, web istatistiklerinin analizinde ve web ağ trafiğinin yorumlanmasında makine öğrenmesi algoritmalarının anlamlı parametre tespitinde kullanılabilirliği ve yararlılığı araştırılmıştır. Verilerin değerlendirilmesi istenildiğinde sınıflandırma ve kümeleme modellerinde izlenecek yol ve yöntemleri inceleyerek yararlılığı yüksek parametreler tespit edilmiştir.

Kaynakça

- Alpaydın, E.(2004). *Introductionto Machine Learning*, The MIT Press.
- Amasyalı, m. F., bilgin, M., (2015), *Sekans Etiketleme Uygulamaları için Makine Öğrenmesi Yöntemlerinin Karşılaştırılması Comparison of Machine Learning Methods for the Sequence Labelling Applications*.
- Anderberg, M. R. (1973), *Cluster Analysis for Applications*, New York: AcademicPress.
- Bülbül,Ş., Güler, M.F., Kandemir, A.Ş., (2009), *Propensity Skor Uygulamalarında Kümeleme Analizinin Test Amaçlı Kullanımı*,172.
- Coşkun, C., Baykal, A., *Veri Madenciliğinde Sınıflandırma Algoritmalarının Bir Örnek Üzerinde Karşılaştırılması*, Dicle Üniversitesi, Fen Fakültesi Matematik Bölümü, Diyarbakır.
- Cristianni, N.,Shawe-Taylor, J.(2000). *An IntroductiontoSupportVectorMachinesand OtherKernel-Based Learning Methods*, UK: Cambridge UniversityPress.
- Çetin, N. M., Haciomeroglu, M. (2013). *Survey of GPU Accelerated Data Clustering Algorithms*. AJIT-e, 4(11), 19.
- Demirci, D.A. (2007). *Destek Vektör Makineleri İle Karakter Tanıma*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Dünder, E., Cengiz, M. A., Koç, H., Savaş, N. (2013). *Bayesci ağlarda risk analizi: Bankacılık sektörü üzerine bir uygulama*. Erzincan üniversitesi sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 6(1), 1-14.
- Gencer, C., Akbulut, S., Kızılkaya Aydoğan, E. (2008), *Churn Analysis AndCustomer SegmentationOf A CosmeticsBrand Using Data MiningTechniques*, Journal of Engineeringand Natural Sciences, Sigma. Vol./Cilt 26 Issue/Sayı 1.
- Günes, A., Yiğit, T. (2012, April). *Handwritten digit recognition with accelerated Support Vector Machines*. In Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 2012 20th (pp. 1-4). IEEE.
- Habibi, Y., Sheisi, G. H., Abdi, H. (2015). *Voltage Instability Detection in Power System Using Support Vector Machine (SVM)*.
- Johnson, R. A., Dean W. W. (1999). *AppliedMultivariate Statistical Analysis(Fourth Editon)*., New Jersey: PrenticeHall, UpperSaddleRiver.
- Kavzoğlu, t., Çölkesen, İ. (2010). *Karar Ağaçları İle Uydu Görüntülerinin Sınıflandırılması*. Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2(1), 36-45.
- Kaya, Ç., & Yıldız, O. (2014). *Makine öğrenmesi teknikleriyle saldırı tespiti: Karşılaştırmalı analiz*.

- Kırmızıgül Çalışkan, S., Soğukpınar, İ. (2008), *Knn: K-Means Ve K En Yakın Komşu Yöntemleri İle Ağlarda Nüfuz Tespiti*, TmmobEmo 2.Ağ Ve Bilgi Güvenliği Ulusal Sempozyumu.
- Lee, C. H. (2015). *A gradient approach for value weighted classification learning in naive Bayes. Knowledge-Based Systems.*
- Monz, C., *Machine Learning for Data Mining, Week 6: Clustering.*
- Quinlan J.R. (1993). *C4.5: Programs for Machine Learning*, San Mateo, CA: Morgan Kaufmann.
- Özkan, Y. (2008). *Veri Madenciliği Yöntemleri* (1.Baskı). İstanbul: Papatya Yayıncılık.
- Öztemel, E.(2006). *Yapay Sinir Ağları* (2.Baskı). İstanbul: Papatya Yayıncılık
- Saini, I., Singh, D., Khosla, A. (2013). *QRS detection using K-Nearest Neighbor algorithm (KNN) and evaluation on standard ECG databases.* Journal of advanced research, 4(4), 331-344.
- Silahtaroglu, G. (2008). *Veri Madenciliği Kavram ve Algoritmaları*. İstanbul: Papatya Yayıncılık.
- Sorias, S. (2014). *Psikiyatrik Tanıda Betimsel ve Kategorik Yaklaşımların Kısıtlılıklarını Aşmak: Bayes Ağlarına Dayalı Bir Öneri.*
- SPSS.(1999). *AnwerTreeAlgorithmSummary*. SPSS White Paper, USA.
- Uzun, E. (2007). *İnternet tabanlı bilgi erişimi destekli bir otomatik öğrenme sistemi.*
- Yıldırım, S. (2003). *Tümevarım Öğrenme Tekniklerinin C4.5'in İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İTÜ.
- http://tr.wikipedia.org/wiki/Makine_%C3%B6%C4%9Frenimi, E.T: 07.05.2014
- <http://www.google.com/support/adplanner>, <https://adwords.google.com/da/DisplayPlanner/Home> ET:10.04.2011
- <http://www.turkeyforum.com/satforum/archive/index.php/t635294.html>, E.T:21.05.2014
- <http://www.damlakaraman.com.tr/google-doubleclick-nedir>, E.T:18.06.2014

ENERJİ KALİTESİ PROBLEMLERİ, ÇÖZÜM ÖNERİLERİ VE UYGULANAN STANDARTLAR

BANU TABAK ERGİNÖZ¹, HÜSEYİN PEHLİVAN²

Özet

Değişen ve gelişen teknolojiyle birlikte enerji hayatımızdaki yerini giderek arttırmakta ve bunun büyük bir kısmını da elektrik enerjisi ile karşılamaktadır. Günlük hayatta kullandığımız elektrik enerjisi ile çalışan teçhizatlar hayatımızı kolaylaştırmasına karşın beslendikleri kaynağın enerji kalitesi parametreleri üzerinde bozucu etkilere sebep olmaktadır. Bu etkileri en aza indirmek ve enerji kalitesini arttırabilmek için ülkemizde ve dünya da bazı standartlar öngörülmüştür. Enerji kalitesi kavramı, bir güç devresindeki gerilim ve akım dalga şeklinin genlik, faz ve frekansı ile ilgili tüm konularını içerir ve çoğu durumda gerilim kalitesi olarak algılanır. Enerji kalitesinin bozukluğu hem elektrik üreticilerini hem de tüketicilerini ilgilendiren bir konudur.[1]

Bu çalışmada ulusal ve uluslararası enerji kalitesi standartları araştırılmış ve bu standartların geniş bir kullanım alanını kaplayacak şekilde güç sistemlerine uygulaması durumunda elektrik enerjisi kalitesizliğinin en aza indirebileceği öngörülmüştür.

nahtar Kelimeler: Enerji verimliliği, enerji kalitesi, standartlar

¹ Arş. Gör., Sakarya Üniversitesi, btabak@sakarya.edu.tr

² Doç. Dr., Sakarya Üniversitesi, pehlivan@sakarya.edu.tr

Giriş

Günümüzde, sınai ve ticari faaliyetlerin gerçekleştirilebilmesi için gerekli ve önemli girdilerin başında elektrik enerjisi gelmektedir. Elektrik enerjisi insanoğlu tarafından sürekli olarak kullanılan, istenildiği gibi stoklanamayan, kullanım öncesinde kalitesi güvence altına alınamayan bir uygarlık aracıdır. Enerjinin daha kaliteli olabilmesi ve elektrik enerjisinin kalitesini bozan etkileri en aza indirmek için “ Enerji Kalitesi Standartları” adı altında toplanan, ulusal ve uluslararası standart organizasyonları tarafından belirlenen standartları uygulamak gerekmektedir. [2]

Bu konuda yapılan çalışmalara bakıldığında; ilk olarak incelenen kısım 5627 no’lu kanun da yer alan Enerji verimliliği kanunudur. Bu kanunun amacı [3] enerjinin etkin kullanılması, israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasıdır. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının hazırladığı sunumda [4] elektrik ve motor sistemlerinde enerji verimliliği hakkında bilgiler verip bu alanda motorlarda yapılabilecek enerji verimliliği odakları hakkında sonuç ve öneriler de bulunmuştur.

Enerji verimliliği konusunda Makine mühendisleri Odasının bu alanda yaptığı çalışmalarda [5] odadan alınabilecek sertifika ve eğitimlerle şirketlerin yetkilendirilmesi, izlenmesi ve performanslarının değerlendirilmesi konusunda hizmetler verilip bu yetki çerçevesinde yürütebileceğini ve böylelikle verim artışının sağlanabileceğini öngörmüştür. Makine müh odasının diğer bir çalışması da ise [6] farklı alanlarda yaptıkları eğitimler yer almaktadır. Kanunun geçmesinden sonra eğitim etüt proje yöneticisi, teknik personelin eğitimleri, uluslararası ölçüm yöntemi yetkilendirme eğitimi, bilirsizlik eğitimi ve üniversite öğrencilerinin eğitimleri yer almaktadır. Diğer odalardan elektrik mühendisleri odası [7] Yasanın enerji, ulaşım, elektrik, ev, binalarda, elektrikte sektöründeki uygulamaları ile Sanayide kullanımına yönelik enerji potansiyelindeki avantajlarını inceleyerek bu kısımlarda yapılabilecek olumlu katkılarla büyük miktarlarda enerji tasarrufunun sağlanabileceğini rakamlarla ortaya koymuştur. Yayınlanan diğer raporlarda [8] enerji verimliliği kavramı ve bu amaçla kurgulanan yasal düzenlemelerle şekillenen süreçte istenen noktada olunmadığı görülmektedir. Enerji açısından dışa bağımlılığı olan ülkemizin önümüzdeki yıllarda hızla artacağı öngörülen enerji gereksinimi göz önüne alındığında, enerji verimliliği çalışmalarına önümüzdeki süreçte ivme kazandırılması zorunluluğundan hareketle devlet politikası haline gelmesi, enerji verimliliğinin koordinasyonunun yapılması, Enerji Verimliliği Yasası ve ikincil mevzuatının uygulanması konusunda öncelikle somut hedefler belirlenmeli gibi önerilerde bulunmuşlardır.

Ülkemizde enerjinin %45–50 arası sanayide tüketilmekte olduğundan sanayideki kullanımına yönelik yapılan bir çalışma [9] kapsamında, sanayide çeşitli kısımlarda kullanılan kompresörler, yolcu salonlarının havalandırılması, su pompası, AC sürücüler ve kayma kompanzasyonu, motorlar, kompanzasyon sistemlerinde verim arttırıcı önerilerde bulunulmuştur. Enerji verimliliği derneğinin yaptığı bir çalışmada [10] ise Sanayi sektöründe enerji verimliliği için alınacak önlemler hakkında önerilerde bulunmuşlardır. Ulaşım sektörü açısından enerji verimliliğinin araştırılması Enerji tüketimi konusunda Almanya’da yapılan bir araştırmaya göre [11] yolcu taşımacılığında demiryolunda 1 birim, karayolunda 3 birim, havayolunda 5.2 birim enerji tüketilmekte iken; yük taşımacılığında demiryolunda 1 birim, karayolunda ise 3 birim enerji tüketildiği belirlenmiştir.

Türkiye'deki Enerji Verimliliği kongrelerinde [12] Enerji Verimliliği Kanununun yürürlüğe girmesi ve sonrasında yayımlanan yönetmelikler sonucu enerji verimliliğinde ülke olarak geldiğimiz yeri ve hala mevzuat açısından açıkta duran konuları, özellikle uygulamadaki sorunlar ile çözümlerine yönelik öneri ve görüşler tartışmaya açılmıştır.

Enerji Kalitesi Problemleri Ve Çözüm Önerileri

Enerji kalitesi standartları, elektrik enerjisi için gereklidir. Artan hassas elektronik teçhizat kullanımı, özellikle enerji verimini iyileştirmek ve arttırmak için artan lineer olmayan cihaz uygulamaları enerji kalitesi standartlarını zorunlu hale getirmiştir. Enerji kalitesi standartları, nominal ortamı ve terimleri tanımlar, enerji kalitesi problemlerinin sayısını ve sınırlarını belirler ve genel olarak gerilim, akım ve frekansı stabilize eder, belirli sınırlar içinde kalmasını öngörür. Standartlara uygunluk tüketici şikâyetlerini minimuma indirir ayrıca tüm olası elektriksel bozukluklara hem üreticileri hem tüketicileri korur. Aşağıdaki Tablo 1 de elektrik enerjisinin kalitesini bozan etkiler, bu etkilerin nedenleri, sonuçları ve bu etkileri azaltma yöntemleri ile ilgili öneriler özetlenmiştir.

Tablo 1. Elektrik enerjisinin kalitesini bozan etkiler [2]

Bozu-cu Etki	Gerilim değişikliği ve dalgalanmaları	Gerilim düşüklükleri	Kesintiler	Harmonik-ler	İç harmonik	Geçici aşırı gerilimler	Gerilim dengesizliği
Sebepler	Büyük yük dalgalanmaları (kaynak makineleri)	Kısa devre veya büyük yüklerin anahtarlama (motor yol verme, vb.)	Kısa devre, aşırı yük, bakım, istem dışı açılma.	Doğrusal olmayan yükler (hız kontrol cihazları, ark fırınları, kaynak makineleri, flüoresan lambaları, vb.)	Dalgalanma yükleri (ark fırınları, kaynak makineleri, vb.) frekans değiştiriciler.	Bağlama donanımının ve kondansatörlerin çalışması, aydınlatma.	Dengesiz yükler, (büyük tek fazlı yükler vb.)
Sonuçlar	Lambaların parlaklığında dalgalanma	Prosesin kesilmesi veya kapanması: veri kaybı, yanlış veri, kontaktörlerin açılması, tahriklerin kilitlenmesi, motorların yavaşlaması veya durması, gaz deşarjlı ampuller sönməsi.	Aşırı yükler (Nötr iletken kaynaklar vb.), istem dışı açılma, hızla eskime, enerji veriminin düşmesi, veriminin düşmesi	Aşırı yükler (Nötr iletken kaynaklar vb.), istem dışı açılma, hızla eskime, enerji veriminin düşmesi, veriminin düşmesi	Gidip gelme (titreme), ölçüm sinyallerinin kesilmesi	Tahriklerin kilitlenmesi, istem dışı açılma, bağlama donanımının bozulması, yangın çalışma kayıpları.	Ters motor torku (vibrasyon) ve asenkron makinelerin aşırı ısınması
Çözüm Önerileri	Elektromanyetik reaktif güç dengeleyici, gerçek zaman reaktif dengeleyici, seri elektronik güçlendirici,	UPS, gerçek zaman reaktif dengeleyici, dinamik elektronik gerilim regülatörü, yumuşak yol	UPS, meka-nik kaynak transferi, statik trans-fer anahtarı,	Anti-harmonik şok bobini. Kirletici yükler denetim altına alınmalı. Cihazın güç	Seri direnç.	Parafudr, yıldırım yönlendirici, ön ekleme rezistörü, şok bobinleri, statik	Yükler dengelenmeli . Şönt elektronik dengeleyici, dinamik elektronik

kademe değiştirici	verme, seri elektronik güçlendirici. Kısa devre gücünü (Kdg) arttırınız. Koruyucu cihazların seçiciliğini değiştiriniz.	sıfır zaman seti, şönt devre kesici, uzak-tan kumanda	değeri azaltılmalı.	otomatik dengeleyici.	gerilim regülatörü.
-----------------------	--	---	------------------------	--------------------------	------------------------

Tüm dünyada enerji kalitesi bozukluklarının sınıflandırılmasında ve tanımlanmasında tam bir fikir birliği sağlanmamış olsa da en çok kabul gören belli başlı standartlar genel bir bilgi vermektedir. Elektrik enerji kalitesi standartları bu yöndeki çalışmaları disipline etmek için ortaya konmuştur[13] Enerji kalitesini bozan iki temel etkilerden olan Harmonikler ve Gerilim ile ilgili ülkemizde ve dünyada uygulanan standartlara bir sonraki bölümde yer verilmiştir.

Enerji Kalitesi İçin Uygulanan Ulusal Ve Uluslar Arası Standartlar

Şebeke Harmoniklerinin Standartları

TS EN 61000-2-4/ Mart 1996 , IEC 50(161): 1990, IEC 1000-2-2: 1990

Toplam harmonik bozulma faktörü (THB), 2. dereceden 40. dereceye kadar olan gerilim bileşenleri göz önüne alınarak değerlendirilir ve belirli bir frekans bölgesindeki ara harmoniklerin katkısını da ihtiva eder.

THB faktörünün sınırlandırılması, yüksek genlikli çeşitli harmonik bileşenlerin aynı anda meydana gelmesini engellemek amacıyla yapılır. THB faktörü özel olarak, herhangi bir cihaz veya elemanın davranışıyla ilgili değildir.

Özellikle bazı çevirici türleri sebebiyle 3 sınıfı TBN'lerde yüksek seviyeli ara harmonikler mevcuttur. Bu değerler, özel bir tecrübenin bulunmaması sebebiyle sadece yol göstermek amacıyla verilmiştir ve 10 Hz'lik bir bant genişliği ile ölçülür. 2 sınıfıyla ilgili uyumluluk seviyeleri, dalgacık kontrollü elemanların mevcut olduğu düşünülerek tespit edilmiştir. Bu gibi elemanların genellikle sanayi bölgelerinde bulunmaması sebebiyle, sanayi ortamlarında 1 ve 2 sınıflarına ait uyumluluk seviyeleri çok düşük ortaya çıkar.

Tablo 2. Harmonik için uyumluluk seviyeleri

	1 Sınıfı	2 Sınıfı	3 Sınıfı
Toplam harmonik bozulma (THB)	%5	%8	%10

Gerilim Dengesizliği Standartları

Gerilim Değişimleri TS EN 61000-2-4/ Mart 1996, IEC 50 (161): 1990, IEC 1000-2-2: 1990

Seviyelere, yük değişmeleri veya transformatör uç değiştiricileri, kondansatör dizileri, motorlar gibi şebeke bileşenlerinin açılıp kapanmasından kaynaklanan değişmeler dahildir. 3 sınıfı için, 60s'den uzun olmayan sürelerle 0,85 U_N 'den, 0,9 U_N 'e kadar olan bölgede gerilim değerleri beklenir. Daha uzun süreler için, 0,9 U_N 'den 1,1 U_N 'ekadar olan bölge uygulanır.

Gerilim çukurları ve kısa süreli kaynak kesintileri

1 sınıfı TBN'ler için KGK 'lar ile sağlanan bir koruma göz önüne alınır. Gerçekten yarım çevrime kadar gerilim çukurları (50Hz'de 10 ms) ve %100 (kesintiler) meydana gelebilir. eçici olarak genel şebekelerin uygulanabilir seviyeleri kabul edilebilir.

Gerilim Dengesizliği

3 sınıfı TBN'ler göz önüne alındığında, gerilimin negatife giden bileşeninin belli bir sınır değeri için, herhangi 10 dakikalık bir gözleme süresi boyunca değerlendirilen ortalama değer esas alınır. Ayrıca temel gerilimin ani negatif bileşeni, %4 'ü aşmamalıdır.

Sonuçlar

Üretilen elektrik enerjisinin kaliteli bir şekilde kullanıma sunulması, kaliteyi bozan etkiler varsa bu etkilerin ortadan kaldırılması güncel bir konu olarak gittikçe artan bir öneme sahiptir. Elektrik enerjisi kalite problemi çözümleri olarak kesintisiz güç kaynakları ve trafo seçimi, ulusal ve uluslararası düzeyde belirlenmiş kalite standartlarını eksiksizce uygulamak ayrıca eksik olan standartların oluşturulması, yetersiz yönetmeliklerin gözden geçirilmesi ve çözüme ulaştırılması için sorumlu teknik kadroların acil olarak eğitilmeleri gerekmektedir.

Kaynakça

Elektrik tesisat mühendisleri derneği seminer notları (2000). *Enerji kalitesi ve harmoniklerin oluşum nedenleri, hesaplanması, ölçümü, önlemler*, İstanbul.

Tabak B., (2004) Ulusal ve uluslar arası enerji kalitesi standartlarının irdelenmesi, *yüksek lisans tezi*.

Enerji verimliliği kanunu. *Kanun no. 5627*.

[Http://www.eie.gov.tr/verimlilik/document/elektrik_motorlari.pdf](http://www.eie.gov.tr/verimlilik/document/elektrik_motorlari.pdf).

Keskin, t. (2007). Enerji verimliliği kanunu ve uygulama süreci. *Mühendis ve Makina 48*(569), 106-112.

Enerji verimliliği çalışmaları. *MMO 10. Dönem çalışma raporu*.

Elektrik mühendisleri odası (2012). (10 – 13 ocak 2008. 1. EİEİ enerji verimliliği haftası *elektrik enerjisinde verimlilik TMMOBEMO enerji verimliliği raporu*, Ankara.

Çakmanus Ö. F., (2007). İCEF sanayi ve konutlarda enerji verimi, *EMO*.

Enerji verimliliği derneği. *Sanayi kuruluşlarında enerji verimliliği*. (1997:28). *Ergen ve yıldırım*.

TCDD. *Demiryollarında verimlilik ve enerji tasarrufu.*

TUBİTAK (2011). *31 mart - 02 nisan 2011 III. Enerji verimliliği kongresi sonuç bildirisi.* Kocaeli.

Kennedy B. W., (2000),. *powerqualityprimer, mcgraw-hill, USA.*

FİZİKSEL PROGRAMLAMA PLATFORMLARI KULLANARAK ELEKTRİKLİ TAŞITLARIN HIZ, BATARYA VE SICAKLIK VERİLERİNİN TAKİBİ*

Alpay Doruk¹, Halil Nusret Buluş², Aytaç Moralar³, Soner Çelen⁴, Erdinç Uzun⁵

Özet

Elektrik ve güneş enerjisi ile çalışan taşıtlar hareket enerjilerini elektrik motorları aracılığı ile almaktadır. Bu motorlara enerji ise bataryalar tarafından sağlanmaktadır. Elektrikli araçların batarya durumu, sıcaklığı ve anlık hızı gibi veriler kalan yol miktarı gibi bilgilerin hesaplanması için oldukça önemlidir. Bu çalışmada bu verilerin ölçülmesi ve uzaktan takip edilebilmesi için fiziksel programlama platformları kullanılarak bir telemetri sistemi geliştirilmiştir. Veriler çeşitli sensörler aracılığı ile ölçülmüş, fiziksel programlama platformu aracılığı ile yorumlanmış ve GSM şebekesi aracılığı ile internet üzerinden bir sunucuya gönderilip, geliştirilen bir web sitesi üzerinde yayınlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: fiziksel programlama platformu, elektrikli taşıt, telemetri, Arduino

TRACING OF VELOCITY, BATTERY AND TEMPERATURE VALUES OF ELECTRIC VEHICLES USING PHYSICAL PROGRAMING PLATFORMS

Abstract

Electric and solar vehicles obtain their motion energies via electric engines. The energy used within these engines is obtained using batteries. Electric vehicles' battery status, temperature and instant velocity data is important for calculating the information of remaining range. In this study, a telemetry system, using physical programing platforms, is developed for measuring and remotely tracing of these data. Data are measured using various sensors, interpreted using physical programing platform and sent to a server via internet and presented over a developed web site.

Keywords: physical programing environment, electrical vehicles, telemetri, Arduino

* Bu çalışmada kullanılan ekipmanlar Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi kapsamında yer alan NKUBAP.00.17.AR.14.02 ve NKUBAP.00.17.AR.14.05 protokol numaralı projelerden temin edilmiştir.

¹ Yrd. Doç. Dr., Namık Kemal Üniversitesi, adoruk@nku.edu.tr

² Yrd. Doç. Dr., Namık Kemal Üniversitesi, nbulus@nku.edu.tr

³ Yrd. Doç. Dr., Namık Kemal Üniversitesi, amoral@nku.edu.tr

⁴ Yrd. Doç. Dr., Namık Kemal Üniversitesi, scelen@nku.edu.tr

⁵ Yrd. Doç. Dr., Namık Kemal Üniversitesi, erdincuzun@nku.edu.tr

Giriş

Bu çalışmada, Fiziksel Programlama Platformları kullanılarak gerçekleştirilmiş olan sistem, elektrikli taşıtlar için batarya seviyesi, sıcaklık ve anlık hız gibi verilerin uzaktan gözlemlenmesini sağlamaktadır. Ayrıca bu sistem hareket enerjisini bataryadan alan tüm taşıtlara (güneş enerjili, elektrikli vb) kolaylıkla uygulanabilecek şekilde düzenlenmiştir. Elde edilen veriler, geliştiriciler tarafından internet üzerinden paylaşılabilirdiğinden, sistemlerin takibi için mesafe problemi ortadan kalkmaktadır.

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesi ile güneş enerjili aracın gerçek zamanlı olarak uzaktan izlenmesi sağlanmaktadır. Anlık hızın ve batarya durumunun uzaktan izlenmesi, kalan enerji miktarına göre hız ve gidilebilecek yol gibi verilerin hesaplanmasını sağlamaktadır.

Bu çalışma farklı aşamalardan oluşmaktadır; ilk olarak ölçümlerin yapılabilmesi için gerekli olan devre tasarımları yapılmıştır. Bu devreler fiziksel olarak gerçekleştirilmiş ve Fiziksel Programlama Platformları aracılığı ile programlanmıştır. Daha sonra araç tarafından gönderilecek verilerin yorumlanması için gerekli internet sunucunun programlanması ve ayarlanması gerçekleştirilmiştir. Son olarak da araçtan alınan verilerin bu sunucuya yüklenmesi için gerekli yazılımlar üretilmiştir.

Hammad ve Khatib (Hammad ve Khatib, 1996) yaptıkları çalışmada; 6m² güneş modülü kullanılan 5m uzunluk, 1.8m genişlikte, 2 kişilik ve kişi başına 480W enerji üreten bir güneş arabasının tüm enerji parametrelerini Amman şartlarında incelemişlerdir.

