



KAFKAS ÜNİVERSİTESİ
UNIVERSITY



11 Cilt **2** Sayı **2018** Aralık
Volume Issue December

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE JOURNAL

e-ISSN: 2587-2389

<http://www.kafkas.edu.tr/fbedergi>

E-Mail : kaufbed@kafkas.edu.tr



T. C.
KAFKAS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

KAFKAS UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE JOURNAL

Cilt: 11

Sayı: 2

Aralık 2018

Volume: 11

Number: 2

December 2018

e-ISSN: 2587-2389

Kafkas Üniv. Fen Bil. Enst. Derg (Kafkas Univ. Inst. of Nat. and Appl. Sci. J.)

Cilt: 11 Sayı: 1, Temmuz 2018 (Volume: 11 Number: 1, July 2018)

<http://www.kafkas.edu.tr/fbedergi>

<http://dergipark.gov.tr/kujs>

Dergi Sahibi / Owner

Prof. Dr. Hüsnü KAPU
Kafkas Üniversitesi Rektörü

Sorumlu Müdür / Director

Doç. Dr. Fikret AKDENİZ

Editör / Editor

Prof. Dr. Mehmet Ali KIRPIK

Editör Yardımcıları / Associate Editors

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Kemal ALTUNOĞLU	Biyoloji Anabilim Dalı
Dr. Öğr. Üyesi Veysel NEZİR	Matematik Anabilim Dalı
Dr. Öğr. Üyesi Nilgün GÜNBAŞ	Matematik Eğitimi Anabilim Dalı
Dr. Öğr. Üyesi Sündüs YERDELEN	Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı

Yayın Kurulu

ANABİLİM DALI	KURUMU
<u>Matematik Anabilim Dalı</u>	
Prof. Dr. Gabil YAGUB	Kafkas Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Murat ÇAĞLAR	Kafkas Üniversitesi
<u>Kimya Anabilim Dalı</u>	
Prof. Dr. Haydar YÜKSEK	Kafkas Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Turan TEKEŞ	Kafkas Üniversitesi
<u>Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı</u>	
Prof. Dr. Muzaffer ALKAN	Kafkas Üniversitesi
<u>Biyoloji Anabilim Dalı</u>	
Prof. Dr. Mehmet Ali KIRPIK	Kafkas Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Doğan İLHAN	Kafkas Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Duygu TANRIKULU	Kafkas Üniversitesi
<u>Biyomühendislik Anabilim Dalı</u>	
Dr. Öğr. Üyesi Evren KOÇ	Kafkas Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Özkan ÖZDEN	Kafkas Üniversitesi
<u>Fizik Anabilim Dalı</u>	
Dr. Öğr. Üyesi Güventürk UĞURLU	Kafkas Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin ERTAP	Kafkas Üniversitesi
<u>Makine Mühendisliği Anabilim Dalı</u>	
Dr. Öğr. Üyesi Meryem TERHAN	Kafkas Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi M. Arslan OMAR	Kafkas Üniversitesi
<u>Kimya Mühendisliği</u>	
Dr. Öğr. Üyesi Sevilay Demirci	Kafkas Üniversitesi

Yazışma Adresi

(Address for Correspondence)

Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi
Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
36100-Kars/ Türkiye
Phone: +90 474 2128850
Fax: +90 474 2123867
E-mail: kaufbed@kafkas.edu.tr

**Bu dergi Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından Ocak-Haziran ve Temmuz-Aralık dönemlerinde olmak üzere yılda iki kez yayımlanır.
This journal is published biannually, in January-June and July-December, by the Institute of Science Institute, University of Kafkas**

Önemli Not:

- Dergimizin adı, ilk sayısı (Cilt:1, Sayı:1) “Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi”; İkinci sayısı (Cilt:1, Sayı:2) “Fen Bilimleri Dergisi” ve üçüncü sayıdan itibaren (Cilt:2, Sayı:1) ise “Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi” olarak değiştirilmiştir.
- Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergimiz Cilt 10, Sayı 1’den itibaren e-ISSN numarası 2587-2389 alınmış olup Cilt 10, Sayı 1’den itibaren elektronik ortamda basılacaktır.