Pudney, vd. (Pudney, vd., 2000), güneş enerjili arabalarda optimal enerji düzenini belirlemek amaçlı bir çalışma yapmışlardır. Üzerinde çalışılan araç Dünya Güneş Rallisinde yarışan bir güneş arabasıdır. Aracın optimum çalışma verilerini belirlemek amacı ile yapılmış bir çalışmadır.

Howlett, vd. (Howlett, vd., 1997) yaptıkları çalışma ile 1993 dünya güneş rallisinde yarışan 52 araçtan yarışı bitiren 5 araç üzerinden yapılmış bir araştırma projesi gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada optimal sürüş stratejisinin yarış için önemi anlatılırken, verimsiz enerji depolamanın gereksizliği, enerji depolama ihtiyacının güneş ışınımının düşük olduğu anlarda kullanımı için gerekli olduğu ve bu durumlarda sürüş hızını üretilen güç ile orantılı olarak düşürmek gerektiğini ispatlama amaçlı bir çalışmadır.

Kennedy, vd. (Kennedy, vd., 1999), yaptıkları çalışmada; elektrikli araçlarda Lityum-İyon pil kullanımı denenmiştir. 1999 yılında dünya güneş rallisine katılan bir güneş arabasında kullanılan Lityum-İyon pillerin uygunluğu konusunda yapılmış bir çalışmadır.

Lovatt, vd. (Lovatt, vd., 1997), yaptıkları çalışmada; dünyada nadir bulunan bir mıknatıs türünden imal edilen manyetik doğru akım motorunu, verimi %92-%95 ve ağırlığı 12 kg–16 kg aralığında olan motorlarla karşılaştırmışlardır. Karşılaştırılan motorun verimi %97,5 ve ağırlığı 8,3kg'dır. Dünya güneş rallisinde, bu motor veriminin diğer motorlara oranla daha yüksek olduğu ispatlanmıştır.

King (King, 1990), yaptığı çalışmada; yarışlarda kullanılan güneş arabalarından yola çıkarak, günlük kullanımda evden işe yolculuk maksatlı güneş enerjili araçların kullanılabilirliğini ve Amerika Birleşik Devletleri şartlarında uygunluğunu araştırmıştır.

Tuncay, vd. (Tuncay, vd., 2006), yaptıkları çalışmada; Tübitak Bilim Teknik Dergisi'nin düzenlediği FormulaG yarışmasının, her iki ayağında da birincilik kazanan İstanbul Teknik Üniversitesi Güneş Arabası Ekibi'ne ait, ARİba isimli güneş arabasının elektrik, elektronik, elektromekanik düzeneklerinin tasarım metodolojisi ve bu düzeneklerin bilgisayar benzetim çalışmaları sunulmaktadır. Bu tasarımda güneş gözeleri (güneş pilleri), elektrik besleme ve akü devreleri, doğrudan sürürlü fırçasız doğru akım motoru, motor sürüş ve kontrol devreleri, veri haberleşme sistemi, yol sürüş senaryoları ve benzetimleri ile aracın yarış performansını optimize eden enerji yönetim sistemi ile ilgili geliştirmeler açıklanmaktadır. Bu çalışma ile, İTÜ ARİba ekibi, yarış jürisi tarafından TÜBİTAK "2006 En Yüksek Yerli Katkı Özgün Tasarım Ödülü" ne layık bulunmuştur.

Baykal, vd. (Baykal, vd., 2011), geliştirdikleri güneş enerjili aracın bazı mekanik tasarım ölçütleri, araçta kullanılan elektronik sistem yapısı, telemetri sisteminin çalışmaları ve sürüş stratejisi hakkında bilgiler sunmuştur. Elektronik sistem içerisinde akım, gerilim, hız, sıcaklık ölçümleri, GPS ile konum ve pist analizi, darbe genişlik modülasyonu ile etkin hız kontrol sistemi, MPPT, panel ve batarya bağlantıları yer almaktadır. Telemetri sistemi içerisinde GSM tabanlı veri iletişim teknolojisi ve bu teknolojinin kullanımı, araç performansının izlenebilmesi için geliştirilen telemetri yazılımı bulunmaktadır.

Güneş enerjili otomobiller mekanik olarak diğer taşıtlara benzemekle birlikte, elektriksel olarak elektrikle çalışan taşıtların genel özelliklerini barındırmaktadırlar. Güneş enerjili araçlarda hareket gücü elektrik motorlu araçlarda olduğu gibi bir elektrik motoru aracılığı ile sağlanırken, enerji ise aküler aracılığı ile depolanmaktadır. Güneş enerjili ve elektrikli araçlar arasındaki fark ise güneş enerjili taşıtlarda güneş pilleri ve bunlarla ilgili devrelerin bulunmasıdır. Güneş enerjili araçlarda enerji kaynağı olarak güneş pilleri ve bu pillerden gelen gücü düzenlemek ve enerjinin akışını kontrol etmek için kullanılan devreler, depolama için kullanılan aküler ve hareketi sağlayan motor ve sürücü bulunmaktadır.

Güneş pillerinin akım-gerilim karakteristiğinde sıcaklığın seviyesine bağlı olarak değişiklikler ortaya çıkmaktadır. Güneş pilinden çekilebilecek akım seviyesi belirli bir gerilim seviyesinden sonra hızlı bir şekilde düşmekte ve dolayısıyla ortaya çıkan güç de akım ve gerilime bağlı bir fonksiyon olduğu için hızlı bir şekilde azalmaktadır. Uygulamada kullanılan araç için depo görevi gören bataryaların kullanımı 1KWh ile sınırlandırılmıştır. Bu nedenle güneş pillerinden maksimum verimi almak için çeşitli devreler üretilmektedir. Bu devreler yardımıyla alınan güç sürekli maksimum seviyede tutulmaktadır. Ayrıca bu devrelere eklenen özellikler sayesinde araç içindeki ölçme, haberleşme ve kontrol gibi işlemleri de gerçekleştirmek şarttır.

Elektrikli otomobil çalışmalarının tıkanıdığı en büyük noktalardan biri enerjinin depolanmasıdır. Enerji depolamak için kullanılan akü sistemleri hakkındaki araştırmalar hızla devam etmektedir. Kısıtlı bir enerji kaynağı olduğu için bu enerjiyi en verimli şekilde kullanmak gerekmektedir.

Veri toplama sistemi, güneş arabalarında aracın koruma amaçlı izlenmesi ve enerji yönetimi açısından önemlidir. Aracın anlık hızı sürekli olarak kontrol edilmeli, bataryaların doluluk oranına ve güneş panellerinden gelen elektriksel güce göre aracın hızı değiştirilebilmelidir. Bu amaçla kritik öneme sahip anlık hızı ölçen, söz konusu ölçüm bilgilerini depolayan ve bu bilginin istenilen kısmını sürücüye yansıtan, istenen kısmını ise internet

üzerinden aracın durumunun izlendiği yer istasyonuna aktaran devreler ve bu devreleri birbirine bağlayan yazılımlar yer almaktadır.

Materyal

Bu bölümde çalışma çerçevesinde kullanılan materyaller ile ilgili bilgi verilmektedir.

Arduino Uno (Rev 3)

Çalışmanın gerçekleştirilmesi için fiziksel programlama platformu Arduino Rev3 kullanılmıştır. Arduino kolay bir şekilde çevresiyle etkileşime girebilen sistemler tasarlayabileceğiniz açık kaynaklı bir geliştirme platformudur. Arduino kartları üzerinde Atmega firmasının 8 ve 32 bit mikrodenetleyicileri (arduino duo) bulunmaktadır. Arduino kütüphaneleri ile mikrodenetleyiciler kolaylıkla programlanabilmektedir. Analog ve dijital girişleri sayesinde analog ve dijital veriler işlenebilmektedir. Sensörlerden gelen veriler kullanılabilen ve dış dünyaya çıktılar (ses, ışık, hareket vs...) üretilebilmektedir.

Voltaj Bölücü

Herhangi bir güç kaynağının gerilim değerini ölçmek için Arduino'nun analog girişleri kullanılabilir. Ancak bu girişlerde ölçülebilecek en yüksek değer 5V'tur. Bu durumda ölçülecek 5V'tan büyük gerilim kaynağının doğrudan Arduino'nun girişlerine bağlanması problemlere yol açabilecek ve herhangi bir ölçüm yapılamayacaktır. Bu sorun seri olarak bağlanmış iki direnç ile çözülebilmektedir. Bu tip bir devreye de voltaj bölücü devresi adı verilmektedir. Burada dirençlerin birbirine olan oranları önemlidir. Örnek olarak 20V'luk bir gerilim kaynağında, Arduino'nun da en yüksek 5V ölçtüğü göz önüne alınarak;

$V=I.R$ (Voltaj = Akım . Direnç) formülünde seri bağlanan iki direnç için bu formül;

$V=I.(R_1+R_2)$ dir.

Burada $V=20V$ 'tur;

$20=IR_1+IR_2$ olur.

Voltaj ölçümünün seri bağlanmış iki direncin birinin üzerinden alınması gerekmektedir. Arduino en yüksek 5V ölçebildiğinden, ölçüm alınan direnç üzerindeki gerilim en yüksek 5V olmalıdır. Bu durumda R_1 üzerindeki 5V, R_2 direnci üzerinde de 15V gerilim oluşmalıdır. Bu durumda R_1/R_2 oranı;

$IR_2=3(IR_1)$

$R_1/R_2 =1/3$ olur.

Bu oran hesaplanabilecek en büyük orandır. Burada R_2 değerinin daha büyük seçilmesi ölçümün yapılmasına engel değildir. Bu değerler 12V için hesaplandığında bu oran en yüksek 5/7 olmalıdır.

Sıcaklık Sensörü

Araç üzerindeki bataryanın bulunduğu ortamın sıcaklığı önemlidir ve geliştirilen düzenekte bu sıcaklığın takibi de mümkündür. Kullanılan sıcaklık sensörü ile bu anlık değişimler izlenebilmektedir. Sıcaklık sensörü, Arduino'nun analog ve dijital girişlerine bağlanarak gerekli ölçümler yapılmaktadır.

Akım Sensörü

Kullanılacak araç üzerinde operatörler tarafından takip edilecek değerler içinde devre üzerinde dolaşan akım değerleri de yer almaktadır. Şekil 1 göz önüne alındığında iki adet akım değerinin bilinmesi önem taşımaktadır. Bunlardan birincisi güneş panellerinden, aracın elektrik enerjisini sağlayan bataryalara, ikincisi de bataryalardan elektrik motoruna giden akım değerleridir. Dolayısıyla iki ayrı akım sensörü bu iki hat üzerine seri olarak bağlanmalıdır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta akım sensörlerinin ölçüm limitlerinin yeterince büyük olmasıdır. Devreye seri olarak bağlanacaklarından olası bir arıza halinde devre açık hale gelecek, ölçüm yapamamanın yanı sıra araç hareket etmeyecek ya da güneş panelleri bataryaları beslemeyecektir.

Reed Anahtarı

Tekerleğe içerisine konulan mıknatıs ile karşı karşıya yerleştirilen Reed anahtarı ile hız ölçümü yapılmaktadır. Tekerleğin her bir turunda mıknatısın önünden geçmesi ile Reed anahtarı bir kare dalga üretmekte ve tekerleğin saniyedeki devir sayısı Arduino tarafından kendisine gelen kare dalga sayısı olarak algılanmaktadır. Daha sonra devir sayısının tekerleğin çevre uzunluğu ile çarpılması ile aracın hızı m/sn cinsinden hesaplanmaktadır.

GSM Kartı

Araçtan sensörler yardımıyla toplanan verilerin GSM şebekesi aracılığı ile sunucu bilgisayara gönderilmesini sağlayan karttır. Üzerinde GSM operatörlerine ait bir SIM kart yuvası mevcuttur. Bu SIM kart ve ait olduğu GSM operatörü yardımıyla çıkan sonuçlar web sitesine yüklenmektedir.

Yöntem

Çalışmanın işleyişi aşağıdaki sıra ile gerçekleştirilmiştir:

1. aşamada Arduino sistemler ve Arduino ek kartları ile elektrikli araçtan anlık batarya bilgisini çekecek devre tasarlanmıştır. (Şekil 1)
2. aşamada bu devrenin verileri gönderebilmesi için 3G/GPRS bağlantıları gerçekleştirilmiştir. (Şekil 1)
3. aşamada veriler internet sunucusuna Arduino ve ekipmanları aracılığı ile gönderilmiştir.
4. aşamada tasarlanan sistem için özel olarak ASP .NET programlama dili ile internet portalı geliştirilmiştir.
5. aşamada proje dahilinde alınan 3G destekli tablet ile internet erişiminin olduğu her yerden tablet üzerindeki standart internet tarayıcısı aracılığıyla anlık araç verisi takip edilebilmektedir.

Araçta kullanılan veri toplama sisteminde toplanan parametreler şunlardır;

- Batarya, Motor Akımı, Batarya Gerilimi, Batarya Sıcaklığı
- Enerji (Watt-Saat), Enerji (Amper-Saat), Gidilen Yol
- Tur Zamanı
- Tur Başına Değerler

Akım ve Gerilim Ölçümü - Güneş enerjili yarış aracında akım ve gerilimi doğru olarak ölçmek, aracın harcadığı enerji, kalan enerji, kalan enerjiye göre gitmesi gereken hız ve gidebileceği yol gibi stratejik seçimler bu ölçümler sonucunda oluşacağından kritiktir. Bu ölçümlerde oluşacak bir hata yarış stratejinizi doğrudan etkilemektedir. DC akım/gerilim ölçümü için enerji kaybını azaltmak ve daha doğru ölçüm yapabilmek için tümleşik devre şeklinde üretilen akım/gerilim sensörleri kullanılmıştır.

Sıcaklık Ölçümü - Sıcaklık ölçümü batarya sıcaklıklarını ve araç içi sıcaklığını izlemek için gereklidir. Özellikle batarya sıcaklıklarını ölçmek, bataryanın herhangi bir durumunda tehlikeli sınırlara yaklaşıp yaklaşmadığını görmek içindir. Lityum-Polimer bataryalar için +60°C, deşarj sıcaklığının maksimum noktasıdır. Bu sıcaklıktan sonra bataryanın verimi düşmekte, akım kapasitesi azalmakta, iç direnci sıcaklıkla beraber arttığı için kayıplar da artmaktadır. Nominal sıcaklıktan daha fazla sıcaklıkta uzun süre kullanılan bataryaların patlama riski ortaya çıkmaktadır.

Hız Ölçümü – Gidilen Yol Ölçümü - Hız ölçümü temel olarak birim zamandaki dönüş miktarı ölçerek gerçekleştirilmektedir. Dönüş miktarı tekerlek çevresiyle orantılanarak, hız ölçümü, dakikadaki devir sayısı (RPM) ve gidilen yol ölçümü gibi değerler de bu ölçüm sonucunda ortaya çıkmaktadır. Kullanılacak fırçasız DC motorda motor sürücüsünde hız ölçüm çıkışı bulunmaktadır. Hız ölçümü yapılırken tekerlek üzerinde bulunan mıknatısın Reed anahtarının önünden her geçtiğinde bir kare dalga üretilmekte ve saniyede üretilen kare dalga sayısı ile tekerleğin çevre uzunluğu verisi birbiri ile çarpılarak m/sn cinsinden aracın hızı hesaplanabilmekte, sonra da bu veri km/h olarak hesaplanmaktadır.

Enerji Ölçümü (Watt-Saat, Amper-Saat) - Güneş enerjili bir aracın enerji yönetimini yapabilmek için bu iki ölçümü yapabilmek önemlidir. Bu iki parametre de, aracın harcadığı gücü, kalan gücü ve gidebileceği yolu hesaplamada esas rol oynar. Belirli bir periyotta yapılan akım ve gerilim ölçümleri ile (0.5, 1, 2 saniye gibi) Watt-Saat ve Amper-Saat ölçümleri gerçekleştirilmektedir. Örneğin; 2 saniyede bir yapılan ölçüm sonucunda batarya gerilimi 100V ve motor akımı 10A ölçülmüş olsun. Bu durumda o an için harcanan amper-saat, $(2\text{sn}/3600\text{sn}) \cdot 10 = 0.0055\text{Ah}$ olur. Harcanan Watt-saat ise $\text{Ah} \cdot \text{V} = 0.0055 \cdot 100 = 0.55 \text{ Wh}$ olur. Bu şekilde bir periyotta yapılan ölçümler, daha önceki ölçümlerin üzerine eklenerek, o ana kadar ki parametreler ortaya çıkmaktadır.

$$\text{Ah} = (T/3600) \cdot A$$

$$\text{Wh} = \text{Ah} \cdot \text{V}$$

V: Batarya Gerilimi (Volt), T: Ölçüm periyodu (Saniye), A: Ölçülen Akım (Amper), Ah: Amper – Saat, Wh: Watt – Saat.

Yazılımın ikinci kısmında ise GSM modülü üzerinden internet sunucularına yükleme işlemi Microsoft Visual Studio 2010 ASP.net platformunda yazılmış olan kodlarla gerçekleştirilmiştir. Bu kısmın algoritması aşağıda görülmektedir.

- Adım 1. Veri tabanı bağlantısını gerçekleştir
- Adım 2. Arduino yazılımından gelen değerleri oku
- Adım 3. Parametrik parçalara böl
- Adım 4. Gerilim parametresinden gerçek gerilimi hesapla
- Adım 5. Tüm parametreleri veri tabanındaki ilgili alanlara yaz
- Adım 6. İlk 5 kaydı tabloda göster
- Adım 7. Adım 2'ye dön

Bulgular

Geliştirilen sistem ile sensörlerden alınan veriler Arduino tabanlı sistem üzerinde başarılı bir şekilde işlenmiş ve veri tabanı üzerine kaydedilip sunucuya gönderimi sağlanmıştır. Daha sonra kaydedilen verilerin <http://bilgmuh.nku.edu.tr/amonra/read.aspx> sitesi üzerinden takip edilebilmesine olanak sağlanmıştır. Sistemin çalışmadığı durumlarda son kaydedilen 5 veri grubu ekranda yer almaktadır. Bu veriler gerilim(voltaj), hız, akım1 (bataryadan motora doğru), akım2 (panelden bataryaya doğru) ve sıcaklık verileridir.

Sonuçlar

Bu sistem hareket enerjisini bataryadan alan tüm taşıtlara (güneş enerjili, elektrikli vb) kolaylıkla uygulanabilecektir. Elde edilen hız, batarya durumu, sıcaklık gibi veriler, geliştiriciler tarafından internet üzerinden paylaşılabilir olduğundan, sistemlerin takibi için mesafe problemi ortadan kalkmaktadır.

Öneriler

Günümüzde giderek daha geniş bir kullanım alanına sahip olması için çalışmalar yürütülen elektrikli ve güneş enerjili arabaların anlık hız, voltaj ve sıcaklık verilerinin internet üzerinden takibi çalışmaları, ileride bu taşıtların sadece günlük kullanımda değil her türlü şirket ve kamu alanında kullanımının ve kontrolünün önünün açılacağı öngörülmektedir.

Kaynakça

- Hammad M. ve Khatib T.(1996). Energy parameters of a solar car for Jordan, Energy conversion and management ISSN 0196-8904 CODEN ECMADL, 37 (12): 1695- 1702.
- Pudney P., M.App.Sc ve B.App.Sc (2000). "Optimal energy management for solar powered cars", University of South Australia.
- Howlett P., Pudney P., Tarnopolskaya T. ve Gates D.(1997). Optimal driving strategy for a solar car on a level road, IMA Journal of Management Mathematics, 8 (1): 59-81.
- Kennedy B., Patterson D. ve Camilleri S. (2000). Use of lithium-ion batteries in electric vehicles, Journal of Power Sources, 90 (2): 156-162.
- Lovatt H.C., Ramsden V.S. ve Mecrow B.C. (1997). "Design of an in-wheel motor for a solar-powered

electric vehicle”, Electrical Machines and Drives, 1997 Eighth International Conference on , 444.

King R.J, (1990). ”Photovoltaic applications for electric vehicles”, Photovoltaic Specialists Conference, 1990, Conference Record of the Twenty First IEEE, (2): 977-98.

Tuncay R. N., Üstün Ö., Yılmaz M., Tüysüz A., Titiz K., Şahin A., Gökçe C. ve Yıldırım A., (2006). “Güneş enerjili yarış aracının elektrik tasarım ölçütlerinin, yol performans simülasyonunun ve enerji yönetim sisteminin geliştirilmesi”, ELECO’2006, International Conference on Electrical and Electronics Engineering, Bursa, Turkey.

Baykal T., Gürkan K., Atmaca E. (2011). “Güneş enerjili yarış aracının mekanik ve elektronik sisteminin geliştirilmesi” TMMOB Makina Mühendisleri Odası, 12. Otomotiv ve Üretim Teknolojileri Sempozyumu.

MİKRODALGA BANTLI KURUTUCUDA PATATESİN KURUTULABİLİRLİĞİNİN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ

İlker Hüseyin ÇELEN¹, Soner ÇELEN², Aytaç MORALAR³, Halil Nusret BULUŞ⁴, Eray ÖNLER⁵

Özet

Bu çalışmada 5mm dilimindeki patatesin mikrodalga bantlı kurutucuda mikrodalga gücünün (1500W ve 2100W) ve bant hızının (0,175, 0,210 ve 0,245 m/dak) kurutma zamanı, renk değişimi ve enerji tüketimine etkisi araştırıldı. Elde edilen sonuçlara göre mikrodalga gücünün artması ve bant hızının azalması ile enerji tüketimi azalmıştır. Dokuz adet kurutma modelinin uygunluğunu belirlemek için deneysel ve teorik nem oranları dikkate alınarak korelasyon katsayısı (r), standart hata (e_s) ve (χ^2) hesaplandı. Tüm kurutma şartları için Page modelin en uygun model olduğu belirlenmiştir. Efektif difüzyon katsayısı $2,958.10^{-7}$ ve $3,587.10^{-6}$ m²/s aralığında hesaplanmıştır. Kurutma süresince en az enerji 0,175m/dak ve 2100W gücünde belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Patates, kurutma, mikrodalga, konveyör.

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF POTATO DRYING IN MICROWAVE BELT DRYER

Abstract

In this work, the drying behaviors of potatoes slices with 5mm thickness were investigated in a laboratory type microwave conveyor dryer. The effects of different microwave power levels (1500 and 2100W) and conveyor belt speeds (0,175, 0,210 ve 0,245 m/min) on drying time, color changing and energy consumption have been investigated. The results show that drying time and energy consumption decreases considerably with increasing microwave power and with decreasing conveyor belt speed. The performances of nine models were compared according to the coefficient of determination (r), standard error of estimate (e_s) and residual sum of square (χ^2), between the observed and predicted moisture ratios. It was found that the Page Model described the drying ratio satisfactorily in all drying methods for 5mm thickness. Fick's diffusion model was applied to calculate the effective diffusivities. The effective diffusivity values were found between $2,958.10^{-7}$ and $3,587.10^{-6}$ m²/s. When the electrical energy consumption values were considered, optimum results have been found at 0,175 m/min belt speed and 2100W power.

Keywords: Potato, drying, microwave, conveyor

¹ Doç. Dr, Namık Kemal Üniversitesi, icelen@nku.edu.tr

² Yrd. Doç. Dr, Namık Kemal Üniversitesi, scelen@nku.edu.tr

³ Yrd. Doç. Dr, Namık Kemal Üniversitesi, amoral@nku.edu.tr

⁴ Yrd. Doç. Dr, Namık Kemal Üniversitesi, nbulus@nku.edu.tr

⁵ Arş. Gör, Namık Kemal Üniversitesi, erayonler@nku.edu.tr

Giriş

Günümüzde ileri endüstrilerin birçok uygulamasında ve tıpta bazı hastalıkların tedavisinde yüksek frekanslı elektromanyetik dalgalar geniş ölçüde kullanılmaktadır. Elektromanyetik enerji kullanılmasının çeşitli üstünlükleri yanında, optimum şartlarda klasik enerji sistemlerine nazaran enerji ve zaman tasarrufu elde edilmesi bu konudaki çalışmaların önemini daha da arttırmıştır. Elektromanyetik dalgalardan olan mikrodalgaların suyu ısıtma etkisinin fark edilmesiyle birçok ısıtma ve kurutma konusunda etkinlikleri ve kullanılabilirlikleri araştırılmaya başlanmıştır. Teknolojik gelişmelere paralel olarak, mikrodalga uygulamalarının gıdalar üzerindeki etkileri incelenerek kurutma vb. uygulamalarda kullanılmaya başlanmıştır.

Mikrodalga ile kurutma yönteminde, elektromanyetik alan materyali bir bütün olarak etkilediğinden geleneksel kurutma yöntemlerinden farklı olarak, doğrudan materyal bünyesindeki su molekülleri hedef alınarak seçici bir ısıtma yapılmaktadır (Karaaslan, 2012). Bu yüzden kurutma işlemi daha hızlı olur ve süre daha da kısadır. Dolayısıyla ısıtma etkisinin geleneksel kurutma yöntemlerine göre oldukça hızlı ve üniform olması yanında ısıtma verimi de yüksek olmaktadır.

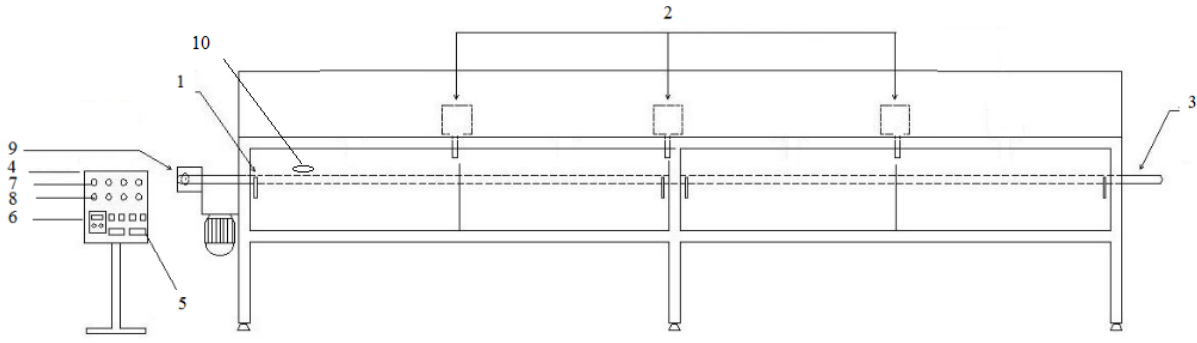
Bazı araştırmacılar tarafından mikrodalga kurutma yöntemi ile yapılan çalışmalarında asma yaprağı (Alibas 2012), elma (Cuccurullo vd, 2012), maydanoz (Soysal 2004; Soysal vd., 2006), ıspanak (Alibas, Ozkan et al 2007), nane (Özbek ve Dadali 2007), kırmızı biber (Erdem, 2006) üzüm (Kassem *et al.*, 2011), kabak (Liamkaew vd., 2008; Alibas, 2007a), domates (Workneh vd., 2011), muz (Maskan, 2000), Ispanak (Ozkan *vd.*, 2007), patates (Haghi ve Amanifard, 2008) gibi tarımsal ürünler kurutmuşlardır. Bu ürünler ince tabaka kurutma işlemlerinde kurutma alanına tek tabaka olacak şekilde yerleştirilir. İnce tabaka kurutma kuramını tanımlayan pek çok deneysel, yarı deneysel ve teorik model bulunmaktadır (Ozdemir ve Devres 1999; Midilli ve Kucuk 2003). İnce tabaka kurutma sürecinin matematiksel olarak modellenmesi kurutma sistemlerinin performansının artırılması açısından son derece önemlidir (Cihan et al 2007).