**Danışma Kurulu
(Advisor Board)**

Prof. Dr. Abdullah HASBENLİ Gazi Üniversitesi, Ankara
Prof. Dr. Adem BIÇAKÇI Uludağ Üniversitesi, Bursa
Prof. Dr. Ahmet AKSOY Akdeniz Üniversitesi, Antalya
Prof. Dr. Ahmet ALTINDAG Ankara Üniversitesi, Ankara
Prof. Dr. Atilla YILDIZ Ankara Üniversitesi, Ankara
Prof. Dr. David. W. STANLEY Agricultural Research Service, USA
Prof. Dr. Esabi Başaran KURBANOĞLU Atatürk Üniversitesi, Erzurum
Prof. Dr. Halit ORHAN Atatürk Üniversitesi, Erzurum
Prof. Dr. İsmail ÇAKMAK Kafkas Üniversitesi, Kars
Prof. Dr. Kamil KOÇ Celal Bayar Üniversitesi, Manisa
Prof. Dr. Kemal BÜYÜKGÜZEL Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak
Prof. Dr. Mehmet Ali KIRPIK Kafkas Üniversitesi, Kars
Prof. Dr. Mustafa SÖZEN Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak
Prof. Dr. Nizami MUSTAFA Kafkas Üniversitesi, Kars
Prof. Dr. Ö. Köksal ERMAN Atatürk Üniversitesi, Erzurum
Prof. Dr. Ömür DEVECİ Kafkas Üniversitesi, Kars
Prof. Dr. Ramazan SEVER ODTÜ, Ankara
Prof. Dr. Refige SOLTAN Selçuk Üniversitesi, Konya
Prof. Dr. Serap AKSOY Yale University, USA
Prof. Dr. Ten FEIZI Imperial College of science, UK
Prof. Dr. Vaqif FERZELİYEV Azerbaycan Milli Bilimler Akademisi, Bakü
Prof. Dr. Yaşar ÖNEL University of Iowa, USA
Prof. Dr. Yüksel KELEŞ Mersin Üniversitesi, Mersin
Doç. Dr. Aycan TOSUNOĞLU Uludağ Üniversitesi, Bursa
Doç. Dr. Erhan DENİZ Kafkas Üniversitesi, Kars

Doç. Dr. Ferruh AŞCI Afyonkocatepe Üniversitesi, Afyon
Doç. Dr. Fikret AKDENİZ Kafkas Üniversitesi, Kars
Doç. Dr. İlhami GÖK Kafkas Üniversitesi, Kars
Doç. Dr. Mustafa YÜKSEK Kafkas Üniversitesi, Kars
Dr. Öğr. Üyesi Buğra AKBABA Kafkas Üniversitesi, Kars
Dr. Öğr. Üyesi Evren KOÇ Kafkas Üniversitesi, Kars
Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin ERTAP Kafkas Üniversitesi, Kars
Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin KAPLAN Niğde Üniversitesi, Niğde
Dr. Öğr. Üyesi Murat BEYTUR Kafkas Üniversitesi, Kars
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Kemal ALTUNOĞLU Kafkas Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa SERTÇELİK Kafkas Üniversitesi, Kars
Dr. Öğr. Üyesi Özlem ÖNEN Kafkas Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Pınar AKSU KILIÇLE Kafkas Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Veysel NEZİR Kafkas Üniversitesi, Kars
Asistant Prof. Dr. Greg GOSS University of Alberta, Department of Biological
Science, Canada
Assoc. Prof. Dr. Antonin LOJEK Academy of Sciences, Czech Republic.
Assoc. Prof. Dr. Pavel HYRSL Masaryk University Czech Republic

İÇİNDEKİLER (CONTENTS)

Sayfalar/Pages

- 1** Investigation of Solar Cell Efficiencies and Stabilization Using Polymer-Based Photovoltaic Cells 48 - 57
Ümit YILDIKO, İsmail ÇAKMAK
- 2** Tür Tanımında ve Filogenetik Soy Ağacında Bitmeyen Tartışma 58 - 64
Ali Demirsoy
- 3** Aygır, Çıldır ve Aktaş Göllerinde Tespit Edilen Ekzotik ve İstilacı Türler 65 - 68
Mehmet Ali Kırpık
- 4** Yüksek Kaliteli ZnO Filmin Üretimi için Çözeltilerin Hazırlanmasında Ultrasesin Etkisi 69 - 75
Gökhan Savaroğlu, Saliha ILICAN
- 5** Koyunağılı (Mihalıççık) Linyitlerinin Yıkabilirliğinin Araştırılması 76 - 83
Zeyni ARSOY, Hakan Çiftçi, Bahri Ersoy
- 6** Düşük ve Yüksek Sıcaklıklarda Kurutulan Patlıcan (*Solanum melongena* L.) Dilimlerinin Kurutma Kinetiği ve Renk Değerleri Açısından En Uygun Kurutma Sıcaklığının Belirlenmesi 84 - 93
Muhammed TAŞOVA
- 7** Tebukonazol (Fungisit)'un *Cyprinus carpio* L. 1758'nun Karaciğer, Solungaç, Böbrek ve Bağırsak Histopatolojisi Üzerine Etkilerinin İncelenmesi 94 - 108
Muhitdin YILMAZ, Ertan ÖZGÜR, Yusuf ERSAN, Evren KOÇ



Investigation of Solar Cell Efficiencies and Stabilization Using Polymer-Based Photovoltaic Cells

Ümit YILDIKO¹, İsmail ÇAKMAK²

¹Kafkas Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, 36100, Kars

²Kafkas Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, 36100, Kars

(İlk Gönderim / Received: 29.12.2018, Kabul / Accepted: 31.12.2018, Online Yayın / Published Online: 31.12.2018)

Keywords:

Polymer solar cell
Efficiency,
Exciton-hole separation,
Exciton transfer,
Efficiency improvement.