Yapılan bu çalışmada, konveyörlü mikrodalga kurutma sistemi üzerinde; farklı magnetron çıkış güçlerinde (1500W, 2100W), farklı bant hızlarında (0,175, 0,210 ve 0,245m/dak), numune olarak seçilen 5mm kalınlığındaki patatesin kurutma deneyleri yapılmıştır. Kurutma sonrası patatesin nem oranları tespit edilip istatistiksel analizleri yapılarak 9 kurutma modeli içerisinde en uygun model bulunmuştur. Ayrıca kurutulan ve yaş patateslerin renk parametrelerine ve kurutma sonunda tüketilen enerji miktarlarına da bakılarak uygun bant hızı ve mikrodalga gücü tespit edilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Deneylerde kullanılan patates 4°C de muhafaza edilmiş marketten temin edilmiştir. Örneklerin kurutulması amacıyla kullanılmış olan kurutucu olarak Şekil 1' de gösterilen 400x500x3500mm boyutlarında bantlı kurutucu kullanılmıştır. Mikrodalga kurutmada deneyler süresince oluşan nem kayıpları 0.001g hassasiyetli Presica marka hassas terazi aracılığıyla ölçülmüştür. Renk ölçümleri için uluslararası L*a*b* sistemine göre ölçüm yapan Spec marka HP-200 model renkölçer kullanılmıştır.



- | | | | | |
|------------------|-----------------|-------------------------|--------------------|---------------|
| 1. Kurutma odası | 2. Magnetron | 3. Bant | 4. Kontrol paneli | 5. Ana şalter |
| 6. Hız kontrol | 7. Güç (on/off) | 8. Mikrodalga güç ayarı | 9. Elektrik motoru | 10. Numune |

Şekil 1: Deney düzeneği

Yöntem

Deneylere başlanmadan önce, buzdolabında saklanan ürünler çıkarılarak ortam sıcaklığına ulaşmaları beklenmiştir. Ürünlerde tazelik, renk, doku vb. kayıplar olmaması için her bir deneyde tek bir ürün kullanılarak dilimlenmiştir. Kurutma işlemlerine geçmeden önce ürünler yıkayıp kabukları soyulmuş patates için 5mm kalınlıklarda dilimlenmiştir. Yıkama ve kabuk soyma dışında herhangi bir ön işlem uygulanmamıştır. Kurutma deneylerine başlanmadan önce örnek dilimlerin başlangıç nem değerlerinin hesaplanabilmesi için 24 saat 104°C etüvde kuru ağırlık tespiti yapılmıştır. Yapılan kuru ağırlık tespiti sonucunda patatesin başlangıç nem değerinin %80±1 (y.b.) olduğu belirlenmiştir. Ayrıca kurutma işlemi yapılacak taze ürünlerin renk ölçümleri alınmıştır.

Örnekler kurutma tüneline başlangıcına sırası ile konulmuş, bantı döndüren elektrik motoruna hareket verilmiş ve mikrodalga güç üniteleri çalıştırılmıştır. Dilimler, mikrodalga enerjisinden daha iyi yararlanmak amacıyla 3cm yüksekliğinde üçer adet ince tahta çubuk üzerine konulmuştur. Örnek dilimleri kurutma tüneline sonuna geldiklerinde, kontrol panosunda bulunan invertör aracılığı ile elektrik motoru kontrol edilerek bant ters yönde hareket ettirilmiştir. Deneyler tüm mikrodalga güç üniteleri açık konumdayken ve her biri 500W ve 700W güç seviyelerine getirilerek toplamda 1500W ve 2100W mikrodalga güçlerinde ayrı ayrı yapılmıştır. Çalışmalar boyunca bant hızları 0,175m/dak, 0,210m/dak, 0,245m/dak olmak üzere üç farklı değere ayarlanmış, tüm dilim kalınlıkları için üç farklı bant hızı ve iki farklı mikrodalga gücünün kombinasyonlarında deneyler gerçekleştirilmiştir. Tüm mikrodalga güçlerindeki denemelerde 5 dakikalık zaman aralıklarında kurutma işlemi gerçekleştirilmiş ve her 5 dakika sonunda hassas terazi ile ürünün ağırlığı ölçülerek nem kaybı bulunmuştur. Kurutma işlemleri patatesin nemi %10 oluncaya kadar devam ettirilmiştir. Deneyler üç kez tekrarlanıp verilerin ortalamaları kullanılmıştır.

Yaş baza göre nem içeriğini hesaplamak amacıyla 1 numaralı eşitlik kullanılmıştır.

$$\%m_{yb} = \frac{M_s}{M_s + M_k} \cdot 100 \quad (1)$$

Bu eşitliklerde:

M_k : ürünün kuru kütlesi (g),
 M_s : ürünün sıvı kütlesi (g),
 m_r : boyutsuz nem oranı,

m_e : denge nem içeriği,
 m_o : ilk nem içeriği,
 m_{yb} : yaş baza göre nem içeriği,

m : ürünün belli bir zamandaki nem içeriği,

Boyutsuz nem oranı:

$$mr = \frac{m - m_e}{m_o - m_e} \quad (2)$$

şeklinde tanımlıdır. Mikrodalga kurutma için bu formül aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

$$mr = m_s / m_y \quad (3)$$

Mikrodalga fırın içinde denge nem içeriği (m_e) sıfır kabul edilmiştir (Maskan, 2000).

Kuruma eğrilerinin matematiksel modellenmesi

Transport mekanizmalarının karmaşıklığından dolayı gıda maddelerinin kuruma davranışları genellikle ampirik ve yarı-ampirik modeller ile simüle edilmektedir (Kahveci ve Cihan, 2008). Bu amaçla sıkça kullanılan modeller Tablo 1' de verilmiştir. Ampirik ve yarı-ampirik modeller teorik modellere göre daha az karmaşık olmakla birlikte, içerdikleri parametrelerin, yalnızca ele alınan ürün ve prosesle ilgili olması, yaygın kullanım alanı bulmalarını engellemektedir.

Tablo 1: Biyolojik malzemelerin kuruma davranışını ifade etmede sıkça kullanılan ampirik ve yarı-ampirik modeller (Cihan vd., 2007)

Model adı	Model denklemleri
Weibull distribution	$mr = a - b \exp(-kt^n)$
Verma et al.	$mr = a \exp(-kt) + (1 - a) \exp(-gt)$
Two term exponential	$mr = a \exp(-kt) + (1 - a) \exp(-kat)$
Wang & Singh	$mr = 1 + at + bt^2$
Henderson & Pabis	$mr = a \exp(-kt)$
Geometric	$mr = at^{-n}$
Page	$mr = \exp(-kt^n)$
Lewis	$mr = \exp(-kt)$
Midilli et al.	$mr = a \exp(-kt^n) + bt$

Modelleme lineer olmayan regresyon analiz yöntemi yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla C# programı kullanılarak bir kod hazırlanmıştır. Modelin deneysel verileri ifade etmedeki uygunluğuna korelasyon katsayısının (r) aldığı değere göre karar verilmiştir. Modelin uygunluğunu tespit etmek amacıyla ayrıca standart hata (e_s) ve chi-kare (χ^2) değerleri de hesaplanmıştır. Bu büyüklükler aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır (McMinn, 2006; Sacılık vd., 2006; Toğrul ve Pehlivan, 2003):

$$r = \sqrt{\frac{S_t - S_r}{S_t}} \quad (4)$$

$$e_s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_o} (mr_{pre,i} - mr_{exp,i})^2}{n_o}} \quad (5)$$

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (mr_{pre} - mr_{exp})^2}{n - n_0} \quad (6)$$

Bu eşitliklerde;

$$S_t = \sum (mr_{exp,i} - mr_{ort})^2 \quad (7)$$

$$S_r = \sum (mr_{exp,i} - mr_{pre,i})^2 \quad (8)$$

şeklinde tanımlı ortalama nem oranı ve modele ait nem oranı baz alınarak hesaplanan hataların kareleri toplamıdır. Model sonuçları ile deneysel veriler arasındaki uygunluk ne kadar iyi ise korelasyon katsayısı 1' e o kadar yakın, standart hata ve chi-kare ise 0' a o kadar yakın olmaktadır.

Difüzyon katsayısı tespiti

Çoğu gıdalarda nem difüzyonu kurutma sıcaklığındaki artış ile artar. Genellikle, difüzyon katsayısının sıcaklıkla ilişkisi aşağıda verilen Arrhenius tipi bir ilişkidir ve denklem 9'daki gibi hesaplanır.

$$D_{eff} = D_o \cdot e^{-E/R \cdot T} \quad (9)$$

D_o : Sabit katsayı (m^2/s),

E : Aktivasyon enerjisi ($J/kg \text{ mol K}$),

R : Üiversal gaz sabiti ($8314.34 J/kg \text{ mol K}$)

T : Kurutma ortamı sıcaklığı (K)

Mikrodalga kurutmada sıcaklık doğrudan ölçülemez. Mikrodalga gücün ürün ağırlığına oranı (m/P) aşağıdaki denklem 10'daki gibidir (Demirhan ve Özbek, 2008; Abano vd., 2012).

$$D_{eff} = D_o \cdot e^{-E \cdot m/P} \quad (10)$$

Bu eşitlikte :

m : ürünün ilk yaş ağırlığı,

P : mikrodalga gücüdür (W).

İkinci Fick yasasının belirtilen şartlar altında bazı basit geometriler için analitik çözümleri vardır. Hesaplamalarda geometrimiz sonsuz slab olarak kabul edilmiştir (Denk.11). $\ln \frac{m - m_e}{m_o - m_e}$ nin zamana bağlı olarak değişim grafiği çizilerek her deney şartındaki difüzyon katsayıları hesaplanabilmektedir. Bunun için (11) eşitliği kullanılmıştır.

$$\frac{m - m_e}{m_o - m_e} = \frac{8}{\pi^2} \exp\left(-\frac{\pi^2 D_{eff}}{4L^2} t\right) \quad (11)$$

$$\ln \frac{m - m_e}{m_o - m_e} = \ln \frac{8}{\pi^2} - \frac{\pi^2 D_{eff}}{4L^2} t \quad (12)$$

elde edilir.

Renk Tayini

Kurutma işleminde kurutma şartlarının kurutulan biyolojik malzemenin rengi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla renk ölçümleri yapılır.

$$\begin{aligned} \Delta L &= L_{\text{taze}} - L^* \\ \Delta a &= a_{\text{taze}} - a^* \\ \Delta b &= b_{\text{taze}} - b^* \end{aligned} \quad C = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (13)$$

Kurutulan ürünlerde taze ürüne göre renk değişiminin belirlenmesinde renk parlaklığı sapması (ΔL), kırmızı renk sapması (Δa), sarı renk sapması (Δb) indisleri kullanılmıştır. Renk kriterleri olan L (parlaklık) 0 ve 100 arasında, a pozitif değeri kırmızılığı negatif değeri yeşilliliği, b pozitif değeri sarılık ve negatif değeri mavililiği gösterir. Bu değerlerin ilk renk değerlerine yakınlığı bizim için kalite göstergesi olacaktır.

Enerji tüketimi

Mikrodalgada kurutma sırasındaki enerji tüketimi panoda bulunan sayaç sayesinde belli periyotlarda okunup kaydedilmektedir.

Bulgular

Kurutma davranışlarının modellenmesi

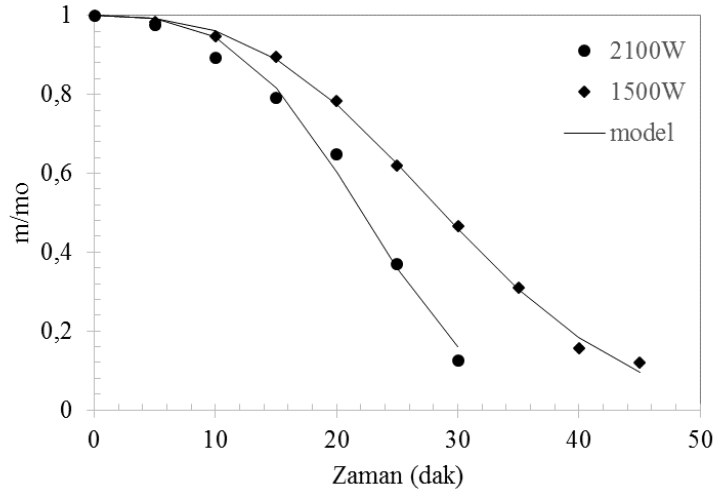
Kurutulan patates dilimlerinin kuruma davranışını ifade etmede Tablo 1’de verilen modeller kullanılmış ve bu modellerin kurutucu güçlerine göre istatistiksel analiz sonuçları Tablo 2-5’de verilmiştir.

Tablo 2: 5mm dilim kalınlığında, 0,175 m/dak bant hızında yapılan kurutulmuş patates dilimine ait modellerin analiz sonuçları

Model	Güç	Sabitler	r	e _s	χ^2
Weibull	1500	a=-0,310 b=-1,324 k=0,0003 n=2,187	0,993	0,001	0,035
	2100	a=-1,268 b=-2,245 k=0,00008 n=2,531	0,997	0,001	0,029
Verma	1500	a=-16,815 k=0,078 g=0,072	0,964	0,006	0,079
	2100	a=0,840 k=0,031 g=0,031	0,887	0,053	0,231
Two term exponential	1500	a=-0,121 k=-0,043	0,967	0,005	0,074
	2100	a=-0,051 k=-0,092	0,992	0,001	0,036
Wang & Singh	1500	a=-0,006 b=0,0003	0,976	0,003	0,058
	2100	a=0,001 b=-0,001	0,996	0,0005	0,022
Henderson & Pabis	1500	a=1,353 k=0,037	0,891	0,015	0,122
	2100	a=1,362 k=0,048	0,847	0,021	0,146
Geometric	1500	a=2,695 n=0,519	0,679	0,043	0,207

	2100	a=2,595 n=0,536	0,673	0,045	0,211
Page	1500	k=0,00007 n=2,734	0,998	0,0002	0,016
	2100	k=0,000 n=3,179	0,989	0,002	0,042
Lewis	1500	k=0,025	0,926	0,027	0,165
	2100	k=0,031	0,887	0,037	0,179
Midilli	1500	a=1,124 b=-0,018 k=0,00001 n=2,587	0,981	0,003	0,059
	2100	a=1,232 b=0,033 k=0,000 n=0,033	0,972	0,009	0,033

Tablo 2' de verilen modeller içerisinde 0,175m/dak bant hızı için hesaplanan korelasyon katsayısı bire en yakın (0,989-0,998), standart hata (0,0002-0,002) ve χ^2 (0,016-0,042) sifira en yakın olduğu için Page modelin uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Aghbashlo vd., 2009 tarafından yapılan çalışmada da uygun modelin Page modelin olduğu görülmüştür. Şekil 2' de deneysel sonuçlarla Page modelinin uygunluğu grafiksel olarak verilmiştir.



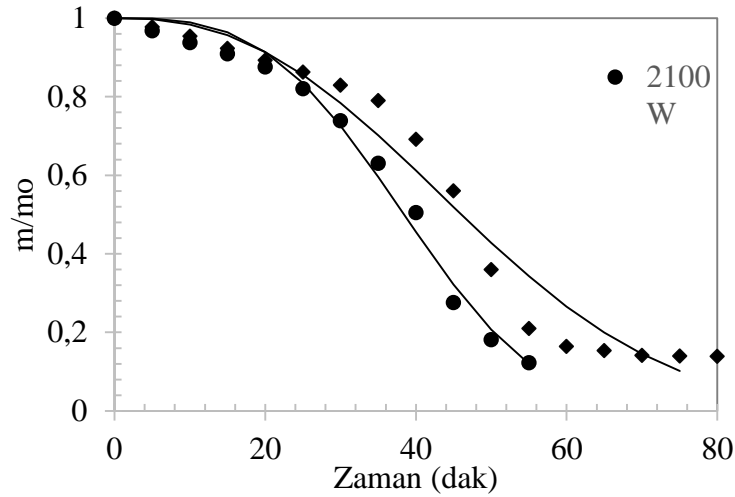
Şekil 2: 5mm dilim kalınlığı ve 0,175 m/dak bant hızı için deneysel verilerin Page modele uygunluğu

Tablo 3: 5mm dilim kalınlığında, 0,210 m/dak bant hızında yapılan kurutulmuş patates dilimine ait modellerin analiz sonuçları

Model	Güç	Sabitler	r	e_s	χ^2
Weibull	1500	a=-0,334 b=-1,175 k=0,005 n=1,337	0,924	0,011	0,107
	2100	a=-1,763 b=-2,677 k=0,0002 n=2,418	0,985	0,004	0,061
Verma	1500	a=14,363 k=0,045 g=0,050	0,943	0,008	0,090
	2100	a=-9,473 k=0,018 g=0,018	0,859	0,034	0,185
Two term exponential	1500	a=0,0005 k=38,301	0,903	0,025	0,160
	2100	a=-0,067 k=-0,046	0,973	0,003	0,056
Wang & Singh	1500	a=-0,012 b=0,00002	0,897	0,016	0,127
	2100	a=-0,001 b=-0,0003	0,983	0,002	0,043

Henderson & Pabis	1500	a=1,307 k=0,023	0,886	0,016	0,125
	2100	a=1,265 k=0,025	0,825	0,020	0,141
Geometric	1500	a=2,909 n=0,505	0,644	0,049	0,221
	2100	a=2,229 n=0,405	0,584	0,047	0,216
Page	1500	k=0,00006 n=2,445	0,962	0,006	0,077
	2100	k=0,0008 n=3,179	0,989	0,002	0,041
Lewis	1500	k=0,018	0,903	0,024	0,155
	2100	k=0,018	0,859	0,028	0,166
Midilli	1500	a=0,927 b=0,002 k=0,00002 n=3,427	0,990	0,002	0,042
	2100	a=1,137 b=-0,006 k=0,0004 n=1,919	0,960	0,007	0,083

Tablo 3’ de verilen modeller içerisinde 0,210m/dak bant hızı için hesaplanan korelasyon katsayısı bire en yakın (0,962-0,989), standart hata (0,002-0,006) ve χ^2 (0,041-0,077) sifıra en yakın olduğu için Page modelin uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Şekil 3’ de deneysel sonuçlarla Page modelinin uygunluğu grafiksel olarak verilmiştir.



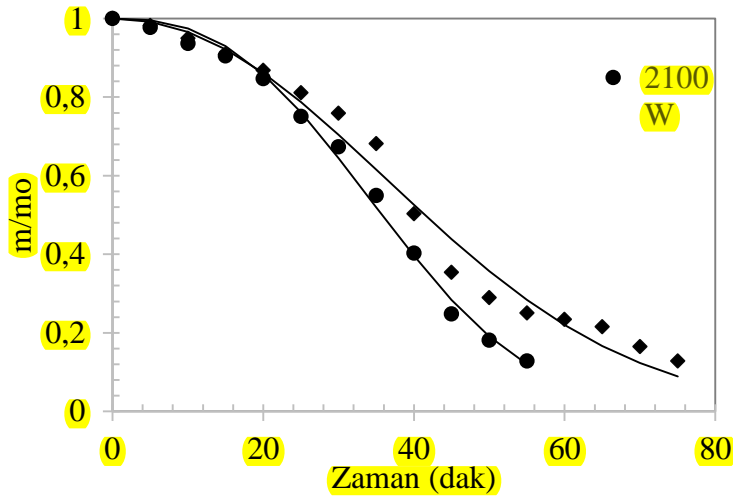
Şekil 3: 5 mm dilim kalınlığı ve 0,210 m/dak bant hızı için deneysel verilerin Page modele uygunluğu

Tablo 4: 5mm dilim kalınlığında, 0,245 m/dak bant hızında yapılan kurutulmuş patates dilimine ait modellerin analiz sonuçları

Model	Güç	Sabitler	r	e_s	χ^2
Weibull	1500	a=-0,351 b=-1,401 k=0,002 n=1,500	0,969	0,004	0,064
	2100	a=-0,737 b=-1,785 k=0,00007 n=2,360	0,989	0,007	0,083
Verma	1500	a=1,876 k=0,002 g=-0,008	0,947	0,007	0,086
	2100	a=8,317 k=-0,010 g=-0,012	0,979	0,003	0,052
Two term exponential	1500	a=0,00035 k=51,042	0,939	0,018	0,136
	2100	a=-0,116 k=-0,036	0,976	0,003	0,056
Wang & Singh	1500	a=-0,010 b=0,00004	0,947	0,007	0,081

	2100	a=-0,005 b=0,0002	0,984	0,002	0,043
Henderson & Pabis	1500	a=1,272 k=0,024	0,918	0,009	0,097
	2100	a=1,281 k=0,028	0,883	0,014	0,117
Geometric	1500	a=2,611 n=0,505	0,644	0,049	0,221
	2100	a=2,414 n=0,446	0,652	0,039	0,198
Page	1500	k=0,00027 n=2,110	0,981	0,002	0,046
	2100	k=0,00006 n=2,60	0,995	0,001	0,026
Lewis	1500	k=0,018	0,939	0,017	0,131
	2100	k=0,020	0,913	0,022	0,148
Midilli	1500	a=0,911 b=0,002 k=0,00002 n=2,821	0,989	0,002	0,042
	2100	a=0,911 b=0,001 k=0,00003 n=3,441	0,994	0,001	0,031

Tablo 4' de verilen modeller içerisinde 0,245m/dak bant hızı için hesaplanan korelasyon katsayısı bire en yakın (0,981-0,995), standart hata (0,001-0,002) ve χ^2 (0,026-0,046) sifıra en yakın olduğu için Page ve Midilli modelin uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Şekil 4' de deneysel sonuçlarla Page modelinin uygunluğu grafiksel olarak verilmiştir.



Şekil 4: 5 mm dilim kalınlığı ve 0,245 m/dak bant hızı için deneysel verilerin Page modele uygunluğu

Renk analiz sonuçları

Taze ürün ile kurutulan ürünün renk değişimlerinin belirlenmesi amacıyla her bir deney şartında kuruma öncesi ve sonrası 3 farklı noktadan renk ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen değerlerin aritmetik ortalaması alınarak değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

Mikrodalga kurutucuda kurutulan dilimlerin renk parametreleri Tablo 5'de verilmiştir. Kurutulan ürünlerin renk parametreleri taze ürünün renk parametreleri ile karşılaştırılıp renk kayıpları tespit edilmiştir.

Tablo 5: 5 mm kalınlığındaki patates dilimlerine ait renk parametreleri

Renk Parametreleri

	L*	a*	b*	C	Δa	Δb	ΔL
Taze Ürün	56,63	-0,15	20,14				
Deney Koşulu							
_ (Bant Hızı - Güç)							
0,175 m/dak - 1500 W	41,85	9,94	16,45	19,21	-9,01	3,69	13,12
0,175 m/dak - 2100 W	41,23	10,69	17,33	20,36	-9,76	2,81	13,74
0,210 m/dak - 1500 W	37,89	10,95	15,26	18,78	-11,10	2,8	18,74
0,210 m/dak - 2100 W	42,10	8,85	16,16	18,42	-9,0	1,90	14,53
0,245 m/dak - 1500 W	51,62	5,39	14,75	15,70	-4,36	9,11	11,70
0,245 m/dak - 2100 W	33,46	5,36	14,89	15,82	-5,71	7,80	22,05

Önemli bir kalite kriteri olan renk analizleri sonucunda düşük güçte çalışmanın, parlaklık ve renk kalitesinin korunması açısından avantajlı olduğu saptanmıştır. Şekil 5 dikkate alındığında parlaklık kriterinin yanında şekil değiştirme, görünüş faktörünü de dikkate alırsak 1500W güçte yapılan kurutmalardaki dilimlerin daha düzenli olduğu ve geometrik yapısını bozmadığı görülmüştür. 2100W güçte yapılan kurutmalarda ise geometrik yapılar bozulmuş, üründe deformasyonlar meydana gelmiştir. Geometrik yapı ve parlaklık kriterleri göz önüne alındığında 1500W mikrodalga gücünde yapılan kurutma işleminin daha uygun olduğu söylenebilir. Ayrıca 2100W güçte, ürün üzerindeki deformasyonların yanında yanmalar ve kararmalar da görülmüştür. 5mm kalınlıktaki patates dilimleri için, bant hızının artması üründeki parlaklık değişimini de önemli ölçüde arttırmıştır. Bant hızı arttıkça renk değişimi ve deformasyonların daha fazla olduğu görülmüştür. Mikrodalgada kurutmada 5 m m patates i ç i n parlaklık (ΔL) için taze ve kuru ürün arasındaki en az fark 0,245 m/dak bant hızında ve 1500W güçte 11,70 olarak görülmüştür.



Şekil 5: kurutulmuş patates dilimi örneği

Enerji tüketim sonuçları

Mikrodalgada kurutma sırasındaki enerji tüketimi kontrol panosunda bulunan sayaç sayesinde test başlangıç ve bitişlerinde kaydedilmiştir. Toplam tüketim değerleri Tablo 6' da verilmiştir. Araştırmada, patatesin $\%10 \pm 0.2$ (y.b.) seviyelerine kadar kurutulması için gerekli süre ve sistemin elektrik enerjisi tüketimi değerleri (1,502kWh) bakımından en uygun sonuçları, 2100W mikrodalga gücünde ve 0,175m/dak bant hızında yapılan kurutma işlemi vermiştir. Mikrodalga gücünün arttırılması kuruma süreleri ve enerji tüketimlerini azaltmıştır. Bant hızı değişiminin kurutma işlemine etkilerine bakıldığında artan bant hızı değerlerinin kuruma sürelerini arttırdığı görülmüştür. Düşük mikrodalga güçlerinde üretilen ısı az olduğundan, üretilen ısının biyolojik malzeme içerisinde transferi ve üründen çevreye olan ısı transferi için daha fazla zaman söz konusudur. Böylece ürünün içerisindeki suyun buharlaşma sıcaklığına ulaşması için gereken süre uzamakta ve buharlaşma için harcanan enerji azalmaktadır. Bu durumda etkin bir kurutma sağlanmasını engellemektedir.

Tablo 6: 5mm kalınlığındaki patates dilimlerine ait enerji tüketim değerleri

Bant hızı ve güç değerleri	Enerji Tüketimi (kWh)
0,175 m/dak - 1500W	1,881
0,175 m/dak - 2100W	1,502
0,210 m/dak - 1500W	2,821
0,210 m/dak - 2100W	2,589
0,245 m/dak - 1500W	3,059
0,245 m/dak - 2100W	2,793

Difüzyon katsayısı sonuçları

Bu çalışmada, patatesin iki farklı güç ve üç farklı bant hızında kurutulması sonucunda, efektif difüzyon katsayılarının $2,958.10^{-7}$ - $3,587.10^{-6}$ m²/s aralığında değiştiği görülmüştür. Mikrodalga gücünün artmasıyla efektif difüzyon katsayısı artmıştır. Aghbashlo vd., 2009 tarafından yapılan çalışmada da $3,17.10^{-7}$ – $15,45.10^{-7}$ m²/s aralığında benzer sonuç bulunmuştur.

Tablo 7 : Farklı güçlerdeki kurutulan patatesin D_{eff} değerleri

Mikrodalga gücü (W)	Bant hızı (m/dak)	D _{eff} (m ² /s)	r ²
1500	0,175	$4,884.10^{-7}$	0.8619
2100	0,175	$6,150.10^{-7}$	0.6445
1500	0,210	$2,746.10^{-6}$	0,8941
2100	0,210	$3,587.10^{-6}$	0,7955
1500	0,245	$2,958.10^{-7}$	0,9386
2100	0,245	$6,201.10^{-7}$	0,8601

Sonuçlar

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar şunu gösterir: (1) 5mm dilim patatesin kurutulmasında en uygun model Page modeldir. (2) Enerji tüketim değerleri en düşük 0,175m/dak-2100W devir ve gücünde, en fazla tüketim ise 0,245m/dak-1500W devir ve gücünde tespit edilmiştir. (3) Efektif difüzyon katsayısı $2,958.10^{-7}$ - $3,587.10^{-6}$ aralığında bulunmuştur. (4) Kalite kriteri olan renk parametrelerine bakıldığında parlaklığın en az değiştiği 0,245 m/dak - 1500 W devir ve gücünde görülmüştür.

Öneriler

Sonuç olarak, bantlı mikrodalga kurutucu ile kurutma uygulamalarında mümkün olduğu kadar düşük güç ve düşük bant hızı ile çalışmasının kalite kriterleri açısından daha yararlı olacağı söylenebilir. Ancak daha etkin kurutma koşullarının belirlenebilmesi için kurutucu sistemde mikrodalga güç ünitelerinin yerleşimi, bant uzunluğu, kurutma kabini hacmi, mikrodalgaların daha

etkin bir şekilde kurutulmuş ürüne yönlendirilmesi vb. teknik bazı düzenlemeler yapılması ile birlikte alınabilecek sonuçların doğruluğu artacaktır. Mikrodalga enerjisinin numunenin içine nüfuz etmesi ve kurumanın numunenin içinden başlaması kuru ürün kalitesini arttırmak için dışarıdan ısı vererek çalışan kombineli bir sistem de tasarlanabilir.

Kaynakça

- Abano, E. E., Ma, H. ve Qu, W. (2012). *Influence of combined microwave-vacuum drying on drying kinetics and quality of dried tomato slices. Journal of Food Quality, 35, 159-168.*
- Alibas, I. (2007). *Microwave air and combined microwaveair drying parameters of pumpkin slices. Lebensmittel Wissenschaft und Technologie, 40, 1445–1451.*
- Alibaş, İ. (2012). *Asma Yaprağının (Vitis vinifera L.) Mikrodalga Enerjisiyle Kurutulması ve Bazı Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 18, 43-53.*
- Arslan, D. ve Özcan, M. M. (2010). *Study the effect of sun, oven and microwave drying on quality of onion slices. LWT - Food Science and Technology, 43, 1121-1127.*
- Cihan, A., Kahveci, K. ve Hacıhafızoğlu, O. (2007). *Modelling of intermittent drying of thin layer rough rice. Journal of Food Engineering 79, 293-298.*
- Cuccurulo, G. Giordano, L. Albanese, D. Cinquanta, L. ve Di Matteo., M. (2012). *Infrared thermography assisted control for apples microwave drying. Journal of Food Engineering, 112, 319-325.*
- Demirhan, E. and Özbek, B. (2008). *Microwave-Drying Characteristics Of Basil. Journal of Food Processing and Preservation, 34, 476-494.*
- Erdem, T. (2006). *Drying by microwave energy of washed red pepper by ozonated water. [MSc. Thesis.] University of Çukurova, Turkey.*
- Haghi, A. K. ve Amanifard, N. (2008). *Analysis of heat and mass transfer during microwave drying of food products. Brazilian Journal of Chemical Engineering, 25(3), 491-501.*
- Kahveci, K. Ve Cihan, A. (2008). *Drying of Food Materials: Transport Phenomena, Nova Science, New York.*
- Karaaslan, S. (2012). *Meyve ve Sebzelerin Mikrodalga Destekli Kurutma Sistemleri ile Kurutulması. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 7(2), 123-129.*
- Kassem, A. S., Shokr, A. Z., El-Mahdy, A. R., Aboukarima, A. M. ve Hamed E.Y. (2011). *Comparison of drying characteristics of Thompson seedless grapes using combined microwave oven and hot air drying. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 10: 33–40.*
- Kutlu, N. ve İşçi, A. (2014). *Evaluation of thin-layer drying models for Describing microwave drying of zucchini. 2nd International Congress on Food Technology; November 05-07, Kusadası/Turkey.*
- Liamkaew R., Thipayarat A., Koetsinchai W. (2008): *Kinetics model of vacuum microwave drying of dried pumpkin slices. In: 2nd Technology and Innovation for Sustainable Development Conference, 28–29 January 2008, Khon Kaen, Thailand: 11–16.*
- Maskan, M. (2001). *Kinetics of colour change of kiwifruits during hot air and microwave drying. Journal of Food Engineering, 48, 169 - 175.*
- McMinn, V.A.M. (2006). *Thin-layer modeling of the convective, microwave, microwaveconvective and microwave vacuum drying of lactose powder. J. Food Eng 72,113–23.*
- Midilli, A. ve Kucuk, H. (2003). *Mathematical modeling of thin layer drying of pistachio by using solar energy. Energy Conversion and Management 44(7), 1111-1122.*
- Ozkan, I. A., Akbudak, B. ve Akbudak, N. (2007). *Microwave drying characteristics of spinach. Journal Food Engineering, 78,577–583.*
- Ozbek B., Dadali G. (2007). *Thin layer drying characteristics and modeling of mint leaves undergoing microwave treatment. Journal Food Engineering, 83, 541–549.*

- Özdemir, M. ve Devres, Y. O. (1999). *The thin layer drying characteristics of hazelnuts during roasting. Journal of Food Engineering* 42, 225-233.
- Sacilik, K., Keskin, R. and Elicin, A. K. (2006). *Mathematical Modelling of Solar Tunnel Drying of Thin Layer Organic Tomato, Journal of Food Engineering*, 73 (3), 231-238.
- Sahin, S., Ocak, M.A., ve Uluyol, C. (2009). A systematic evaluation of preservice teachers' opinions on learning objects. *International Journal of Human Sciences*, 6(2), 723-736.
- Soysal Y. (2004). *Microwave drying characteristics of parsley. Biosystems Engineering*, 89, 167–173.
- Soysal, Y., Oztekin, S. ve Eren, O. (2006). *Microwave drying of parsley: Modelling, kinetics, and energy aspects. Biosystems Engineering*, 93(4), 403-413.
- Toğrul, İ. T. Ve Pehlivan, D. (2003). *Modelling of Drying Kinetics of Single Apricot, Journal of Food Engineering*, 58(1), 23-32.
- Wang Z., Sun J., Chen F., Liao X., Hu X. (2007). *Mathematical modeling on thin layer microwave drying of apple pomace with and without hot air pre-drying. Journal Food Engineering*, 80,536–544.
- Worknech, T.S., Raghavan, V. ve Gariepy, Y. (2011). *Microwave assisted hot air ventilation drying of tomato slices. In: International Conference on Food Engineering and Biotechnology*, 150–161.

AN EXPERIMENTAL AND THEORITICAL STUDY ON THE PRESSURE DROP OF FLUID AT EXTRUSION PROCESS

I. S. Dalmis¹, U. Guler², A. Karakoca³, S. O. Eruslu⁴

Abstract

This paper investigated the pressure drop during the extrusion processes. The objectives of this investigation were to increase efficiency of plastic extrusion which plastic equipment produced. In the experimental processes, two rectangular dies were used. HD 7255 thermoplastic was used as the fluid material of extrusion. A difference occurred between inlet and outlet. This difference was 2.34 MPa in terms of the pressure drop and was 0.001216 (kg s⁻¹) in terms of the flow rate. The results of power law model is found in good agreement with experimental results for outlet sections of process.

Keywords: Plastic extrusions, Non-Newtonian fluid, Power law model.

Introduction

In this research the pressure drop of fluid was investigated. The extrusion dies are used for the extrusion of thermoplastic raw materials having a broad range of usage area from agricultural irrigation pipes to drainpipes.

The non-Newtonian constitutive equation used is the generalized Newtonian fluid model with the viscosity described by the power law, Bingham, Herschel–Bulkley, Sisko and Robertson–Stiff models (Ferrás, L.L. Nóbrega, J.M. and Pinho, 2012).

A key work by Mitsoulis showed that gravity acting in the direction of flow also reduces exponentially the swelling (Mitsoulis, E. Georgiou, G.C. and Kountouriotis, 2012). When the flow is creeping and gravity is zero, surface tension, slip at the wall, and pressure-dependence of viscosity, all decrease the swelling monotonically, while compressibility increases it after a small initial reduction. The exit correction decreases monotonically with inertia, gravity, and slip, increases monotonically with compressibility and pressure-dependence of the viscosity, and is not affected by surface tension.

Squeeze flow of generalized Newtonian fluids is used with and without wall slip to generate an inverse problem solution methodology for the estimation of the parameters of the shear viscosity and wall slip. Analytical as well as the finite element method (FEM) based numerical solutions of the squeeze flow are used for the analysis and the determination of the parameters (D.M. and Tang, 2007).

Influence of wall friction on mean apparent viscosity reduction of gel propellants in conical radial flow extrusion is investigated analytically and numerically. A parametric study has been conducted to evaluate the effects of injector geometry, rheological constants, wall friction factor and volumetric flow rate on fluid viscosity profile. A lubrication type analysis shows good agreement for values of pressure gradient in the absence of wall slip when walls are perfectly rough (Dubbeldam, J.L.A. and Molenaar, 2003).

In extrusion die design there are two main issues to be solved: how to make the flow distribution more uniform and how to anticipate post-extrusion effects. Trial and error procedures have been the common base to design these tools. The main objective to achieve when designing a new die is to reach the best possible production rate at the highest quality product level with dimensional accuracy, aesthetics and mechanical performance (Carneiro, O. S., Nobrega, J. M., Pinho, 2001; Carneiro, O. S., Nobrega, J. M., 2004;).

Extrusion flows through a slit die are studied for two materials (Rahimia, S., Durbanb, D. and Khosid, 2010): a linear low density polyethylene (LLDPE) which exhibits sharkskin instability for flow rates larger than an onset value and a low density polyethylene (LDPE) which does not show any instability over a broad range of flow rates. By combining laser-Doppler velocimetry (LDV) with rheological measurements in both uniaxial extension and shear, the distributions of tensile and shear stresses in extrusion flows are measured for both materials. The experimentally measured flow fields appear to be qualitatively similar for both the unstable (LLDPE) and stable case (LDPE): around the die exit the flow accelerates near the boundaries and decelerates around the flow axis.

Predicting the required die profile to achieve the desired product dimensions is a very complex task and requires detailed knowledge of material characteristics and flow and heat transfer phenomena, and extensive experience with extrusion processing (Kostic, M. M., Reifschneider, 2006).

In the work of Baldi, the effects of extrusion parameters (temperature and imposed flow rate) on the oscillating flow exhibited by a HDPE melt were analyzed by capillary rheometry. All the tests were performed using a fixed die geometry (Baldi, F., Franceschini, A., Briatico-Vangosa, F., Locati, D. and Riccò, 2010). The results put in evidence that the imposed flow rate (piston speed) has an influence on the kinetics of the processes that govern the oscillating flow but not on the extrusion pressure levels characteristic of the instabilities, which are strongly dependent, in a complex way, only on the temperature.

The linear scaling relation between the period of the spurt oscillations and the length of the die and the barrel height was demonstrated to be independent of shear thinning or the precise form of the slip relation (Burghilea, T.I., Griess, H.J. and Münstedt, 2010).

In many of the researches on extrusion dies, the effects of flow characteristics and surface qualities on the flow of the material were analyzed by using finite element analysis method. In this study, experimental and finite element methods were used and the results were compared.

Materials and Methods

The experimental processes were conducted by an experimental setup connected to a plastic extruder machine which had the capacity of 70 kg h⁻¹ and had the power of 22 kW. There is a dehydrator with temperature control on the extruder machine in order to dehumidify humid raw material. The outlet hole caliber of the extruder machine is 60 mm. The experimental setup used in the study consists of three parts: the link adapter, the flow regulator head and experimental die. The general assembly drawing of the experimental setup connected to the extruder machine is presented in Fig. 1.



Fig.1. The experimental setup assembly

A flow regulator head was used between the link adapter and the die in order to put the flow of the material used in experimental setups. The Polyflow analysis programme was used in the design of the flow regulator head used for the purpose of keeping at the equal speed rate in each point of atmosphere outlet of the die and generating homogeneous flow of extruded raw material. When the experimental die was connected to the extruder machine directly without the flow regulator head, the speed rate of the fluid was high in the center point axis of the die and the fluid moved at a lower speed rate in the side sections. This case caused errors in the pressure measurements. Also, production geometry becomes deformed because of irregular flow. The thermoplastic material penetrating into the flow regulator head was directed to the side sections of the die because of the head geometry of the flow regulator. Thus the flow of the material in the die was at the same speed rate in the whole die profile (Fig. 2).

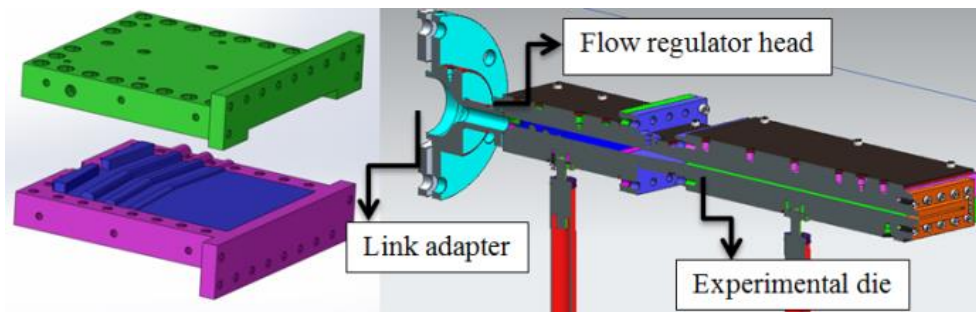


Fig.2. Central cross-section of the experimental set up

In the experimental processes, two extrusion dies were used. The experiment results were obtained by operating the dies under the same experiment conditions by being connected to the extruder machine one by one.

The experiment dies were designed as rectangular shapes in order to measure more accurately the pressure differences. While die dimensions were being determined, the dies were produced in 3 x 200 x 500 (mm) channel sections taking account of the extruder machine's capacity.

Three pressure sensors were used on the experiment die. Pressure sensors had the capacity of 70 MPa. The pressure sensors were placed on the die at intervals of 200 mm with screwed joint. In order to make an accurate measurement, the detector edge of the sensor was assembled on the same plane with inner surface of the die so as to contact with the fluid. These sensors were also used for temperature measurement. The temperature and pressure data obtained from pressure

sensors was transferred to indicator with a special data cable. The pressure measurement sensitivity of the indicators was ± 0.1 MPa and the temperature measurement sensitivity of the indicators was $\pm 3^\circ\text{C}$. The extrusion die and assembled pressure sensors (PT), resistance plates (R), thermocouples (T) used in tests are shown in Fig. 3. PT1, PT2, PT3 were the pressure sensors from the extruder machine to outlet of die respectively. Pressure sensors were put in equal intervals in order to interpret the change of pressure difference more easily.

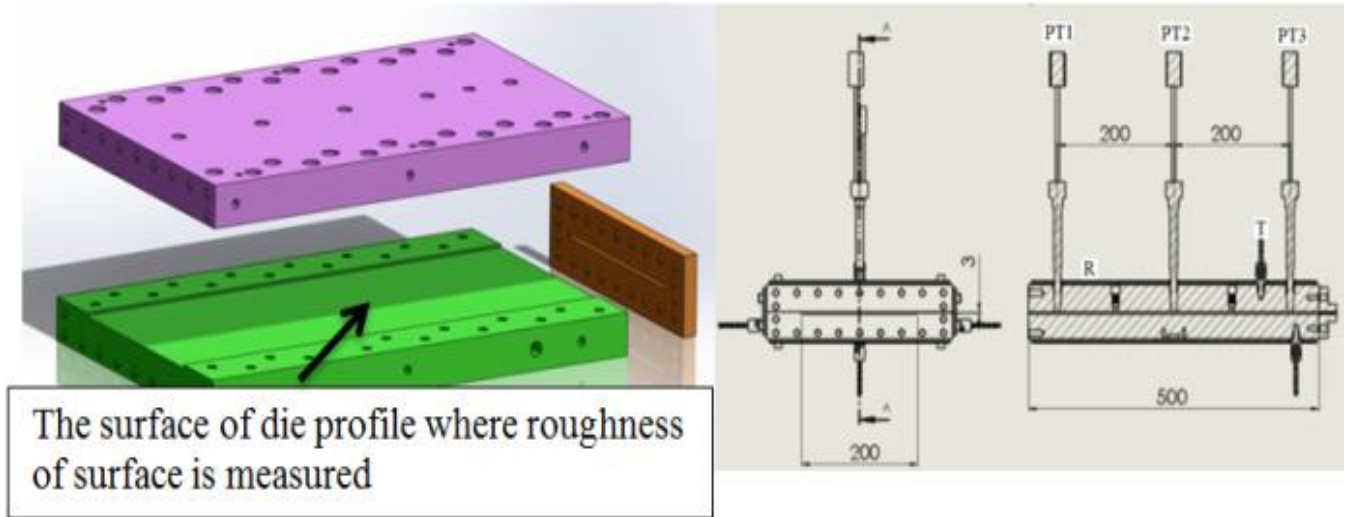


Fig.3. Experimental die and its dimensions

Before the trial of each dies the extruder machine and the dies were enabled to reach steady state by keeping in heat for 90 minutes. In the experiments, a dehumidifier was used to prevent moisture of content of raw materials. The dehumidifier temperature was set to 70°C . The revolution of the extruder machine used in tests was chosen as 100 rpm. The experiment duration got much longer as flow rate was too low at lower speeds and experiment die leaked raw material at higher speeds because of high pressure.

60 minutes of three repetitive extrusion processes were carried out for each experiment die. The amount of raw material obtained at the end of each extrusion period was measured with precision scales. As the die profile and amount of the raw material was defined, the calculation of flow rate was done by using mass flow rate formula.

$$\dot{m} = \rho v A , \quad (1)$$

where \dot{m} is mass flow rate (kg h^{-1}), ρ is density (kg m^{-3}), v is velocity (m h^{-1}), and A is flow area (m^2).

Heating operation was carried out on extruder machine and on eight sections of the experiment set for a regular flow and a steady viscosity. T1, T2, T3, T4 were respectively heating sections on extruder machine and T5, T6, T7, T8 were heating sections on experimental setup (Fig. 4). The dies and other parts of experiment set were heated by plaque shaped resistances. The temperature of the resistances used for heating extruder machine and experiment set were controlled by the help of thermocouples. Process temperature values can be entered via control panel of the machine. In Table 1, set values of the heating sections are presented.

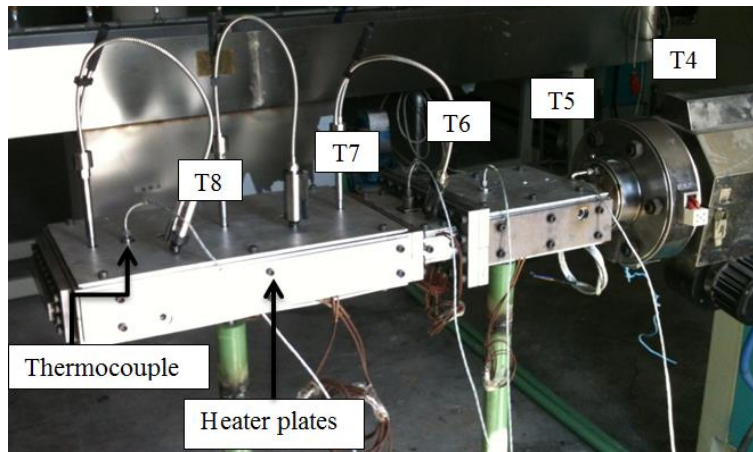


Fig.4. Heating sections of the experimental set up

Table 1. Temperature set values which were applied to the system

Sections	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Temperature Values (°C)	180	180	170	170	170	170	170	170

A digital active counter with 3 phases were used in the system in order to determine the effect of two different dies used in experiment set on energy consumption.

An electronic scale with $\pm 1g$ sensitivity and the capacity of 30 kg was used in order to scale the amount of extruded raw material in each experiment process.

All the equipment and the die used in the experimental study were modeled with Siemens Unigraphics NX8 CAD programme and production drawings were generated with the same programme. Mesh operations were done in the programme of Gambit and flow analysis was done in the programme of Polyflow.

HD - 14, HC HD 7255 Polietilen (HDPE) was used as thermoplastic raw material in experiments.

All experiments were executed in the ambient temperature of 20 °C.

Mathematical Model

This power law model is based on the following approaches and assumptions:

- 1- The model is one dimensional.
- 2- Gravitational and inertial forces are neglected.
- 3- Steady-state conditions.
- 4- The flow is fully developed.
- 5- Power Law Non-Newtonian flow model was used.

$$\mu = m(\dot{\gamma})^{(n-1)}$$

Where μ is the dynamic viscosity (Pa s), m is the constant, $\dot{\gamma}$ is the shear strain rate (s^{-1}), and n is power law Index.

- 6- "Zero Wall Speed" was accepted as boundary condition for all sides in the die flow geometry except for inlet and outlet sides. Inlet and outlet mass flow rate of the pattern is 4.379 kg h^{-1} and the raw material is NPC 14, HC HD 7255 Polietilen (HDPE).

7- it was assumed that temperature distribution of polymer is uniform and equal 170 °C (isothermal) and for this temperature related parameters for Power Law model parameters:

$$m= 3000 \text{ s}, n= 0.6.$$

8- The polymer melt flow is assumed to be incompressible.

$$\nabla \cdot \mathbf{v} = 0$$

9- Gravitational and inertial forces are neglected.

$$\mathbf{v} \cdot \nabla \mathbf{v} = 0$$

10- Pressure is function only z-direction

Governing Equations:

Momentum Equation:

$$\frac{\partial P}{\partial z} = \frac{\partial \tau}{\partial y} \quad (1)$$

$$\tau = \mu \frac{\partial u}{\partial y} \quad (2)$$

$$\mu = m(\dot{\gamma})^{(n-1)} \quad (3)$$

$$\dot{\gamma} = \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^n \quad (4)$$

Boundary Conditions:

at $z= 0$: $p(z)=2.84 \text{ Mpa}$

Results and Discussion

Model Results

The fluid moves at different speed rates at the inlet of flow regulator head. The speed of the fluid was the same on the each point of outlet of regulator head because of internal geometry. The fluid reached homogeneous flow rate after flow regulator head was extruded from experimental die with same speed.

A pressure decrease from inlet to outlet of the die is observed. The pressure, which is 2.84 MPa at the inlet of the experiment set, decreased to 0.41 MPa at the outlet of the die.

Experimental processes results

The results of the experimental processes of the dies which were produced grinding operations are given in Table 1.

Table 1. The results of the experimental processes of the dies

Results of the experimental processes	Mean
The rate of flow (m h^{-1})	7.668
The amount of raw material (Kg h^{-1})	4.39
Pressure value 1 (MPa)	1.9
Pressure value 2 (MPa)	0.9
Pressure value 3 (MPa)	0.5
The exit temperature of the raw material ($^{\circ}\text{C}$)	160

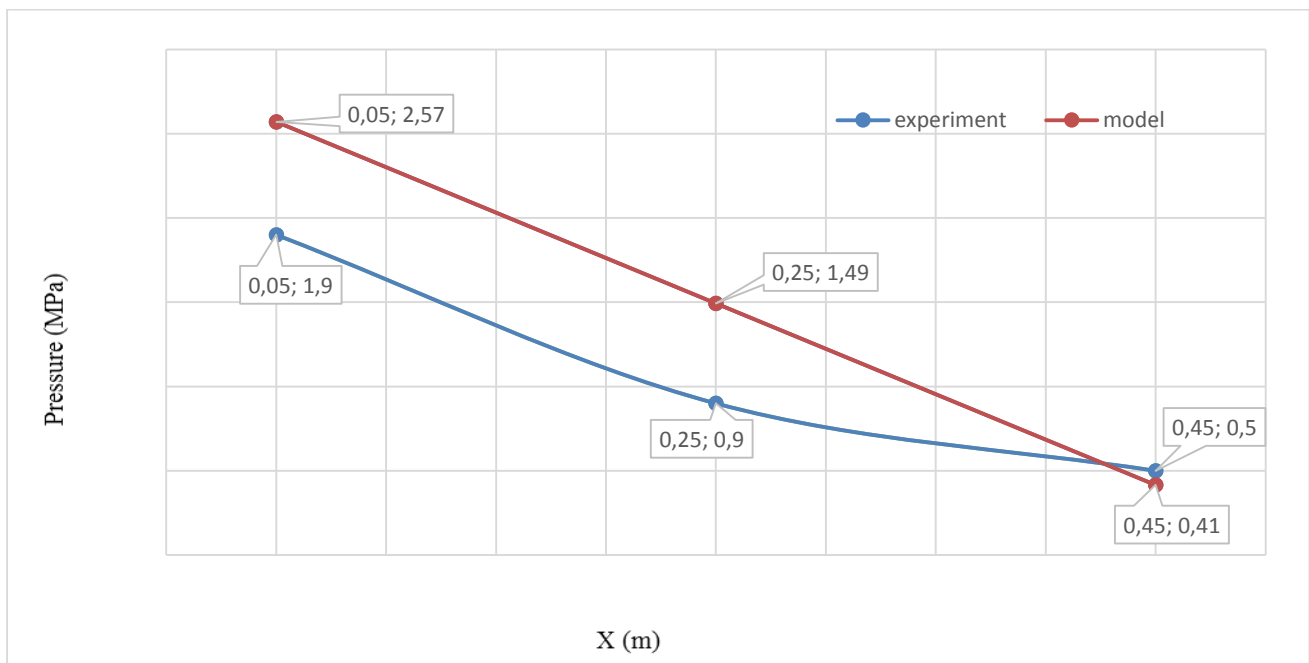


Fig.8. Comparison of pressure values in terms of the result of model and experiment

Conclusions

As a consequence of this study we understand that the model which we used is appropriate for this process. There is a small difference between model and experiment results for outlet section of process. In the future works other non-newtonian models may be studied for better approximations to experimental results.

Acknowledgements

This research was supported by the Namik Kemal University. Project No. NKUBAP.00.17.YL.12.01 The authors would like to thank the Mir Ar-Ge Company and Dizayn Group , Istanbul/Turkey for their technical support in the analysis and experimental processes.

References

- Baldi, F.; Franceschini, A.; Briatico-Vangosa, F.; Locati, D. and Riccò, T. 2010. *Oscillating flow in capillary dies for a HDPE melt: effects of extrusion parameters*. Int J Mater Form vol. 3 Suppl 1:543– 546
- Burghlea, T.I.; Griess, H.J. and Münstedt, H. 2010. *Comparative investigations of surface instabilities (“sharkskin”) of a linear and a long-chain branched polyethylene*. Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics, vol. 165, Issues 19–20, pp. 1093–1104
- Carneiro, O. S., Nobrega, J. M., Pinho, F. T., *Computer aided rheological design of extrusion dies for profiles*, Journal of materials processing technology, 114, pp. 75–86, 2001.
- Carneiro, O. S., Nobrega, J. M., *Recent developments in automatic die design for profile extrusion, Plastics Rubber and Composites*, 33, pp. 400-408, 2004.
- Dubbeldam, J.L.A. and Molenaar, J. 2003. *Dynamics of the spurt instability in polymer extrusion*. J. Non-Newtonian Fluid Mech. 112: 217–235
- D.M. and Tang, H.S. 2007. *Inverse problem solution of squeeze flow for parameters of generalized Newtonian fluid and wall slip*. Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics, 143: 133–140
- Ferrás, L.L. Nóbrega, J.M. and Pinho F.T. 2012. *Analytical solutions for Newtonian and inelastic non-Newtonian flows with wall slip*. Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics, 175–176: 76–88
- Kostic, M. M., Reifschneider, L. G., *Design of Extrusion Dies, Encyclopedia of Chemical Processing*, pp. 633-649, 2006.
- Mitsoulis, E.; Georgiou, G.C. and Kountouriotis, Z. 2012. *A study of various factors affecting Kalyon, Newtonian extrudate swell*. Computers & Fluids, 57: 195–207
- Rahimia, S.; Durbanb, D. and Khosid, S. 2010. *Wall friction effects and viscosity reduction of gel propellants in conical extrusion*. Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics, 165: 782–792
- Xu, X.; Ouyang, J.; Yang, B. and Liu, Z. 2013. *SPH simulations of three-dimensional non-Newtonian free surface flows*. Comput. Methods Appl. Mech. Engrg. 256: 101–116

İNCE SAC LEVHALARIN YÜKSEK BASINÇ ALTINDA (HYDROFORMING) ŞEKİLLENDİRİLMESİ

Aytaç MORALAR¹

Özet

Günümüzde daha az kaynak kullanarak daha dayanıklı ve daha çevreci malzemeler üretmek sanayinin en büyük hedeflerindedir. Daha az enerji kullanarak yüksek kaliteli ürünler elde etmek ve bu ürünlerin geri dönüştürülebilir olması gerekmektedir. Özellikle otomotiv ve uçak sanayisinde kullanılan karmaşık geometri malzemelerin üretimi yüksek basınçlı akışkan gücü (hydroforming) ile gerçekleştirilebilmektedir. Bu yöntem ile geri dönüşümü kolay alüminyum malzemelerin karmaşık geometrilerde üretimi mümkün olmaktadır. Hydroforming yöntemi ile 1000-10000 bar gibi çok yüksek basınç aralıklarında malzeme üretimi mümkündür[1]. Eğitim kurumlarında bu kadar yüksek basınçlarda çalışmanın risklerinden bu üretim yöntemi çoğunlukla teorik olarak işlenmektedir. Bu çalışmada eğitim kurumlarında kullanılabilecek bir deney düzeneği tasarlanmış ve hydroforming yönteminin ince sac levhaları uygulanabilirliği araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hydroforming, malzeme şekillendirme, sac şekillendirme, hidrolik sistem, yüksek basınç

FORMING OF THIN SHEET METAL AT HIGH PRESSURE (HYDROFORMING)

Abstract

At the present day, producing more durable and more environmental materials using less resources is one of the main targets of the industry. It is necessary to produce high quality and recycable products using less energy. The production of materials with complex geometry used especially in automotive and aircraft industries can be realised by high pressured hydroforming. With this method, the production of easily recycable aluminium materials in complex geometries is feasible. In hydroforming method, the production of material production under high pressures such as 1000-10000 bars are feasible. Due to the risks arising from working with high pressures, this production method is taught theoretically at the educational institutions. In this study, an experiment setup which can be used at the educational institutions is designed and the applicability of hydroforming method to thin sheet metals is investigated.

Keywords: Hydroforming, material forming, metal forming, hydraulic systems, high pressure

¹ Yrd.Doç.Dr., Namık Kemal Üniversitesi, amoralar@nku.edu.tr

Giriş

Yüksek basınç altında şekillendirme (hydroforming) işleminde kalıp tarafından sıkıştırılmış içi boş yapıya sahip borunun içine veya sac üzerine yüksek basınçlı akışkan gönderilerek borunun veya sacın cidarlarının kalıbın geometrisine göre genişlemesi ve istenilen şekle getirilmesidir (Palumbo ve Ark, 2007). Sıvı Basıncıyla Şekillendirme (SBS) özellikle üretimi zor ve zaman alıcı, karmaşık ve dar toleranslı parçaların üretiminde tercih edilmektedir. Yüksek basınç altında metalleri şekillendirme yöntemi, endüstrinin birçok dalında yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle otomotiv ve uçak endüstrisi için hafif ağırlıklı parçaların üretiminin yanı sıra; savunma sanayi, beyaz eşya, sac metal kalıpcılığı, uzay ve havacılık gibi sektörler de derin çekmenin gerektirdiği sac metal ürünlerin imalatında da kullanılmaya başlanmıştır (Halkacı, 2011). Havacılık, uzay, otomotiv vb. gibi endüstrilerde hafif araçlar üretmek her geçen gün önemini arttırmaktadır. Bu bağlamda endüstride hafif malzemenin kullanımı kadar, bu malzemelerin şekillendirme yöntemleri önem kazanmaktadır. Geleneksel şekillendirme yöntemleri ile karmaşık geometri malzemelerin şekillendirilmesi farklı aşamalardan oluşmaktadır. Hatta bir parçanın oluşturulması, birkaç parçanın bir araya getirilmesi ile meydana gelmektedir. Bu parçaların bağlanması ağırlığı arttırmakta, parça dayanımını düşürmektedir. Oysa metallerin yüksek basınç altında bir defada şekillendirilmesi, birkaç özel üretim yöntemi ile elde edilecek parçalardaki karmaşıklığı ortadan kaldırmaktadır. Bunun yanı sıra, şekillendirilen parçaların eklemsiz tek parça oluşu dayanımlarının yüksek olmasını sağlamaktadır.

Yüksek basınç altında metalleri şekillendirme yönteminin diğer üretim yöntemlerine göre üstünlükleri (Elaldı ve Ark, 2012):

- Tek taraflı kalıp kullanıldığından kalıp işleme ve işçilik masrafları düşüktür.
- Zımba imalatına ve zımbanın kalıba alıştırılmasına gerek yoktur.
- Parçalar daha hafif, ucuz, dayanıklı, rijit, kaliteli ürünlerdir.
- Ara işlem sayısı azdır.
- Hurda miktarı düşüktür.
- Parçalar iyi yüzey kalitesine, düşük geri yaylanmaya ve düşük kalıcı gerilmelere sahiptir.
- Üretilen parçalar karmaşık şekillerde olabilir.
- Homojen basınç uygulamasından dolayı noktasal aşırı yüklerin malzeme ve tane yapısı üzerindeki olumsuz etkileri azdır.

Yüksek basınç altında metalleri şekillendirme yönteminin diğer üretim yöntemlerine göre dezavantajları ise;

- Uzun işlem süresi,
- Çok iyi parlatılmış kalıp yüzey gereksinimi,
- Yüksek şekillendirme basınç gereksinimi (özellikle kalın saclar için),
- Hidrolik sızdırmazlık problemleri,
- İşlem ve kalıp tasarımı hakkında bilgi ve tecrübenin kısıtlılığıdır.

Yüksek basınç altında metalleri şekillendirme yöntemi ile son yıllarda çok fazla çalışma yapılmıştır. Yaşar ve Ark. yaptıkları çalışmada hydroforming yönteminde farklı sıcaklıklarda akışkan kullanımının malzeme şekillendirilebilirliği üzerine etkilerini incelemişlerdir. Yaptıkları çalışmanın sonucunda AA 5754 alaşımının oda sıcaklığında iyi şekillenmediği, fakat malzemenin yeniden

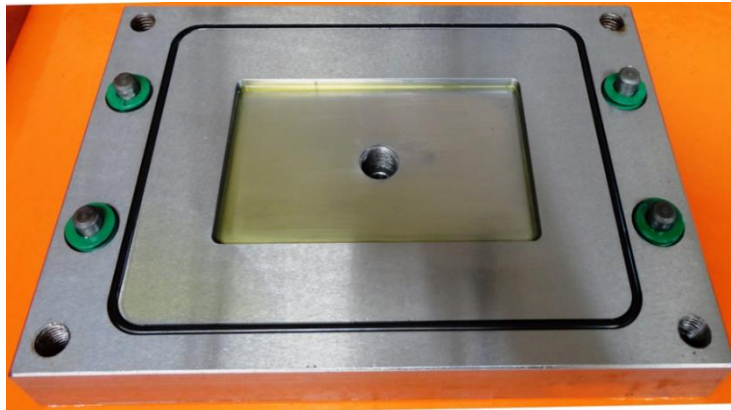
kristalleşme sıcaklığı civarında daha iyi şekillendiği sonucuna varmışlardır. Ayrıca oda sıcaklığında yapılan denemelerde, düşük şişme yüksekliklerinde malzemenin yırtıldığı sıcaklık yükseldikçe daha fazla şişme yüksekliklerinin sağlandığı gözlemlenmiştir.

Halkacı, (2011) yaptığı çalışmada, yüksek basınç altında metal şekillendirme işleminin ülkemizde yaygın olmadığını ve bunun üzerinde çalışılması gerektiği üzerinde durmuştur. Farklı üniversitelerden araştırmacıların, çeşitli sanayi kuruluşlarının ve Tübitak destekli bir proje hazırlayarak kapsamlı bir sac şekillendirme presi imal etmişlerdir. Palumbo ve Tricarico, (2007) ise matris ve baskı plakasını ısıtıp zımbayı soğutma sıvısı kullanarak oda sıcaklığında tutmuşlardır. Çalışmanın sonucunda, uygulanan bu metotla şekillendirme işleminin şişme yüksekliği ve deformasyon açısından daha verimli olduğunu savunmuşlardır.

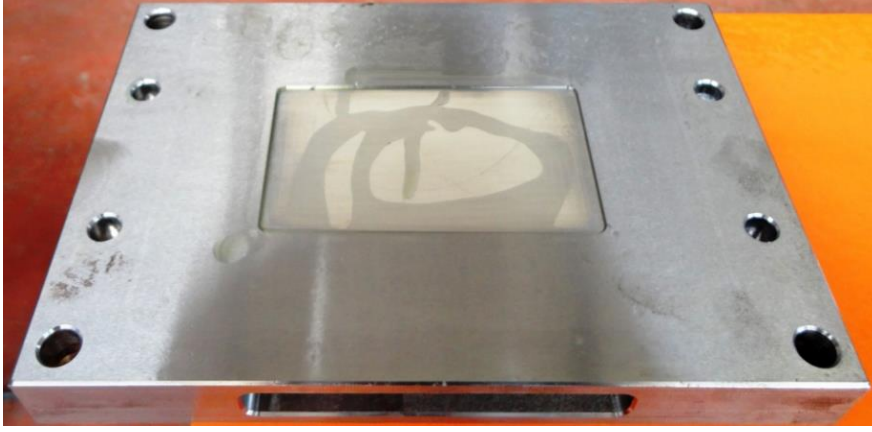
Yapılan bu çalışma, geleneksel imalat yöntemlerine alternatif olabilecek bir üretim yöntemi olan hidroforming yönteminin eğitim kurumlarında veya ufak işletmelerde pratik uygulamaların yapılabilmesi için hazırlanmıştır. Kullanılan numuneleri şekillendirmek için yüksek basınç olan, fakat kullanımda büyük riskler oluşturmayacak basınç kademelerinde denemeler yapılmış ve elde edilen sonuçlar gözlemlenmiştir. Genellikle teorik eğitimi verilen yüksek basınç altında şekil verme yönteminin, pratik olarak uygulanabileceği ortaya konulmuştur. Yapılan denemeler ile malzemedeki şekil değişimleri incelenmiştir. Deneme düzeneğine hazırlanacak farklı kalıplar ile aynı tür malzemelerin farklı formlarda ki davranışları rahatlıkla izlenebilecektir.

Materyal ve yöntem

Çalışmanın deneysel uygulamaları Namık Kemal Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü bünyesinde kurulmuş olan hidro şekillendirme ünitesinde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada alt kalıp ve üst kalıp olmak üzere iki adet kalıp kullanılmıştır (Şekil 1.1 ve Şekil 1.2). Saca kendi şeklini veren dişi kalıp üst kalıptır. Kalıplar 30 mm'lik sacdan lazer kesim yöntemiyle kestirilmiş ve önce CNC işleme merkezinde işlenmiş daha sonra taşlanarak polisaj yapılmıştır.

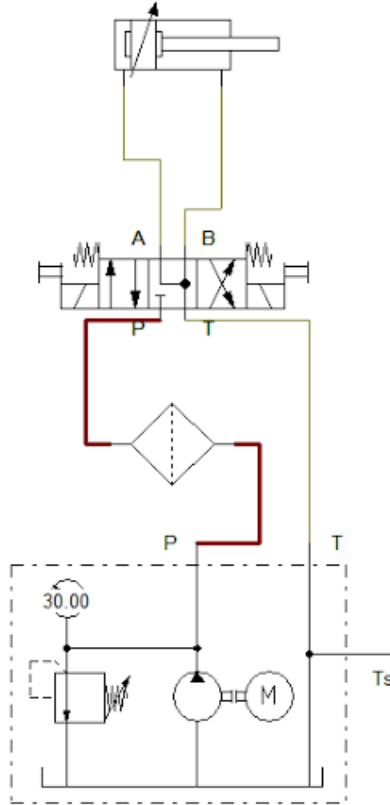


Şekil 1.1 Alt Kalıp



Şekil 1.2 Üst Kalıp

Çalışmada maksimum 160 bar basınç üretebilen bir hidrolik güç ünitesi kullanılmıştır (Şekil 1.4). Bu ünite silindire hidrolik akışkan doldurarak silindirin açılmasına ve silindirdeki akışkanın kalıpların içine basılmasına olanak sağlamaktadır. Yapılan denemeler 40 bar basınç altında gerçekleştirilmiştir. Çalışma düzeneğinin hidrolik sistem şeması şekil 1.3 te verilmiştir.



Şekil 1.3. Hidrolik Sistem Devre Şeması



Şekil 1.4 Hidrolik Güç Ünitesi

Bu çalışmada kalıplara hydroforming akışkanını basmak için çift etkili bir silindir kullanılmıştır. Ancak hidrolik akışkan ve hydroforming akışkanı farklı olduğundan dolayı iki adet silindir kullanmak gerekmektedir. Bir yay mekanizması tasarlanarak kullanılan çift etkili silindir tek etkili yay geri dönüşlü bir silindire çevrilmiştir. Böylece silindir içerisinde iki farklı akışkanla çalıştırılmıştır. Pistonun arkasında hidrolik yağ önünde ise su bazlı hydroforming akışkanı bulunmaktadır. Şekil 1.5 te oluşturulan silindir mekanizmasının resmi görülmektedir. Hydroforming ile şekillendirme metodunda kullanılan akışkan sıkıştırılmaz bir akışkan olması gerekmektedir. Bu nedenle yapılan denemelerde hidrolik güç ünitesini direk olarak kalıplara bağlamak yerine silindir kullanarak bu yöntemde uygun olan akışkan kullanılmıştır. Bu akışkan 1/10 L oranında su ile karıştırılan bor yağı ile elde edilmiştir. Toplam 0,5 litre olan akışkanın 50 ml si bor yağı 450 ml ise sudan oluşmaktadır.



Şekil 1.5 Hidrolik silindir

Hazırlanan deneme düzeneğinde, kalıpların birbirine bağlanması için bazı birleştirme parçaları kullanılmıştır. Bu bağlantı parçalarının tümü sökülebilir parçalar olup kalıplara montajı ve demontajı mümkündür. Bu parçalar; 4 adet 12.9 M12*45 imbus civata, 4 adet 10x20x13 yeşil kalıp yayı, 4 adet 10x30 kalıp merkezleme pimi, sızdırmazlık için 4 mm'lik O-ring ve kalıbın tezgaha bağlanması için 4 adet M6x40 civata kullanılmıştır. Deneme düzeneğinde kullanılan hidrolik hortum 3/8" 330 Bar dayanıklı presli birleştirme hidrolik hortumudur. Basıncın gözlemlenmesi için kullanılan manometre ise 315 Bar'a kadar ölçüm yapabilen analog bir manometredir.

Projede şekil verilmek üzere çeşitli malzeme ve kalınlıkta saclar kullanılmıştır. Pompa basıncı maksimum 40 bar olarak ayarlanmıştır. Kalınlık olarak 0.5, 0.6, 0.9 mm malzeme türü olarak ise alüminyum sac, siyah sac ve paslanmaz sac levhalar seçilmiştir.

Hazırlanan deneme düzeneğinde, önceden hazırlanmış alt ve üst kalıp arasına şekil verilecek olan numune malzeme yerleştirilmektedir. Kalıplar yüksek basınç altındaki sıvının dışarı sızması için birbirine sıkıca bağlanmaktadır. Hidrolik güç ünitesi 40 bar basınca ayarlanmakta ve kontrol valfi

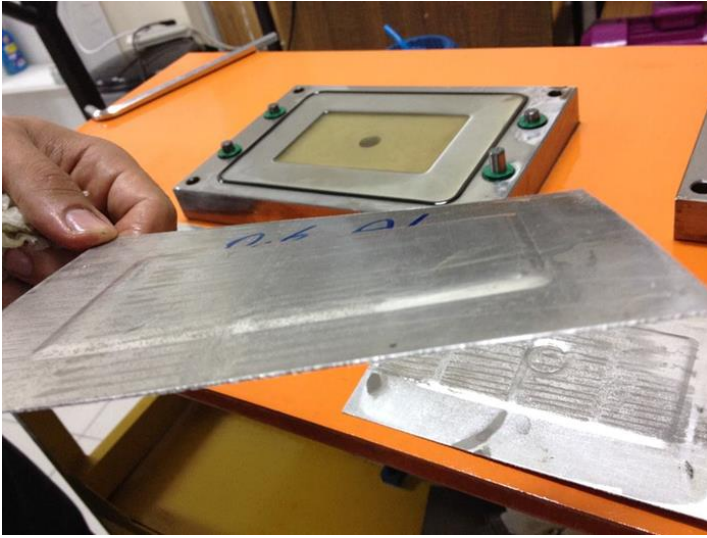
yardımıyla basınçlı yağ hidrolik silindire hareket vermektedir. Hidrolik silindirin ön tarafına konulan hydroforming sıvısı alt kalıba açılan boşluktan deneme numunesi üzerine basılmaktadır. Yüksek basınçlı akışkan numuneyi üst kalıpta açılan boşluklara üniform bir şekilde itmekte ve malzemeye istenilen formu vermemizi sağlamaktadır. Burada önemli olan kalıbın malzemeye uygun olarak tasarlanmasıdır.

Bulgular

Yapılan denemelerde de kalıpların arasına yerleştirilen sac alttan verilen akışkanın basıncı ile üst kalıptaki profile oturup şekil almaktadır. Kalıplar sacı sıkıştırıp sacın kendisini içeri çekmesini engeller.

Deneme1:

0.6 mm kalınlığında alüminyum sac levhanın denemesi yapılmıştır. 40 bar basınç altında malzemenin iyi bir şekilde kalıbın formu aldığı gözlemlenmiştir (Şekil 1.6).



Şekil 1.6. 0.6 mm Alüminyum Sac Levha

Deneme 2:

0.9 mm kalınlık alüminyum sac levha denemesi yapılmıştır. Kullanılan numune kalıp formunun şeklini almıştır.

Deneme 3:

0.5 mm lik siyah sac levhanın denemesi yapılmıştır (Şekil 1.7). 40 bar basınçta kullanılan numune çok küçük şekil değişimine uğramış fakat numuneye kalıp formu verilememiştir. 40 bar basınç bu malzemeleri şekillendirmek için yeterli olmamıştır.



Şekil 1.7. 0.5 mm Siyah Sac Levha

Deneme 4:

0.5 mm lik paslanmaz sac levhanın denemesi yapılmıştır (Şekil 1.8). 40 bar basınçta kullanılan numune çok küçük şekil değişimine uğramış fakat numuneye kalıp formu verilememiştir. 40 bar basınç bu malzemeleri şekillendirmek için yeterli olmamıştır.



Şekil 1.8. 0.5 mm Paslanmaz Sac Levha

Deneme 5:

Tek işlemle farklı geometrilerin üretimi için 0.6 mm alüminyum sac levha ile kalıp arası madeni para konulmuş ve baskı işlemi bu şekilde yapılmıştır. Sac levha üzerinde madeni paranın formu genel hatları ile oluştuğu Şekil 1.9 da görülmüştür. Fakat madeni para üzerindeki yazılar yeterli şekillenme boşluğu olmadığı için levha üzerine çıkmamıştır.



Şekil 1.9. 0.6 mm Alüminyum Sac Levha

Sonuçlar

0.6 mm ve 0.9 mm alüminyum sac levha ile yapılan denemelerde malzemenin istenilen kalıp formunu düzgün bir şekilde aldığı görülmüştür. 0.5 mm paslanmaz sac ve 0.5 mm siyah sac levhalarda ise istenilen form yakalanamamıştır.

Öneriler

Yüksek basınç altında metal şekillendirme yönteminde kullanılan güç ünitesi ve kalıplar büyük önem taşımaktadır. Şekillendirilecek malzemeye uygun olmayan güç değerleri, malzemeye istenilen formu verdiremeyecektir. Eğer kalıp çok derin, çok sivri köşeli yapılı ve çok ince numune kullanılırsa malzemenin köşelerinde yırtılmalar meydana gelebilmektedir. Aynı ünite üzerine farklı kalıplar bağlanarak, değişik basınç değerlerinde değişik malzemelerin şekillendirilmesi denenebilir.

Kaynakça

- Çelikayar, G., Yüksek basınç altında metallerin şekillendirilmesi”, III. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi ve Sergisi, s29
- Elaldı, F., Alkan, F., Coğun, F., “Sıvı basıncı ile sac şekillendirme.” Makine-tek Dergisi. Şubat 2012
- Halkacı, H.S., “Sac Hidrolik Şekillendirme Deney Ünitesi Gerçekleştirildi” Mühendis ve Makine Dergisi. 2011, Cilt:52 Sayı:615
- Karaağaç, İ., Özdemir, A. (2009). Sıvı basıncı ile sac şekillendirme(SBSŞ) Yönteminin Derin Çekilebilirlik Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS’09), 13-15 Mayıs 2009, Karabük, Türkiye
- Özer, M., Kişioğlu, Y. (2006). Hidrolik basınçlı akışkan (hidroforming) ile tesisat bağlantı elemanlarının şekillendirilmesi. TiMAK-Tasarım imalat Analiz Kongresi 26-28 Nisan 2006- BALIKESİR
- Palumbo, G., Tricarico, L. (2007). Numerical and experimental investigations on the warm deep drawing process of circular aluminum alloy specimens. J. Mater. Process. Technol. 184, (2007) 115–123.
- Yaşar, M., Kadı, İ., Evlen, H. (2011). AA 5754 Sacının Farklı Sıcaklıklarda Hidrolik Akışkanla Şekillendirilmesi” 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS’11), 16-18 May 2011, Elazığ, Turkey

DEMİRYOLU BİSİKLETİ: GÜNÜMÜZDE KULLANILMAYAN KIRKLARELİ-BÜYÜK MANDIRA DEMİRYOLU HATTI İÇİN ÖNERİLER

Levent Günaydın¹

Özet

Bu çalışmada, ekolojik bir ulaşım türü olarak kabul edilen bisikletin günümüzdeki önemi ve demiryolu bisikleti olarak kullanımının dünyadaki tarihçesi, farklı amaçlarla kullanımı, uygulamaları ve karşılaşılan sorunları araştırılmıştır. Günümüzde kullanılmayan Kırklareli-Büyük Mandıra demiryolu hattının kısa tarihçesi incelenmiştir. Ayrıca bir kültürel ve endüstri mirası olarak demiryolunun atıl durumdan kurtarılarak Kırklareli iline turizm destinasyonu olarak yeniden kazandırılması, sürdürülebilir, anlamlı ve rakiplerinden farklı bir boyut kazanmasına yardımcı olacak ve aynı zamanda da eski demiryolu hattına sahip çıkılması bilinciyle yeniden değerlendirmenin bir yolu olarak demiryolu bisikletinin uygulanabilirliği tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Demiryolu bisikleti, Kırklareli-Büyükmandıra demiryolu, ekolojik turizm.

RAILWAY BIKE: TODAY'S UNUSED RAILWAY KIRKLARELİ-BUYUK-MANDIRA SUGGESTIONS FOR DAIRY RAILWAY LINE

Abstract

In this study, the bicycle is an ecological type of transportation; the importance of today's world railway history of use as a bicycle, use for different purposes was investigated practices and problems encountered. A brief history of obsolete railway Kırklareli-Big Dairy have been investigated. In addition, the railway as a cultural and industrial heritage that will help the recovery of idle, Kırklareli tourism destination in the reintegration sustainable, meaningful and to gain a different dimension from its competitors. At the same time, the viability of the rail bikes are discussed to re-evaluate awareness be left with the old railway line as a way.

Keywords: Railway bike, Kırklareli büyükmandıra railway, ecological tourism.

¹ Yar. Doç. Dr., Kırklareli Üniversitesi, lgunaydin@klu.edu.tr

Giriş

Günümüzde yaygın olarak kullandığımız taşıtların büyük çoğunluğu yakıt ile çalışmaktadır. Yakıt ise ekonomik olarak bir gider olması yanında atmosfere salınan egzoz gazları nedeniyle insan sağlığına da zarar vermektedir. Motorlu araçların insanların bedenlen hareket etmelerine imkan vermemesi açısından sağlıklarını da etkilemektedir. Yakıt kullanmadan tamamen sürücüsünün kas gücü ile hareket edebilen bisikletler ise motorsuz taşıtlardır, bu nedenle sürücüsüne hareket imkanı vermesi ve doğaya egzoz gazı vermemesi ile ekolojik bir araçtır. Bir ulaşım aracı olarak bisikletin kullanımının çok kolay olması da ayrı bir özelliğidir.

Bisikletin Önemi

Centre for Economics and Business Research tarafından yapılan bir araştırma, Avrupa'da yaşayan her dört yetişkinden birinin, her beş gençten dördünün yeterince fiziksel aktivite yapmadığını ortaya koyuyor. Fiziksel egzersiz yapmayan toplumun, Avrupa ekonomisine maliyeti yılda 80 milyar euro'dur, diğer bir deyişle bu dünya çapında kanser ilaçlarına her yıl harcanan miktardan 5 milyar euro daha fazla. Rapor, fiziksel hareketsizliğin, toplum sağlığı için sigaradan daha tehlikeli ve zararlı olduğunu belirtiyor. Uluslararası Spor ve Kültür Derneği (ISCA) tarafından finanse edilen araştırmaya göre her yıl yarım milyon Avrupalı fiziksel aktivite yetersizliği sonucu hayatını kaybediyor. Ölüm nedenlerinin başında yetersiz fiziksel egzersize bağlı kalp ve damar hastalıkları, diyabet ve göğüs kanseri vardır. Hareketsizlik sadece bedensel rahatsızlıkları beraberinde getirmiyor. Fiziksel egzersizin bireylerin depresyon, endişe, kendine güvensizlik gibi psikolojik ve duygusal durumunu da etkilediği biliniyor. Her dört Avrupalı'dan birisinin ruhsal rahatsızlığının olması ve tedavi gerektirmesi, ekonomiye tahmini olarak 23 milyar euro'luk bir harcama kalemi doğuruyor. Her gün 20 dakikalık mütevazı bir fiziksel aktivite bu rakamları büyük ölçüde değiştirecektir. Fiziksel hareketsizlik oranını %20 azaltmamız halinde Avrupa'da yılda 100.000 hayat kurtulacak ve 16 milyar euro tasarruf edilebilecektir (bisikletim).

Bir araba kadar hızlı gitmediği ya da bir kamyon kadar yük taşıyamadığı için bisiklet, genellikle gözümüzde hak ettiği değeri bulmamasına rağmen bisiklet yüksek verimli bir araçtır. Bir bisikletçi sadece yürümeyle karşılaştırılabileceğimiz kadar bir eforu sarf ederek saatte 12 mil yolculuk edebilir. Vücut, besin enerjisini kas gücüne çevirir. Bisikletle, bir galon (1 Galon: ABD 3,78 litre; İngiltere 4,55 litre) benzinle karşılaştırılabilecek enerji miktarı ile saatte 15 milden yaklaşık 1000 mile kadar yolculuk edebilirsiniz. Bugün dünya üzerinde tahminlere göre yolculuk, rekreasyon ve egzersiz amaçlı olarak yaklaşık bir milyar bisiklet kullanılmakta (Wicks, 2010)

Demiryolu Bisikleti ve Geçmişte kullanımı

Bisikleti günümüzde kullanılmayan demiryolu hatlarında demiryolu bisikleti olarak da kullanmak mümkündür. Bisiklete küçük ilaveler yaparak demiryolu bisikletine dönüştürülebilir. Demiryolu bisikletleri geçmişte Demiryolu altyapısının belli aralıklarla kontrol edilmesinde bisikletin verimliliğini ve kişisel kolaylığını birleştirerek kullanma kavramı 1800'lere dayanıyor. Bununla birlikte Demiryolu bisikletlerinin arızalanan lokomotiflere yardım için demiryolu şirketleri tarafından kullanılmaktaydı. Telgraf şirketleri de sık sık demiryollarını takip eden telgraf hatlarını korumak için demiryolu bisikletlerini kullanmışlardır. Yeterli rüzgarlı bölgelerde ise demiryolu bisikletlerine yelken yerleştirerek hareket ettirilmiştir (Şekil.1) (www.greenupgrader.com/2015).



Şekil 1: Kenya’ da demiryolu müzesinde sergilenen geçmişte demiryolu hatlarının bakım ve kontrolünde kullanılan demiryolu bisikleti (www.ru.wikipedia.org/2015).

Askeri amaçlarla savaş zamanı veya diğer zamanlarda demiryolu bisikleti kullanımı hatların denetlenmesi ve bakım ihtiyaçları için müdahale aracı olarak geçmişte kullanılmıştır (Şekil.2).



Şekil 2: Demiryolu bisikletinin askeri amaçlarla kullanımı (www.shusharmor.livejournal.com/2015).

İkinci dünya savaşı yıllarında Fransa Alman demiryolu tricycle Amerikalılar tarafından geri alınan hatlarda çeşitli sabotaj saldırılarında meydana gelen hasarlar için yollarını gözden geçirmek için kullanılır (Şekil.3).



Şekil 3: Demiryolu Bisikletlerinin Dünya savaşında askeri amaçlarla kullanımı (www.shusharmor.livejournal.com/2015).

Leningrad bölgesinde ve Eski Sovyetler Birliği'nin geniş topraklarının tamamında, herhangi bir yolun hiç olmadığı çok farklı yerlerde mantar, çilek toplamak veya yaban hayvanların avcılığını yapmak amacıyla bu büyük ovalardan ve ormanlık alanlardan geçen terk edilmiş demiryolu hatlarının veya halen kullanılmakta olan bölümlerinde demiryolu bisikleti bu fırsattan yararlanmak isteyen kişiler tarafından kolaylıkla kullanılmıştır (Şekil.4) (www.amurbike.com).



Şekil 4: Demiryolu bisikletinin tek ve çift kişilik kullanımı (www.amurbike.ru/2015).

Günümüz Dünyasında Demiryolu bisikleti ve Kullanımı.

Günümüzde ise Dünyanın farklı ülkelerinde Hizmet dışı kalmış ve terk edilmiş demiryolu hatların da veya halen kullanılan hatlarda Demiryolu hattı sahiplerinin izni sayesinde, ulaşımın bu modunun tadını spor yaparak çıkarmak isteyenler için yaygınlaştırarak kamunun ortak kullanımına açılmaktadır (Şekil.5).



Şekil 5: Demiryolu bisikletinin Sportif amaçlarla kullanımı (www.ecofriend.com).

Demiryolu Bisikleti, 15- 20 Km/saat ortalama hızla demiryolu rayları üzerinde hareket etmesini sağlayacak payandalar ve flanşlı tekerlekler takılarak eski bisiklet kullanılarak yapılabilir. Demiryolu Bisikletini demiryolu üzerinde doğrudan binmek için izin özel ekleri ile donatılmış bir sokak bisiklet veya dağ bisikleti olarak tanımlayabiliriz. Normal sokak bisikletini kullanmasını bilmeyenler Demiryolu bisikleti kullanmaları mümkündür çünkü dengede kalmayı gerektirecek durum yoktur.

Demiryolu Bisikleti tasarımında dikkat edilmesi gereken önemli özelliklerden birisi normal şehir bisikletlerinin yapısını bozmadan ilave parçalarla dönüşüm yapmaktır. Bisiklet kolayca ve hızlı bir şekilde demiryolu bisikletine dönüştürülebilmelidir. Ayrıca ilave parçalar katlanabilir hafif ve yapımı kolay olmalıdır. Yapımı amatörce gerçekleştirilecek yapım yöntemleriyle yapıldığından maliyet açısından da çok ucuz olacaktır.

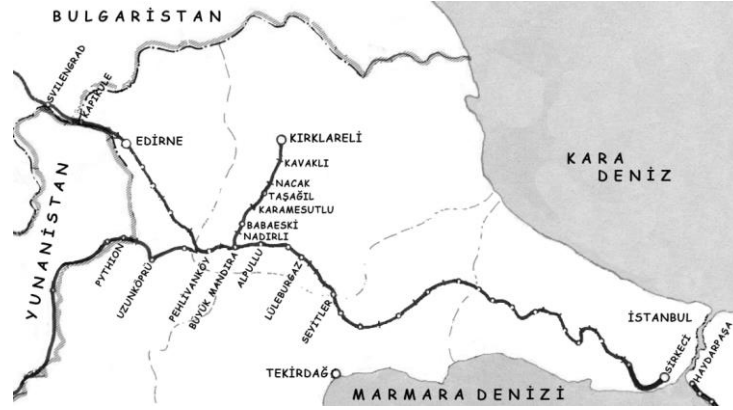
Demiryolu bisikletleri ile spor yapmanın yanı sıra doğa içerisinde tarım arazileri içerisinde seyahat ederek, yaban hayatı içerisinde olmanın insanı rahatlatan etkisi gözlemlenebilir. Günümüzde kullanılmayan demiryolu hatlarının mevcut olmasına rağmen, yol hakkı yasal sahiplerinden izin alınmadan böyle bir demiryolu kullanımı girişimi sorun oluşturmaktadır. Demiryolu bisikleti kullanmak için izin istemek gerekecektir.

Dünya çapında demiryolu bisikleti ilişkili bilinen hiçbir ölüm bulunmamaktadır. Demiryolu güvenliği konusunda araştırmalarda tren ve / veya otomobil ve bir railbike içeren bilinen hiçbir kaza ortaya konulmamıştır. İskandinavya'da kullanılan demiryolu bisikleti benzeri "dressin" olarak adlandırılan Pedal motorlu araçların, rutin belirlenen terk edilmiş demiryolu hattını kullanılmak üzere kamuoyuna kiralanmıştır. Bu araçlar ile yaralanmaların önemli sayıda neden olduğunu gösteren şu anda hiçbir veri yoktur. İsveçli railbikersanekdot bilgileri de bu aktivite ile bağlantılı özel bir güvenlik önlemleri ortaya koymaktadır. Demiryolu bisikletleri güvenli tasarımlar olduğundan muhtemelen devrilme gibi nedenlerle kaza yapma ve yaralanmada mümkün gözükmemektedir. Demiryolu bisikleti stabildir, hafif katlanabilir, çok kolay taşınır ve etkili bir şekilde kontrol edilebilir. Az bir mekanik becerisi olan birisi tarafından yapımı gerçekleştirilebilir (www.railbike.com/2015).

Geçmişten Günümüze Kırklareli- Büyük Mandıra Demiryolu Hattı

Balkan Harbi'nden hemen önce, 1910–1912 yılları arasında iktisadi ve askeri öneminden dolayı Rumeli Demiryolu Hattı'ndan Kırklareli'ne uzatılan 46 kilometrelik Kırklareli–Büyük Mandıra

Demiryolu Hattı Şark Demiryolları Kumpanyası tarafından inşa edilerek işletmeye açılmıştır (Onur, 1953; M. Ali, 1930; Dursunkaya, 1948) dan aktaran (Yıldız, 2013). Rumeli Demiryolu ana hattı, Kırklareli sınırları içerisinde Seyitler, Lüleburgaz, Alpullu, Büyük Mandıra, Pehlivan köyü üzerinden geçerek 56 kilometrelik bir mesafe kat ettikten sonra Edirne sınırlarına ulaşır. Ana hattan Büyük Mandıra İstasyonu'nda ayrılan Kırklareli hattı, Nadırlı–Babaeski–Karamesutlu–Taşağıl–Nacak–Kavaklı istasyonlarını geçerek il merkezinde son bulur (Yıldız, 2013), (Şekil. 6).



Şekil 6: İstanbul–Edirne–Kırklareli Demiryolu Güzergâhı (Yıldız, 2013).

Kırklareli demiryolu hattında 1987 yılına kadar yolcu taşımacılığı yapılırken, bu tarihten sonra yolcu taşımacılığı son bulmuş, demiryolunun askeri ve ticari nakliye amacıyla kullanımına devam edilmiştir. Günümüzde ise demiryolu hattı nadiren askeri sevkiyat için kullanılmaktadır. Kırklareli sınırları içerisinde aktif olarak; Alpullu Gar Şefliği, Pehlivan köyü İstasyon Şefliği, Lüleburgaz İstasyon Şefliği hizmet vermektedir. Kırklareli–Büyük Mandıra Hattı üzerinde faal olarak çalışan istasyon bulunmamasıyla birlikte istasyon alanları da terk edilmiş haldedir. Kırklareli–Büyük Mandıra Demiryolu Hattı üzerindeki taşımacılığın sona ermesi neticesinde, zamana bağlı olarak hat üzerindeki istasyon yapıları da bir kullanım dışı kalmıştır. Uzun yıllar kullanılmayan yapılar bakımsızlık ve ilgisizlik yüzünden tahrip olmuş, önemli bir kısmı da yıkılarak yok olmuştur (Yıldız, 2013).

Kültürel ve Endüstri Mirası Olarak Demiryolları

Geçmişte ekonomik ve sosyal işlevi olan Kırklareli- Büyük Mandıra demiryolu hattı ve tesisler, yapılar günümüzde atıl olarak kalmıştır. Bu hattın bir endüstri mirası olarak korunması ve yok olmaması için bu hattın yeniden belki geçmişteki işlevinden farklıda olsa değişik amaçlarla da olsa kullanımı bu hattın ve yapıların yok olup gitmesine engel olacaktır.

Ülkelerin ekonomik gelişimine katkı sağlayan bu tesisler, geçmişin izleri, yapıların özgün kimliklerini korunarak, yeniden değerlendirilebilir, gelecek kuşaklara aktarılabilir. Eski bir tesisinin, dönüşümü uygulaması ile sadece endüstri mirası korunmayacaktır, Aynı zamanda kentin ekonomik gelişimi, kültürel önemi, yaşam kalitesinin artmasına da katkı sağlanacaktır (Torlak, 2013).

Kültürel miras, bir toplumun üyelerine ortak geçmişlerini anlatan, aralarındaki dayanışma ve birlik duygularını güçlendiren bir hazinedir. İnsanların tarih boyunca biriktirdikleri deneyimlerin ve geleneklerin devamlılığını, geleceğin doğru kurulmasını sağlar. Kültürel miras ona miras niteliğini veren evrensel değerlerin yanında gençlere yeni öğrenme ve gelişme fırsatları sunduğu, insanlara güzel duygular ve sıcak anılar yaşattığı, yaratıcılığı ve keşfetme güdüsünü beslediği, dünyaya ve

hayata bakışımıza derinlik kattığı ve hepimizin geçmişimizden öğrenecek çok şeyimiz olduğu için korunmalıdır. Kültürel miras geçmişle bugün arasında bağlantı kurarak, içinde yaşanan kültüre ve dünyaya bir temel oluşturur ve geleceğin oluşturulmasında sağlam bir referans verirken manevi anlamda da insan hayatlarını zenginleştirir (Ünal, 2014).

Günümüzde Kullanılmayan Kırklareli-Büyükmandıra Demiryolu Hattında Demiryolu Bisikleti Kullanımı ve Öneriler

Günümüzde kullanılmayan Kırklareli-Büyük Mandıra Demiryolu hattında düzenli tren seferleri yapılmadığından dolayı kaza riski taşımamaktadır. Demiryolu bisikleti kullanımı için gerekli izinler alınması durumunda hat üzerinde demiryolu bisikleti kullanıcıları, bu hattın atıl duran terk edilmiş ekonomik olarak bir getirisi bulunmayan bu önemli yatırımı yeni bir yatırıma gerek kalmadan yerel kalkınma için bir fırsata çevireceklerdir.

Sportif amaçlı kullanımlar bisiklet kullanıcılarının ilgisini çekebilir. Belki küçük ve büyük katılımlı gruplar halinde turlar düzenlenebilir. Kırklareli ilinde giderek yaygınlaşan bisiklet kullanıcıları için yeni ve farklı bir deneyim yaşamak için çok ilginç olmasının yanında giderek yaygınlaşması durumunda çevre illerden katılımcıların buraya gelerek bu farklı deneyimi yaşama isteği, turizm hedefi olarak ortaya çıkabilir. Çocuklar ve yetişkinler demiryolunu çevreleyen doğanın güzelliğinden demiryolu bisikleti gezileri ile eğlence ve macerayı birleştiren sportif bir aktivite mümkün olacaktır. Turizm için bölgenin atıl demiryolu ağının geri kazanımı amacıyla bu hat üzerinde demiryolu bisikleti kiralama istasyonları kurulabilir. Geçmişten günümüze kalan özel mimari görünümüleriyle tren istasyonları restore edilerek yemek yeme, mola istasyonlarına dönüştürülebilir. Belki bu alanlarda şehrin stresinden ve gürültüsünden uzak bir kaç gün geçirmek isteyenler için rahatlatıcı konaklama alanları da yapılabilir. Demiryolu bisikletleri ile raylar üzerinde geziye çıkanların karşı karşıya gelecekleri manzaralı yolculuk sırasında güzel bir gün geçirebilmeleri yanında hat üzerinde yer alan Kanlıgeçit arkoleojik alanı ayrı bir gezi alternatifi alanı olarak da yer alması planlanabilir. Kavaklı beldesinde yer alan Kırklareli Üniversitesi Kavaklı Yerleşkesi sınırlarını takip eden rotada üniversite öğrencilerinin kullanabileceği bir rota oluşturmaktadır.



Şekil 5: Demiryolu bisikletinin turistik turlarda kullanımı (www.railbike.com/2015).

Yaklaşık 20 yılı aşan bir sürede kesintisiz her yıl geniş katılımı organize edilen Kakava şenlikleri süresince Kırklareli festival alanında yer alan Gar binasından Babaeski ilçesine ve Kavaklı beldesine turlar organize edilebilir. Turistik olarak kullanılması mümkün olan demiryolu bisikletlerinin farklı turlar için Modern malzemeler ve üretim süreçlerini kullanarak yapılacak demiryolu bisikletleri ile

güvenli ve kalabalık grupların kullanımına açılabilir. Dünyanın başka yerlerinde de Demiryolu bisiklet turları organizasyonları yapılmaktadır. Demiryolu bisikleti turları da yerel tanıtım ve kalkınma bağlamında Kırklareli iline yeni fırsatlar sağlayabilir.

Sonuç

Bu çalışmada Kırklareli ili sınırları içerisinde yer alan Büyük Mandıra demiryolu hattının turizme kazandırılması için araştırmaya yer verilmiş ayrıca Demir yolu bisikleti kavramının ilimizde bu alana uygulanarak hem bölgeye olan ilgiyi artırması hem de bölgenin bir turizm cazibe bölgesi olması için öneriler yapılmıştır. Çalışmada demiryolu bisikletinin dünya üzerinde uygulama alanları örneklerle verilmiştir ayrıca Kırklareli Büyük mandıra bölgesine uygulanmasının şehrimiz ve ülkemize katacağı yararlar üzerinde durulmuştur. Çalışma demir yolu bisikleti, spor ve tarih- arkeoloji, çevre ve turizm alanları üzerine yapacağı katkı ve bilinçlendirmeler ayrı ayrı ele alınarak incelenmiştir.

Elektronik Kaynakların Kaynakça bölümünde gösterimi

Torlak, S. (2013). *Endüstri Mirasının Ekonomiye Kazandırılması: Toronto Dönüşüm Örneği*. International Conference on Eurasian Economies 2013. Session 4C: Turizm I. s 705-710.

Ünal, Z. (2014). *Dünyada ve Türkiye’de Kültürel Mirasın Korunması*. İsmep Rehber Kitaplar. Haziran.2014, İstanbul. s. 10.

Yıldız, A. (2013). *Kırklareli- Babaeski Gar Binalarının Mimari ve Yapısal Analizi*. SDU International Journal of TechnologicSciences. Vol. 5, No 1, February 2013 .s.51-61.

Wcikis,F. (2010). *Bisikletin Değeri*. (Çev: Barış GÖNÜLŞEN). Mühendis ve Makine Dergisi. TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayını. Ekim 2010.Cilt.51 sayı:609.

<http://greenupgrader.com/1914/railbikes-plans-repurpose-your-bike-and-those-rails/>, erişim tarihi:2015

<http://railbike.com/photoalbum/default.as>, erişim tarihi:2015

<http://www.ecofriend.com/rail-bike-a-new-method-to-tour-in-costa-rica.html>, erişim tarihi:2015

<http://www.amurbike.ru/index.php?allmes=1&action=vthread&forum=2&topic=573&page=1>, erişim tarihi:2015

<http://shusharmor.livejournal.com/594300.html>, erişim tarihi:2015

<https://bisikletim.wordpress.com/2015/07/21/yuruyus-ve-bisikletle-yilda-80milyar-euro-tasarruf/>, erişim tarihi:2015

<https://ru.wikipedia.org>, erişim tarihi:2015

<http://greenupgrader.com/1914/railbikes-plans-repurpose-your-bike-and-those-rails/>, erişim tarihi:2015

VIDEO GÖRÜNTÜLERİNDEKİ SUBLİMİNAL ÇERÇEVELERİN TESPİTİ ÜZERİNE BİR YÖNTEM ÖNERİSİ

Murat Olcay ÖZCAN¹, Deniz TAŞKIN², Kenan BAYSAL³

Özet

Bilinçaltına etki ederek, insanların satın alma davranışlarını etkilemeyi hedefleyen subliminal reklamcılık popülerliğini sürdürmektedir. Rekabet gücünü arttırmak isteyen işletmeler subliminal mesajlar içeren reklamları kullanmaktadırlar. Subliminal mesaj ile bilinçaltını etkileme yöntemlerinden birisi de 25. Kare Efektı olarak bilinen video görüntülerine subliminal çerçeve ekleme yöntemidir.

Bu çalışmada, subliminal çerçeve eklenmiş video görüntüleri incelenmiş ve subliminal çerçevelerin tespiti için bir yöntem önerilmiştir. Önerilen yöntem MPEG sıkıştırma formatı ile sıkıştırılmış videolar için kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: subliminal, bilinçaltı, subliminal reklamcılık, 25. kare

A SUGGESTION OF METHOD FOR DETECTION OF SUBLIMINAL FRAMES IN VIDEO IMAGES

Abstract

Aiming at influencing the behavior of people by affecting the subconscious, subliminal advertising is sustaining its popularity. Businesses that want to increase their competitiveness are using ads that contain subliminal messages. One of the methods to influence the subconscious mind with subliminal messages is inserting a subliminal frame to video images, a technique known as 25. Frame Effect.

In this study, subliminal frame inserted video images are examined and a method for detection of subliminal frames is suggested. The suggested method can be used for videos compressed with MPEG compression format.

Keywords: Subliminal, subconscious, subliminal advertising, 25th frame

¹ Yrd. Doç. Dr, Kırklareli Üniversitesi, moozcan@klu.edu.tr

² Yrd. Doç. Dr, Trakya Üniversitesi, deniztaskin@trakya.edu.tr

³ Öğr. Gör, Namık Kemal Üniversitesi, kbaysal@nku.edu.tr

Giriş

Dünya üzerinde bulunan çok sayıdaki şirket tarafından üretilen milyonlarca ürün ve fikir, çok çeşitli reklam şirketleri tarafından milyonlarca değişik strateji kullanılarak tanıtılmaktadır. Stratejiler çok çeşitli olsa da, ortak amaçları ürünün popüler hale getirilmesidir. Popülerlik tüketiciyi çeken bir kavramdır. Hiç reklamı yapılmayan popüler bir marka düşünmek mümkün değildir.

İşletmeler açısından bakıldığında, üretilen mal ve hizmetlerin tüketiciye duyurulması, pazarda bulunan rakip ürünlere karşı, o işletmenin ürününün tercih edilmesi için tüketicinin ikna edilmesi, ürüne olan talebin sürdürülmesi gibi alanlarda reklamın inkâr edilemeyecek katkıları vardır. Ayrıca reklam; sermayeyi verimli yatırıma dönüştürecek uygun pazarların bulunmasında etkili bir araçtır (Bir ve Maviş, 1988).

Tüketici açısından bakıldığında ise; ihtiyacını en iyi şekilde karşılayacak ürüne ulaşmasında önemli bir araçtır. Ayrıca çeşitli mal ve hizmetleri tanıtan, bu ürünlere hangi fiyatla, nasıl ulaşabileceğini tanımlayan, zaman açısından tüketiciye kolaylık sağlayan bir pazarlama aracıdır (Dolgu, 1993).

Reklamın en önemli amacı, tüketici üzerinde bir etki yaratarak düşünme ve davranışlarını etkileyerek reklamı yapılmakta olan ürünü satın almaya yönlendirmektir. Ayrıca bir mesajın iletilmesi, bilgilendirme yapması, kitle iletişim araçlarının kullanılması ile büyük kitlelere ulaşabilmesi, üretici ile tüketici arasında bir köprü kurması, ikna edici bir iletişim biçimi olması ve ürünü zihinlere yerleştirmesini de başlıca amaçları arasında sayabiliriz (Kotler, 2000). Reklamlar gazete, dergi, televizyon, radyo, sinema, internet, kısa mesaj (sms) gibi çok farklı ortamlarda karşımıza çıkabilmektedir.

Reklam yapma teknikleri de bilince yönelik ve bilinçaltına yönelik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bu yöntemler kullanılarak, tüketicinin karar vermesinde etkili olan güdü ve dürtüler yönlendirilmeye çalışılmaktadır. Bilince yönelik reklamlarda tüketici reklamı yapılan ürünün ve uygulanan reklam ortamı ve tekniğinin farkındadır, reklam tarafından verilmek istenen mesajlar açık bir şekilde herkes tarafından görülmektedir. Bilinçaltına yönelik reklamlarda ise tüketici uygulanan reklamın farkında değildir ya da reklamda verilen mesajın dışında bilinçaltını etkileyecek başka bir mesaj maruz kalmaktadır.

Türkiye’de ve dünyadaki diğer birçok ülkede bilinçaltı reklamların kullanılmasına karşı kanunlar yapılmış olup yasaklar konulmuştur. Fakat tüm reklamları, filmleri bilinçaltı mesaj içerip içermediği noktasında denetleyecek bir yapı kurulamamıştır.

Bu çalışmada bir subliminal reklamcılık yöntemi olan ve 25. Kare Efektisi olarak da bilinen video görüntülerine subliminal bir çerçeve eklenmesiyle oluşturan subliminal mesajların tespitine yönelik bir model önerilmiştir.

Bilinçaltı Reklamcılık ve Subliminal Mesaj

Bilinç ve Bilinçaltı

Bilinci insanın dış dünyasından ya da kendi bedeninin içinden gelen algıları fark edebilen zihin bölgesi olarak tanımlayabiliriz. Düşünce süreçlerini, bedensel algıları ve heyecanla ilgili durumları da kapsamaktadır. Bilincin içeriği, konuşma ya da davranışlarla çevreye iletilmektedir.

Bilinçaltını ise en kısa şekilde bilinç eşiğinin altı olarak tanımlayabiliriz. Duyulan, işitilen, hissedilen bazı şeylerin bilinç düzeyinde işlem görmediği, ancak boşluğa da gitmeyip beyin tarafından bir yere kaydedildiği ve daha sonra bu verilerin verilen kararlarda ve davranışlarda etkili olduğu durum olarak da tanımlanabilir.

Bilinçaltına yönelik ilk kuram Freud'un Topografik Zihin Modeli'dir. Freud bilinci bir buzdağına benzetmekte ve su seviyesi bilinç eşiği olarak düşünüldüğünde, bu eşiğin altında bilincin büyük kısmını oluşturan bilinçaltının bulunduğu inanmaktadır. Buna göre, bilincin dışında oluşan ve dikkati zorlamakta bilinç düzeyine çıkarılamayan istekler ve dürtüler, zihnin bilinçaltı denilen en derin bölgelerinden kaynaklanmaktadır. Freud'un bilinçaltı kuramı, ortaya çıkışından itibaren günümüze kadar tartışılmaya devam etmektedir. Ancak bugün bilim çevreleri tarafından Freud'un bilinç ve bilinçaltı kuramı büyük çoğunluk ile kabullenilmiş durumdadır.

Beynin Algılama Şekli

İnsanın beş duyusu olan görme, duyma, tatma, dokunma ve koklama duyuları tarafından toplanan veriler beynimizin bilincine ve bilinçaltına aktarılmaktadır. Bu 5 duyu kişi uykuda olsa bile devamlı aktif olup veri toplamaktadır. Örnek olarak bir kişi uyurken bile çalan saatin zil sesini duyabilmektedir.

Birçok kuramcının ortak görüşüne göre; insan beynine gelen verilerden bilinç seviyesinde algılanıp, işlenebilen kısmının oranı sadece 1/1000 düzeyindedir. Bu düzeyin dışında kalan veriler ise bilinçaltı tarafından algılanmakta ve kaydedilmektedir. Beyne en fazla veri toplayan görme duyusunu ele aldığımızda, göz sürekli bir tarama halindedir ve dışarıdaki her şeyi beyin korteksine iletmektedir. Bu görüntülerdeki diğer 999/1000'lük kısım ise ilgi çekicilik oranında bilinçaltına kaydedilmektedir. Bilinçaltına kaydedilen bu kısımda reklamda görünen çizgiler, renkler, şekiller, grafikler, resimler, noktalar gibi reklamın ayrıntıları bulunur ve bu ayrıntılar önemlerine ve önceliklerine göre beyne yerleştirilmektedirler (Çelik, 2000).

Bilinçaltı (Subliminal) Reklamcılık

Subliminal kelimesi *limen of consciousness* yapısından türetilmiş bir kelimedir. Bilinç ve bilinçaltını ayıran çizgi ya da eşik anlamına gelmektedir. *Subliminal mesaj* ise başka bir objenin içine gömülü olan bir işaret ya da mesajdır ve normal insan algısı limitlerinin altında kalmak, o anda fark edilmemek üzere tasarlanmıştır (Vokey, 2013). Subliminal mesajlar insanın bilinçli dikkati tarafından fark edilemeyip, doğrudan insan bilinçaltını etkileyen mesajlardır.

Subliminal reklamcılık ya da bilinçaltı reklamcılık adı verilen teknik ise basılı yayın organları veya sinema ve televizyon kanalları ile yapılan tanıtımlarda, algılama eşiğinin altında yer alan bazı unsurlarla tüketicinin bilinçdışına etki edecek mesajların oluşturulması şeklinde tanımlanır. Bu mesajlarda gizli ve algı dışı veya maskelenmiş uyarılar kullanımı ile bilinçaltının ikna edilmesi hedeflenmektedir (Sungur, 2007).

Reklamcılık ve psikoloji arasında kuvvetli bir ilişki vardır. Reklamın sonucunda ürün ile tüketici arasında bir bağ kurulması hedeflenmektedir ve bu bağın en güçlü halkasını da bireylerin sahip olduğu arzu, dürtü ve hisler oluşturmaktadır.

Tüketicilerin satın alma arzularını ortaya çıkaran bilinçaltı faktörler kişiden kişiye, kültürden kültüre farklılık gösterse de, değişiklik göstermeyen iki faktör bulunmaktadır:

- Hayatın başlangıcı (dünyaya gelme açısından), yaradılış ve bu süreçte aşk (cinsellik)

- Hayatın sonu, ölüm ve bununla ilgili olarak çatışma ve şiddet

İki sembolik kutup olarak tanımlanan, *seks* ya da *aşk* ve *ölüm* tüm dünyadaki edebiyatın, sanatın, felsefenin, bilimin, dinin ve insan davranışlarının kökeninde bulunmaktadır.

Bilinçaltı Reklamcılık Üzerine Çalışmalar

Bilinçaltının dış etkenlerle etkilenebileceği düşüncesi 1900'lü yılların başından beri bilinen ve kullanılan bir yöntem olmuştur. Ancak dünya çapında popülerlik kazanması Vance Packard'ın 1957 yılında yazdığı *Hidden Persuaders* kitabı ile gerçekleşmiştir. Vance Packard gizli ikna yollarını ele aldığı kitabında umut, korku, suçluluk ve cinsellik üzerine odaklanmış reklamlar kullanıldığında insanların ihtiyaç duymadıkları ürünleri dahi satın almaya ikna oldukları iddiasında bulunmuştur.

James Vicary'nin Sinema Deneyi

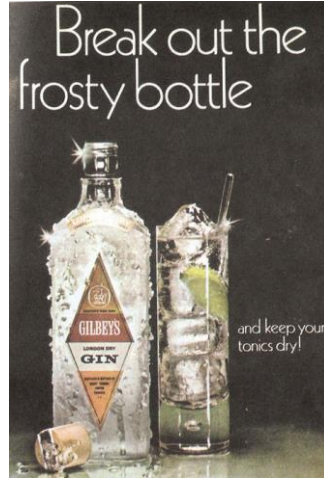
Yine 1957 yılında bir reklamcılık uzmanı olan James Vicary, Takistoskop adı verilen ve bir saniyenin 1/3000 gibi kısa bir sürede açılıp kapanan objektif kapağı sayesinde mesajlar (görüntü ya da resim) yansıtan bir film projektörü kullanarak yaptığı deney sonuçlarını açıklamıştır. Bu mesajlar genelde Takistoskop kullanılarak 5 saniyede bir yansıtılmaktadır, ancak aynı zamanda değişik amaç ve etkiler için bu süre uzayıp kısaltılabilmektedir.

Vicary'nin açıkladığı sonuçlara göre deneklere "*Aç mısınız? Patlamış mısır yiyin*", "*Coca-Cola için*" yazılı mesajların yerleştirildiği görüntüler izletilmesinden sonra, satışlarda *patlamış mısır* için %57,5, *Coca-Cola* için ise %18,1 artış görülmüştür. Ancak 1962 yılında katıldığı bir programda Vicary sonuçlar üzerinde oynama yaptığını kabul etmiştir.

Wilson Bryan Key'in Deneyleri

Dr. Wilson Bryan Key yazdığı *Subliminal Seduction* adlı kitabında bahsedilen tekniklerin reklamcılık alanında kullanıldığını iddia etmiş, birçok reklama cinsel içerikli kelime ve resimlerin yerleştirildiğini belirtmiştir (Key, 1974).

Subliminal mesaj kullanılan bir reklam örneği olarak Time dergisinin 5 Temmuz 1971 yılındaki dünya baskısında yer verilen Gilbey's London Dry Gin içki reklamından bahsedilebilir. Bu reklam sonrasında firmanın 1,5 milyon dolarlık fazla satış yaptığı tespit edilmiştir. Şekil 1'de görülen reklam dikkatlice incelendiğinde, bardaktaki buz küplerinin üzerinde aşağıya doğru SEX kelimesi yazılı olduğu farkedilmektedir.



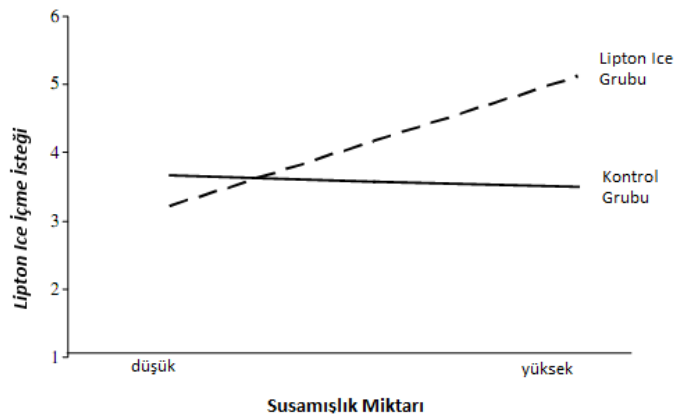
Şekil 1: Gilbey's London Dry Gin Reklamı

Johan C. Karremans ve Lipton Ice Deneyi

2005 yılında Hollanda'da yapılan bir araştırmaya göre; izledikleri video'da 23 ms süre ile Lipton Ice subliminal mesajı verilen susamış deneklerin aynı oranda popüler iki markadan %85 oranında *Lipton Ice* markasını tercih ettiği ortaya çıkmıştır (Karremans vd., 2006).

Yapılan çalışmaya 61 öğrenci katılmış, denekler 2 durum arasında rastgele olarak dağıtılmıştır. Birinci durum için deneklerin bilinçaltına *Lipton Ice* mesajı gönderilirken, ikinci durumda aynı uzunlukta anlamsız bir mesaj gönderilmiştir. Deneklere 23 ms'lik sürelerle *subliminal mesajlar* gösterilmiştir. Çalışma sonrası deneklerin hiç biri olağandışı bir durumla karşılaştığını beyan etmemiştir. Mesaj verme zamanının 23 ms olarak seçilmesinin nedeni Bargh & Chartrand'ın yaptığı ve 23 ms'nin üzerindeki subliminal mesaj süresinin bilinç tarafından fark edilebildiğini gösteren çalışmasıdır (Bargh ve Chartrand, 2000).

İzlenen görüntüler sonrasında, ekrana iki farklı markanın (*Lipton Ice* ve *Spa Rood*) görüntüsü verilerek bu iki markadan birini seçmeleri istenmiş ve ne kadar susamış hissettikleri ile ilgili sorular sorulmuştur. Şekil 2'de görüldüğü üzere *Lipton Ice* reklamı yapılan deneklerin *Lipton Ice* içme istekleri susuzluk arttıkça artış göstermektedir. Kontrol grubunda ise böyle bir artış gözükmemekte, hatta yataya yakın bir seyir izlemektedir.



Şekil 2: Susuzlukla Lipton Ice İçme İsteği İlişkisi

Bu deney sonucunda uygun şartlar sağlandığında (susamışlık gibi) bilinçaltına yönelik reklamların başarılı olabildiği sonucuna varılmıştır.

Subliminal Çerçeve Yöntemi (25. Kare Efeği)

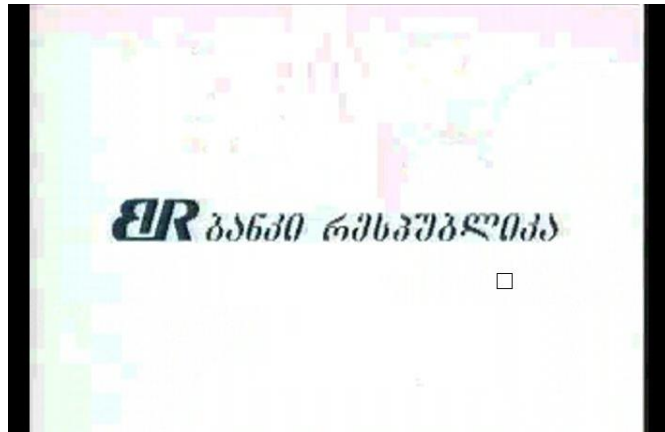
Video görüntüleri çerçeve (frame) adı verilen resimlerin ardı ardına gösterilmesi ile oluşturulmaktadır. Her 23-25 çerçeve bir saniyelik görüntüyü oluşturmakta ve bu şekilde izleyicinin bilinç eşiği geçilebilmektedir. Yapılan çalışmalar insan gözünün ortalama olarak saniyede 24 kareyi algılayabildiğini ve bu kareleri birbirine benzeterek akıcı ve doğal olan görüntüleri beyinde oluşturduğunu göstermiştir. Film ya da reklam tasarlarken 25. kare kullanımı ile bilinç ile farkedilemeyecek bir karenin doğrudan bilinçaltına kaydedilmesi hedeflenmektedir.

Bu tekniğin ortaya çıkışından sonra televizyon ve sinemada birçok kez kullanıldığı ortaya çıkmıştır. Bilinçaltına mesaj vermede mesajın bilinç tarafından fark edilememesi esas olduğundan, fark edilmeyen daha birçok kullanımın da olabileceği değerlendirilmektedir.

Bu çalışmada kullanılmak üzere internet üzerinden ulaşılabilen ve subliminal çerçeve içeren video örnekleri toplanmıştır. Bu çalışmada kullanılan video görüntülerinin gerçek televizyon yayınlarında da subliminal çerçeve eklenmiş olarak yayınladıkları kesin olarak bilinmemekle birlikte, yöntemin uygulanması için subliminal çerçeve eklenmiş görüntüler olmaları yeterlidir.

Pepsi Reklamında Subliminal Çerçeve

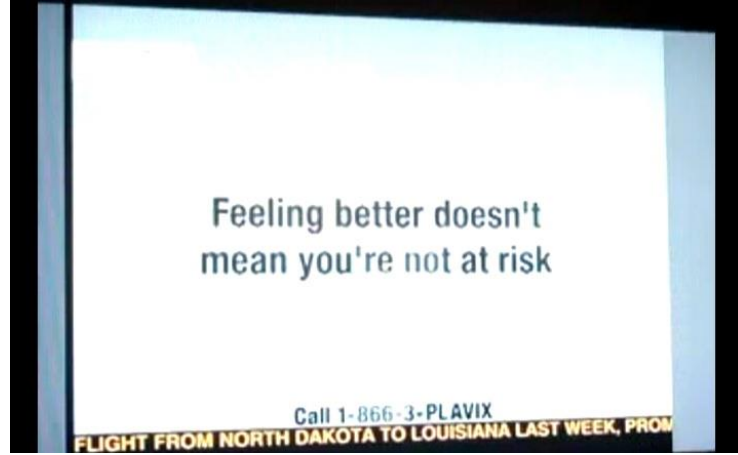
Örnek video görüntüsüne göre Gürcistan'da ki bir TV kanalında oynayan *Pepsi* reklamında 1 karelik sürede bir bankanın (*Bank Republic*) reklamı yapılmıştır (<https://youtu.be/ydF2hIEWdkU>). Şekil 3'de sadece saniyenin 1/24 ü kadar sürede ekranda görülen mesajın ekran görüntüsü görülmektedir.



Şekil 3: Pepsi Reklamındaki Subliminal Çerçeve

CNN Yayınında Subliminal Çerçeve

Örnek video görüntüsüne göre CNN yayınında ünlü tenor *Pavarotti* ile ilgili bir haber sırasında subliminal çerçeve kullanılarak bir ilaç firmasının reklamı yapılmıştır (<https://youtu.be/K2eiSRnzGU>). Şekil 4’de bu reklamın görüntüsü görülmektedir.



Şekil 4: CNN Yayınında Subliminal Çerçeve

Yasal Durum ve Denetim

Bilinçaltına yönelik reklam tekniklerinin kullanılması birçok ülkede yasaklanmış olmakla birlikte, bu konuda etkin denetim sağlayan ülkelerin sayısı çok azdır.

Ülkemizde televizyon yayınlarının kontrolünü sağlayan kurum olan *RTÜK* bilinçaltı reklamı “Teknik cihazlar vasıtasıyla televizyon yayınlarında çok kısa süreli görüntüler kullanarak, izleyicilerin ancak bilinçaltıyla algılayabilecekleri ürün veya hizmetlerin tanıtılmasına ilişkin mesajlar içeren reklamlar” olarak tanımlamıştır.

3984 sayılı yasanın 20. maddesi ile bilinçaltı ile algılanan reklamlara izin verilmemesi gerektiği hükme bağlanmıştır. Bununla birlikte Radyo ve Televizyon Kuruluşları Reklam Yayın İlkeleri ve Usulleri İle Reklam Gelirleri Üst Kurul Paylarının Ödenmesi Hakkında Yönetmeliğin 11. Maddesinde çok kısa sürelerle imaj veren, fark edilemeyecek gizli reklamların kullanımının yasak olduğu belirtilmiştir (Gürbüz ve Aktekin, 2009).

Yasalarla her ne kadar yasaklanmış olsa da, ülkemizde özellikle 25. Kare tekniğinin kullanımını denetleyen bir yapı bulunmamaktadır.

Subliminal Çerçevenin Tespit Edilmesi

2006 yılında Deniz Taşkın tarafından yapılan çalışmada sahne değişimlerinin belirlenmesinde gerçek zamanlı bir yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntem de çerçeve büyüklüklerinden yola çıkılarak I çevrelerinin boyutlarındaki ani değişimlerin belirlenen eşik değerinin üzerinde olması durumunda, bu durumun bir sahne değişimini işaret ettiği belirtilmiştir (Taşkın ve Suçsuz, 2006).

25. Kare yöntemi kullanıldığında da aynı şekilde çerçeve boyutlarında beklenmedik değişimler göze çarpmaktadır. Daha önce bahsedilen video dosyaları incelendiğinde bu durum açıkça görülmektedir.

Video Görüntülerinde Çerçeve Tipleri

Video dosyaları birbirini izleyen görüntülerden oluşmaktadır. 2 dakikalık bir video görüntüsünde 4000 çerçeve bulunmaktadır. MPEG yöntemi ile sıkıştırılmış videolarda 3 farklı çerçeve tipi vardır. Sıkıştırılmış dosyada birbirini takip eden çerçeveler arasında az bir görsel fark olması durumunda çerçevenin tamamı dosyaya aktarılmamaktadır.

Video dosyalarındaki çerçeve boyutlarını incelemek için *Elecard StreamEye* programı kullanılmıştır. Bu programda video içindeki tüm çerçeveler türlerine göre renklendirilip boyutlarına göre çizilmektedir. Çerçeve tipleri ve görünüşleri şu şekildedir:

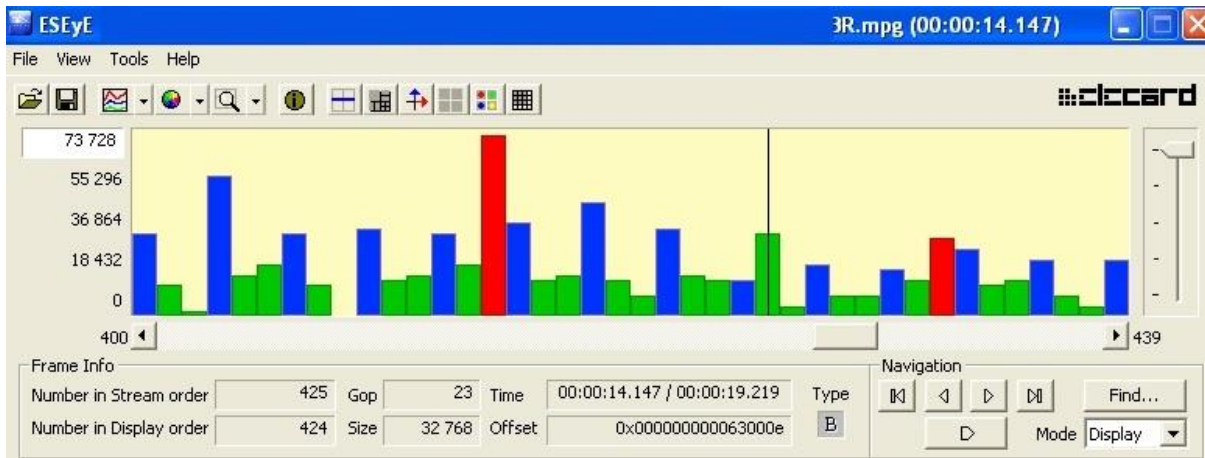
I çerçevesi: Tam bir video resmi olup gösterilmesi için başka bir resme gerek duyulmaz. *Elecard* programında kırmızı renkle gösterilmektedir.

P çerçevesi: Bir önceki çerçevedeki farklılıkların kodlandığı çerçeve türüdür. *Elecard* programında mavi renkle gösterilmektedir.

B çerçevesi: Bir önceki ya da daha sonraki çerçevedeki farklılıkları kodlamaktadır. Gösterilebilmesi için bir önceki ya da sonraki çerçeveye ihtiyaç duymaktadır. *Elecard* programında yeşil renkle gösterilmektedir.

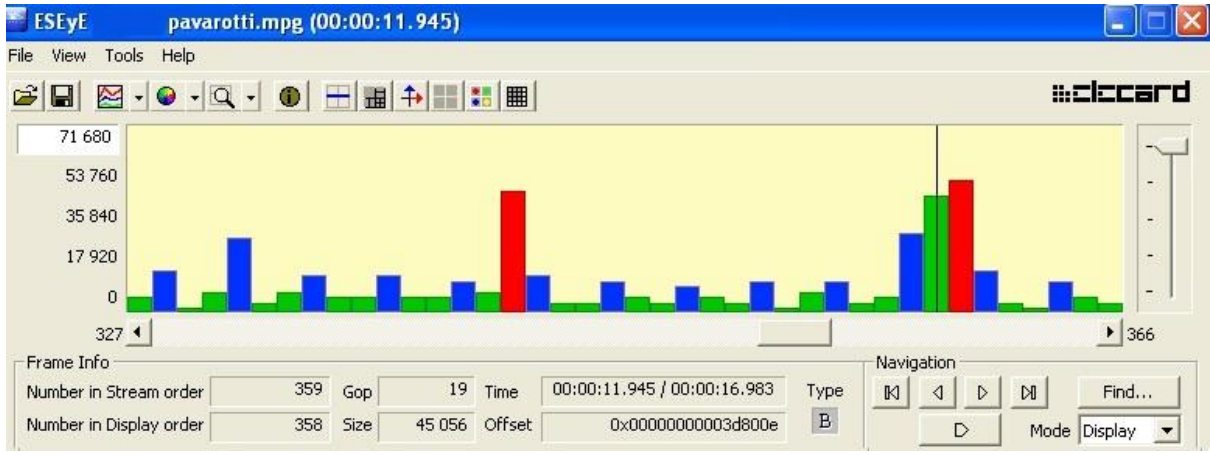
Subliminal Çerçeve Boyutlarının İncelenmesi

Banka reklamı yapılan *Pepsi* reklamı videosu incelendiğinde subliminal mesajın yerleştirildiği, üzerinden siyah dikey çizgi geçen *B* tipi çerçevenin boyutuna bakıldığında, bu çerçevenin öncesindeki ve sonrasındaki aynı tip çerçevelerden boyut olarak oldukça farklı olduğu şekil 5’de görülmektedir.



Şekil 5: Pepsi Reklamındaki Çerçeve Boyutları

ilaç reklamı yapılan video incelendiğinde subliminal mesajın yine *B* tipi bir çerçeveye yerleştirilmiş olduğu, bu çerçevenin boyutuna bakıldığında da, öncesindeki ve sonrasındaki aynı tip çerçevelerden boyut olarak oldukça farklı olduğu, hemen bitişiğindeki *I* tipi çerçeveye yakın bir boyuta sahip olduğu Şekil 6’da görülmektedir.



Şekil 6: CNN Yayını Örneğinde Çerçeve Boyutları

Sonuçlar

Subliminal mesajların insan davranışları üzerindeki etkili olduğu ya da olmadığı üstüne çelişen araştırmalar ve görüşler olsa da, rekabetin üst düzeyde olduğu günümüz dünyasında, şirketler avantaj sağlamak için subliminal reklamcılık tekniklerinden faydalanmaktadır. Video görüntülerine subliminal çerçeve eklemeye dayanan 25. Kare tekniği de kullanılan tekniklerden biridir.

Bu çalışmada subliminal çerçeve içeren ve MPEG sıkıştırma formatı ile sıkıştırılmış video görüntülerine ait çerçeve boyutları incelenmiştir. Eklenmiş subliminal çerçevelerin çerçeve boyutları incelendiğinde, subliminal mesajın bulunduğu B çerçeve boyutlarının kendisinden önceki ve sonraki aynı tip çerçevelerden büyük oranda farklı olduğu görülmüştür. Bu farklılığı karşılaştırmada kullanılacak, önceden belirlenmiş bir eşik değeri üzerindeki çerçeve boyut değişimlerinin potansiyel subliminal çerçeveler olarak tespit edilebileceği sonucuna varılmıştır.

Öneriler

Dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi Türkiye’de de bilinçaltına yönelik reklam yapılması yasak olmasına rağmen bunu denetleyen bir mekanizma bulunmamaktadır. Önerilen yöntem kullanılarak video görüntülerindeki subliminal çerçeveleri tespit edebilecek bir yazılım ya da cihaz geliştirilebilir.

Belirlenen eşik değerine göre subliminal çerçeveler tespit edilirken, sahne değişimlerinin bulunduğu çerçevelerin de subliminal çerçeve olarak tanımlanabileceği değerlendirilmektedir. Daha fazla örnek üzerinde çalışılarak, en uygun eşik değerinin bulunması için makine öğrenmesi ya da yapay sinir ağları gibi yöntemlerden faydalanılabilir.

Kaynakça

Bir, A. A., ve Maviş, F. (1988). Dünyada ve Türkiye’de reklamcılık: Reklamın gücü, Ankara: Bilgi Yayınevi

Bargh J.A., ve Chartrand T.L. (2000). The mind in the middle: A practical guide to priming and automaticity research, Handbook of research methods in social and personality psychology, New York: Cambridge University Press

- Çelik, M. (2000). Reklamda tüketicinin yönlendirilmesi, İstanbul: Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi
- Dolgu, Ş. (1993). Medya ve tüketim çılgınlığı, İstanbul: Düşünen Adam Yayınları
- Gürbüz, B., ve Aktekin, U., (2009). Türkiye’de örtülü reklamlar ve uygulamadaki durum, Ankara Barosu Fikri Mülkiyet ve Rekabet Hukuku Dergisi, 41-57
- Karremans J. C., Stroebe W., ve Claus J. (2006). Beyond Vicary’s fantasies: The impact of subliminal priming and brand choice, *Journal of Experimental Social Psychology*, 42(6), 792-798.
- Key, W. B. (1974). Subliminal seduction. Buenos Aires: Signet
- Kotler, P. (2000). Marketing management, New Jersey: Prentice Hall International Inc
- Sungur, S. (2007). Bilinçaltı reklamcılık ve toplumsal etkileri, *İletişim Fakültesi Dergisi*, İstanbul Üniversitesi
- Taşkın D., ve Suçsuz N. (2006). Sıkıştırılmış ortamda çerçeve tipine dayalı gerçek zamanlı sahne değişimi belirleme, Pamukkale Üniversitesi - IV. Bilgi Teknolojileri Kongresi - Akademik Bilişim 2006
- Vokey, J. R. (2013). Subliminal messages, Chapter 21, *Psychological Sketches* (11th Edition), Lethbridge, Alberta: Psyence Ink

OPTIMAL NETWORK ARCHITECTURE FOR NUSSLT NUMBER AND FRICTION FACTOR

Ahmet Tandiroglu¹

Abstract

This present research uses artificial neural networks (ANNs) to determine Nusselt numbers and friction factors for nine different baffle plate inserted tubes. MATLAB toolbox was used to search better network configuration prediction by using commonly used multilayer feed-forward neural networks (MLFNN) with back propagation (BP) learning algorithm with five different training functions with adaptation learning function of mean square error and TANSIG transfer function. In this research, eighteen data samples were used in a series of runs for each nine samples of baffle-inserted tube. Up to 70% of the whole experimental data was used to train the models, 15 % was used to test the outputs and the remaining data points which were not used for training were used to evaluate the validity of the ANNs. The results show that the TRAINBR training function was the best model for predicting the target experimental outputs.

Keywords: Heat transfer, Nusselt number, friction factor, artificial neural network

Introduction

Artificial Neural Networks (ANNs) have been widely used for thermal analysis of heat exchangers during the last two decades. The applications of ANN for thermal analysis of heat exchangers are reviewed in detail (Mohanraj, Jayaraj and Muraleedharan, 2015). The various network architectures tested in (Zdaniuk, Chamra and Keith Walters, 2007) suggesting feed-forward network with log-sigmoid node functions in the first layer and a linear node function in the output layer to be the most advantageous architecture to use for prediction of helically-finned tube performance.

A feed forward ANN approach trained by Levenberg–Marquardt algorithm was developed to predict friction factor in the serpentine microchannels with rectangular cross section has been investigated experimentally (Rahimi, Hajialyani, Beigzadeh and Alsairafi, 2015) hybrid high order neural network and a feed forward neural network are developed and applied to find an optimized empirical correlation for prediction of dryout heat transfer. The values predicted by the models are compared with each other and also with the previous values of empirical correlation (Rostamifard, Fallahnezhad, Zaferanlouei, Setayeshi and Moradi, 2011).

ANN is applied for heat transfer analysis of shell-and-tube heat exchangers with segmental baffles or continuous helical baffles. Three heat exchangers were experimentally investigated. Limited experimental data was obtained for training and testing neural network configurations. The commonly used back propagation algorithm was used to train and test networks. Prediction of the outlet temperature differences in each side and overall heat

¹Department of Mechanical Engineering Technology, Vocational High School of Erzincan, Erzincan University, atandiroglu@erzincan.edu.tr

transfer rates were performed. Different network configurations were also studied by the aid of searching a relatively better network for prediction (Xie, Wang, Zeng, and Luo, 2007). ANN is used for heat transfer analysis in corrugated channels. A data set evaluated experimentally is prepared for processing with the use of neural networks. Back propagation algorithm, the most common learning method for ANNs, was used in training and testing the network (Islamoglu and Kurt, 2004). The capabilities of an ANN approach for predicting the performance of a liquid desiccant dehumidifier in terms of the water condensation rate and dehumidifier effectiveness is proposed (Mohammad, Bin Mat, Sulaiman, Sopian, and Al-abidi, 2013). An application of ANNs to characterize thermo-hydraulic behavior of helical wire coil inserts inside tube. An experimental study was carried out to investigate the effects of four types of wire coil inserts on heat transfer enhancement and pressure drop. The performance of the ANN was found to be superior in comparison with corresponding power-law regressions (Jafari Nasr, Habibi Khalaj, and Mozaffari, 2010). This paper describes the selection of training function of an ANN for modeling the heat transfer prediction of horizontal tube immersed in gas–solid fluidized bed of large particles. The ANN modeling was developed to study the effect of fluidizing gas velocity on the average heat transfer coefficient between fluidizing bed and horizontal tube surface. The feed-forward network with back propagation structure implemented using Levenberg–Marquardt’s learning rule in the neural network approach. Performances of five training functions implemented in training neural network for predicting the heat transfer coefficient (Kamble, Pangavhane, and Singh, 2015). Despite the fact that comprehensive studies were conducted on heat transfer applications in the literature, lack of sufficient research studies concerning the effectiveness and comparison of different ANN models considering transfer functions and training algorithms in the broader sense based on mean relative error (MRE) and correlation coefficient (R) for all data sets.

Experimental procedure and data collection

Experimental setup

A schematic diagram of experimental setup used for the heat transfer analysis in this study for data gathering is presented in (Figure 1).

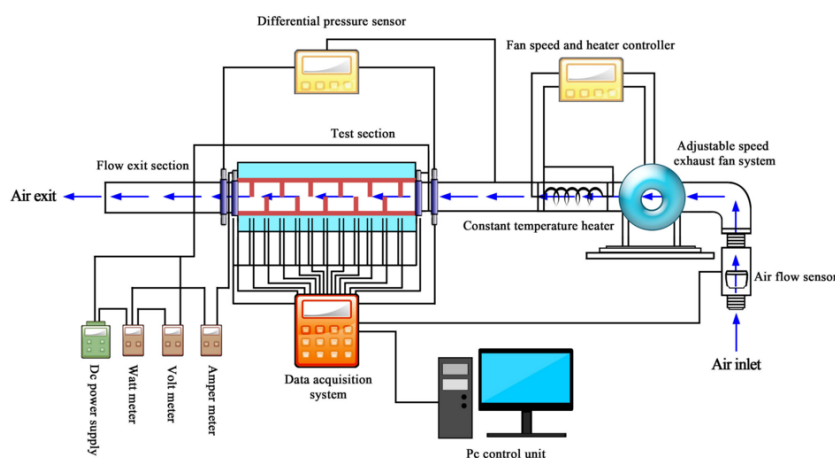


Figure 1: Schematic diagram of experimental setup

It consists of three parts flow entrance section; flow development section, test section and flow exit section. A detailed presentation of the experimental setup design, fabrication of experimental apparatus and data reduction are available in some of author's previous researches in detail (Tandiroglu, 2006). A total of nine samples of baffle inserted tubes having half circle geometry were investigated and the effect of thermal radiation for internal flow is ignored during the experiments due to low temperature difference between wall and baffle. Half circle baffles made of type AISI 304 L were set in tube which has an inner diameter of 31 mm and the thickness of 2 mm. In the experiments, at a specific air temperature, the air flow rate was fixed, then constant heat flux was induced to test section directly by means of PLC integrated DC power supply which could be regulated in the ranges of 0-60 V and 0-660 A. Data for all the measuring points were recorded and finally averaged over the elapsed time simultaneously by means of data online acquisition system till the system was allowed to approach the steady state. All these measurements along with the test runs were collected and displayed by a PC through the data acquisition system. The flow geometries and parameters investigated in this study were illustrated as follows and are shown in (Figure 2).

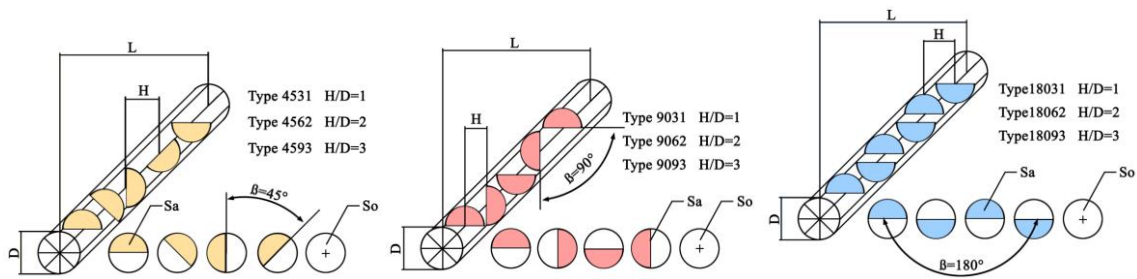


Figure 2: Schematics of half circle baffled tubes

The heat loss calibration tests were performed before taking measurements on the system for each type of baffle inserted tubes in the following manner. The time averaged wall temperature variations by time were recorded using data online acquisition system. When the steady state condition is established to insure that external thermal equilibrium can be achieved, heat loss calibration tests for different values of power supply are reported for a steady state case. It was found that the heat loss is directly proportional to the difference between the wall and ambient temperatures. The required constant of proportionality was taken from the previously determined heat loss calibrations. It was observed that the maximum heat loss did not exceed to %5 all through the test runs. More detailed explanation of the heat loss calibration technique was given by (Tandiroglu, 2006).

Data reduction

The goal of this study is to determine Nusselt numbers, friction factor, entropy generation numbers and irreversibility distribution ratios of the baffle inserted tubes for fully developed turbulent flow by using ANNs. The independent parameters are Reynolds number and tube diameter. The Reynolds numbers based on the tube hydraulic diameter are given by,

$$Re = \frac{uD}{\nu} \tag{1}$$

The average fully developed heat transfer coefficients are evaluated from the measured temperatures and heat inputs.

$$h = \frac{Q}{(T_w - T_b)A} \quad (2)$$

where A is convective heat transfer area. Then full developed Nusselt numbers are evaluated by using,

$$Nu = \frac{hD}{k} \quad (3)$$

It may be noted that for periodically fully developed flow, the pressure exhibits periodicity character similar to those already ascribed to the temperature. The pressure at successive points lies on straight line as well as temperatures of the same set of points. With this, the friction factor is evaluated using Eq. (4).

$$f = \frac{\frac{dP}{dX}}{\frac{1}{2}\rho u^2} \quad (4)$$

where $\frac{dP}{dX}$ is pressure gradient.

Experimental uncertainty analysis

The uncertainties of experimental quantities were computed by using the method presented (Kline and McClintock, 1953). The uncertainty calculation method used involves calculating derivatives of the desired variable with respect to individual experimental quantities and applying known uncertainties. The general equation presented by (Kline and McClintock, 1953). Showing the magnitude of the uncertainty in $R(u_R)$ is

$$u_R = \pm \left[\left(\frac{\partial R}{\partial x_1} u_{x_1} \right)^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial x_2} u_{x_2} \right)^2 + \dots + \left(\frac{\partial R}{\partial x_n} u_{x_n} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

where $R = R(x_1, x_2, \dots, x_n)$ and x_n is the variable that affects the results of R.

The experimental results up to a Reynolds number of 20.000 were correlated with a standard deviation of 5% at most. Experimental uncertainties in the Reynolds number, friction factor, and Nusselt number were estimated by the above procedure described (Kline and McClintock, 1953). The mean uncertainties are $\pm 2.5\%$ in the Reynolds number, $\pm 4\%$ in the friction number. The highest uncertainties are $\pm 9\%$ in the Nusselt number for the type 9031. Uncertainties in the Nusselt number range between $\pm 5\%$ and 8% for $3.000 \leq Re \leq 20.000$ at the type 18.093 and $\pm 8\%$ and 10% $3.000 \leq Re \leq 20.000$ at the type 9031, highest uncertainties being at the lowest Reynolds number (Tandiroglu, 2006).

Development of artificial neural network

ANN is a numerical model that simulates the human brain's biological neural network ability to learn and recognize complicated nonlinear functions. This learning ability makes the ANN more powerful than the parametric approaches. ANN usage in heat transfer applications

is popular because of its functional approximation between the inputs and desired outputs. In this present study a MLFNN with BP learning algorithm (Tan, Ward, Wilcox and Payne, 2009) has been used. It is simple and high learning rates; therefore it is widely used to train the networks.

The ANN model was developed for the system with four independent parameters in the input layer (Reynold number, tube lenght to baffle spacing ratio, baffle orientation angles and pitch to diameter ratio), four parameters (time averaged values of Nusselt number and friction factor) and five neurons in hidden layer.

Neural network tool in the MATLAB R2011b version is used for ANN modelling of the system. In this study, multilayer feed-forward neural networks (MLFNN) with back propagation (BP) training and validation algorithms were applied for each of five different training functions given (Table 1).

Table 1: ANN training function descriptions used in for the study

Training function	Description
TRAINLM	Levenberg-Marquardt algorithm. Fastest training algorithm for networks of moderate size. Has memory reduction feature for use when the training set is large (Foresee and Hagan, 1997), (Hagan, and Menhaj, 1994).
TRAINRP	Resilient backpropagation. Simple batch mode training algorithm with fast convergence and minimal storage requirements (Riedmiller and Braun, 1993).
TRAINR	Random order incremental training w/learning functions. TRAINR trains a network with weight and bias learning rules with incremental updates after each presentation of an input. Inputs are presented in random order.
TRAINGD	Basic gradient descent. Slow response, can be used in incremental mode training.
TRAINGDM	Gradient descent with momentum. Generally faster than traingd. Can be used in incremental mode training.
TRAINGDA	Gradient descent with adaptive lr backpropagation. TRAINGDA is a network training function that updates weight and bias values according to gradient descent with adaptive learning rate.

Normalization of experimental data

It is desirable to normalize all the input and output data with the largest and smallest values of each of the data sets, since the variables of input and output data have different physical units and ranges. So, all of the input and output data were normalized between 0,1 and 0,9 due to restriction of sigmoid function (Nasr, Badrand Joun, 2003), (Sanjay, Jyothi and Chin, 2006), (Nasr, Badr, and Joun, 2003) using the below rearranged formula as follows:

$$\text{Normalized value} = 0,8 * \left(\frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \right) + 0.1 \quad (6)$$

where the X is the measured value, while X_{\min} and X_{\max} values are the minimum and maximum values of found in the train set and also employed data for normalization are given shown (Table 2). TANSIG transfer function gives better results than logarithmic sigmoid function (LOGSIG) according to present investigation as mentioned (Dariush, Mehdi, Salman, Saeed, and Hassan, 2011).

Table 2: The range of employed data in the modelling

Variable	Range	
	Minimum	Maximum
f	0,01517	0,1835
Nu	52,87346	2712,383

TANSIG transfer function is being used as an activation function in the hidden layer of ANN (Vogl, Mangis, Rigler, Zink and Alkon, 1988) is given as

$$f(x) = \frac{2}{1+e^{-2x}} - 1 \tag{7}$$

Results and discussion

MATLAB toolbox was used to search better network configuration prediction by using commonly used feed forward back propagation algorithm with five different training functions with adaptation learning function of MSE and TANSIG transfer function.

In this research, eighteen data samples were used in a series of runs for each nine samples of baffle-inserted tube. Reynold number, tube length to baffle spacing ratio, baffle orientation angle and pitch to diameter ratio were considered as input variables of ANNs and the time averaged values of Nusselt number and friction factor determined as the target data. Up to 70% of the whole experimental data was used to train the models, 15% was used to test the outputs and the remaining data points which were not used for training were used to evaluate the validity of the ANNs.

As mentioned above the ANN was trained using all possible five different training functions available in MATLAB toolbox. TRAINLM training function has shown better performance as compared to other four training functions under the constant network parameters. The absolute fraction of variance values (R^2) and optimal number of hidden neurons for each training function were determined and tabulated in (Table 3).

Table 3: Absolute fraction of variance (R^2) values for different training algorithms

R^2

Training algorithm	Number of optimal hidden neurons	Training
TRAINLM	10	0,99889
TRAINRP	6	0,99877
TRAINR	5	0,99823
TRAINGD	8	0,99792
TRAINGDM	7	0,99715

Five different ANN training models have been compared by mean square error (MSE), mean relative error (MRE) and absolute fraction of variance (R^2) mathematically expressed as following equations:

$$MRE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{100 * |a_i - t_i|}{|t_i|} \tag{8}$$

$$MSE = \frac{1}{n} (a_i - t_i)^2 \tag{9}$$

$$R^2 = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n (a_i - t_i)^2}{\sum_{i=1}^n (t_i)^2} \right] \tag{10}$$

where a_i is the actual (experimental) value, t_i is the predicted (output) value and n is the number of the data. The networks were trained for all five different training functions under same network parameters. The training was continued till the least value of MSE at a definite value of epochs attained for all five different training functions separately. The use of the MSE is an excellent numerical criterion for evaluating the performance of a prediction tool. Table 4 shows the results for the MRE, MSE and R^2 values for different training algorithms. After analysing all the results, TRAINLM training function has shown best performance as compared to other four training functions for predicting the target experimental outputs which has the least MSE value.

Table 4: MRE, MSE and R^2 values for different training algorithms

Training algorithm	MRE	MSE	R^2
TRAINLM	0,996613818	0,88701807	0,997701323
TRAINRP	0,996825454	0,887394837	0,996842496
TRAINR	0,997248727	0,88814861	0,996243534
TRAINGD	0,998306910	0,890034442	0,995245664
TRAINGDM	0,998306910	0,890034442	0,994048880

All of the evaluations clearly show that; the coefficient of determination values R^2 for best training function TRAINLM has achieved unity for all outputs. The results show that the optimal neural network configuration TRAINLM training function is successful in predicting the solution of transient forced convective heat transfer problems to determine friction factor, Nusselt number and entropy generation number.

Conclusions

In the present study, artificial neural network methodology has been successfully applied on transient forced convective heat transfer to determine the time averaged values of Nusselt number, friction factor, entropy generation number and irreversibility distribution ratio. Alternative five configurations of feed forward back propagation to determine optimal training function by using commonly used MLFNN with BP learning function with five different training functions with adaptation learning function of mean square error and TANSIG transfer function. The highlights of the work are the use of an actual experimental data set to develop an optimal ANN configuration between five different ANN configurations. It is obvious that all of the the training functions are in good agreement with the experimental data set but TRAINLM training function is the best training function for prediction of output layer parameters.

Almost perfect accuracy between the TRAINLM neural network training function predictions and experimental data was achieved with mean relative error (MRE) of 0,996613818 % for data sets, which suggests the reliability of the ANNs as a strong tool for predicting the performance of transient forced convective heat transfer applications.

Nomenclature			
A	crosssectional area (m ²)	R	coefficient of correlation
$\frac{dP}{dX}$	pressure gradient, ($\frac{N}{m^3}$)	R ²	coefficient of determination
D	tube inlet diameter, (m)	Re	Reynolds number
h	heat transfer coefficient, ($\frac{W}{m^2K}$)	u	velocity, ($\frac{m}{s}$)
H	baffle spacing or pitch, (m)		
H/D	ratio of pitch to tube inlet diameter	Greek symbols	
f	dimensionless pressure drop	ρ	density, ($\frac{kg}{m^3}$)
k	thermal conductivity, ($\frac{W}{mK}$)	ν	kinematic viscosity, ($\frac{m^2}{s}$)
L	tube length, (m)		
Nu	Nusselt number	Subscripts	
Q	heat transferred to fluid, (J)	b	bulk
S	cross sectional area, (m ²)	m	mean
T	temperature, (K)	o	smooth pipe
X	measured value	w	wall

Abbreviations

ANN	artificial neural network
BP	back propagation
DC	direct current
LOGSIG	logarithmic sigmoid
MLFNN	multilayer feed-forward neural network
SE	mean square error
MRE	mean relative error
PLC	programmable logic controller
TANSIG	tangent sigmoid

References

- Dariush, R., Mehdi, F., Salman, Z., Saeed, S., and Hassan, M.M. (2011). Empirical correlation study of dryout heat transfer at high pressure using high order neural network and feed forward neural network. *Heat Mass Transfer* 47, 439–448.
- Foresee, F.D., and Hagan, M.T. (1997). Gauss–Newton approximation to Bayesian regularization, in: *Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks*, IEEE Press, Piscataway, NJ, 1930–1935.
- Hagan, M.T., and Menhaj, M. (1994). Training feed forward networks with the Marquardt algorithm. *IEEE Trans. Neural Networks*, 5, 989–993.
- Islamoglu, Y., and Kurt, A. (2004). Heat transfer analysis using ANNs with experimental data for air flowing in corrugated channels. *Int. J. Heat Mass Transf.*, 47, 1361–1365.
- Jafari Nasr, M.R., Habibi Khalaj, A., and Mozaffari, S.H., (2010). Modeling of heat transfer enhancement by wire coil inserts using artificial neural network analysis. *Appl. Therm. Eng.*, 30, 143–151.
- Kamble, L.V., Pangavhane, D.R., and Singh, T.P., (2015). Neural network optimization by comparing the performances of the training functions - Prediction of heat transfer from horizontal tube immersed in gas–solid fluidized bed. *Int. J. Heat Mass Transf.*, 83, 337–344.
- Kline, S.J., and McClintock, F.A., (1953). Describing Uncertainties in Single Sample Experiments, *Mechanical Engineering*, 75, 385–387.
- Mohammad, A.T., Bin Mat, S., Sulaiman, M.Y., Sopian, K., and Al-abidi, A.A. (2013). Implementation and validation of an artificial neural network for predicting the performance of a liquid desiccant dehumidifier. *Energy Convers. Manag.*, 67, 240–250.
- Mohanraj, M., Jayaraj, S., and Muraleedharan, C. (2015). Applications of artificial neural networks for thermal analysis of heat exchangers – A review. *Int. J. Therm. Sci.*, 90, 150–172.
- Nasr, G.E., Badr, E.A., and Joun, C. (2003). Back propagation neural networks for modeling gasoline consumption. *Energy Convers. Manage.*, 44, 893–905.
- Nasr, G.E., Badr, E.A., and Joun, C. (2003). Back propagation neural networks for modeling gasoline consumption. *Energy Convers. Manage.* 44, 893–905.
- Rahimi, M., Hajialyani, M., Beigzadeh, R., and Alsairafi, A.A. (2015). Application of artificial neural network and genetic algorithm approaches for prediction of flow characteristic in serpentine microchannels. *Chem. Eng. Res. Des.*, 98, 147–156.
- Riedmiller, M., and H. Braun, (1993). A direct adaptive method for faster backpropagation learning: The RPROP algorithm, *Proceedings of the IEEE International Conference on Neural Networks*, San Francisco.
- Rostamifard, D., Fallahnezhad, M., Zaferanlouei, S., Setayeshi, S., and Moradi, M.H., (2011). Empirical correlation study of dryout heat transfer at high pressure using high order neural network and feed forward neural network. *Heat Mass Transf.*, 47, 439–448.
- Sanjay, C., Jyothi, and C., Chin, CW. (2006). A study of surface roughness in drilling using mathematical analysis and neural Networks. *Int. J. Adv. Manu. Technol.*, 29, 846–52.

Tan, C.K., Ward, J., Wilcox, S.J., and Payne, R. (2009). Artificial neural network modeling of the thermal performance of a compact heat exchanger. *Appl. Therm. Eng.*, 29, 3609–3617

Tandiroglu , A. (2006). Effect of flow geometry parameters on transient heat transfer for turbulent flow in a circular tube with baffle inserts. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 49 (9–10), 1559–1567.

Xie, G.N., Wang, Q.W., Zeng, M., and Luo, L.Q., (2007). Heat transfer analysis for shell-and-tube heat exchangers with experimental data by artificial neural networks approach. *Appl. Therm. Eng.*, 27, 1096–1104.

Vogl, T.P., Mangis, J.K., Rigler, A.K., Zink, W.T., and Alkon, D.L. (1988). Accelerating the convergence of the backpropagation method. *Biological Cybernetics*, 59, 257-263.

Zdaniuk, G.J., Chamra, L.M., and Keith Walters, D. (2007). Correlating heat transfer and friction in helically-finned tubes using artificial neural Networks. *Int. J. Heat Mass Transf.*, 50, 4713–4723.