Abstract The use of polymer electronics has the power to revolutionize the field of solar cells by reducing the production costs of large-scale nano-electronic applications. At the same time, the performance and stability of polymer-based devices are still low compared to their inorganic counterparts. New and comprehensive experimental and theoretical research is needed to reduce energy losses and increase efficiency in these devices. For this purpose, we present the knowledge, development, efficiency levels of polymer based solar cells, the performance of polymer membranes in solar cell. We will examine the relationship between the parameters of the eccentricity and hol carrier parameters, load bearing losses and solar cell variables in the polymer based solar cell with technological importance. Finally, the latest study demonstrates that, in accordance with experimental observations, the reduction of load-carrier losses is more important than reducing excitation and photon losses to optimize the performance of solar-cell devices.

Polimer Tabanlı Fotovoltaik Hücrelerin Kullanımı ile Solar Hücre Verimlerinin Artışı ve Stabilizasyonun İncelenmesi

Anahtar Kelimeler:

Polimer solar hücre verimi,
Eksiton- hol ayırımı,
Eksiton taşıma,
Verimlilik artırma.

Özet: Polimer elektronik kullanımını, geniş ölçekli nano elektronik uygulamaların üretim maliyetlerini düşürerek solar hücre alanında devrim yaratma gücüne sahiptir. Aynı zamanda inorganik muadilleriyle karşılaştırıldığında polimer tabanlı cihazların performansı ve kararlılığı, halen düşüktür. Bu cihazlardaki enerji kayıplarının azaltılması ve verimliliğinin artırılması konusunda yeni ve kapsamlı deneysel ve teorik araştırmaların yapılması gereklidir. Bu amaçla, bu makalede, polimer esaslı güneş hücrelerinin tanımı, gelişimi, verimlilik düzeyleri, polimer membranların solar hücrede kullanım performansları hakkında bilgi sunuyoruz. Teknolojik önemi olan polimer esaslı güneş-hücrede fotondaki eksiton ve hol taşıyıcı parametrelerinin, yük taşıma kayıplarının ve solar hücre değişkenlerinin verimlilik parametreleriyle ilişkisinin inceleyeceğiz. Son olarak, son çalışmada, deneysel gözlemlerle uyumlu olarak, yük-taşıyıcı kayıplarının azaltılmasının, güneş-hücre aygıtlarının performansını optimize etmek için eksiton ve foton kayıplarını azaltmaktan daha önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

1. INTRODUCTION

In recent years, the demand for sustainable and clean energy sources has led to intense growth in the development of solar cells that convert sunlight directly into electricity. Solar cell is one of the most promising technologies for collecting solar energy as the largest non-carbon based natural resource. Photovoltaic technology must meet three efficiency, stability and low cost factors to achieve industrial demonstration (Antohe, Iftimie et al. 2017). Silicon photovoltaics, the first generation of solar cells, have a long life span of around 25 years and their power conversion efficiency (PCE) is as high as 20%, but the production processes are very complex and expensive. Photovoltaic uptake is growing to provide adequate alternatives to conventional solar cells. The lowest cost and the simplest production method for solar cells is a useful method of providing roll-to-roll printing for large-scale production. Some of the most promising technologies used to reduce the production costs of solar cells are based on the process of solving small molecule organic or polymer solar cells, including dye-sensitive solar cells (Chen, Cheng et al. 2014).

Polymeric materials are indispensable elements of technological applications due to their physical and chemical properties (Cho, Kim et al. 2017). These materials are lightweight, easy to work, flexible and durable, and are used extensively for their chemical stability. (Dang, Zhou et al. 2014). Renewable energy is used in solar energy, fuel cell membranes as polymer solar cells (PSC) instruments, polymer light emitting diodes (PLEDs), polymer field effect transistors, polymer data storage and energy storage devices (Dang, Zhou et al. 2014). High efficiency, functionality and performance occur in areas where inorganic materials are insufficient in the development of technological devices (de la Mora, Amelines-Sarria et al. 2017). Among all types of photovoltaics, bulk heterocycle polymer solar cells (BHPSCs) and PSCs have attracted a great deal of attention due to their cheap, easy and fast fabrication and the potential

to achieve light solar cells (Fan, Zhu et al. 2018). BHPSCs have been considered for nearly two decades and PSCs have been introduced for only 10 years. Comparison of these two types of photovoltaics shows a higher performance for PSCs (Gao, Li et al. 2019). In this review, the history of both devices was first reported and their configurations and mechanisms were introduced (Han, Zhang et al. 2017). Commonly applicable materials are presented and compared for their layers. In addition, the optoelectronic properties of the absorbent layers are reviewed and compared (Holliday, Li et al. 2017).

Photovoltaic Cell

In the first step, photons are absorbed by an electron photoactive material stimulated from the HOMO energy level of the conjugated polymers to the LUMO energy level (Lan, Cai et al. 2018). Then, the energy-lower dielectric constant provided by the photons, localized electrons, and the holy wave function create coulomb attraction between electrons and holes. This bond causes the electron-hol pair to be named as exciton. Excitation energy is much more (0.1-1.4 eV) than room temperature energy (Lee, Jeong et al. 2014).

The exciton travels at a certain distance prior to the recombination process and the appropriate distance is called the excitation length of the exciton. This distance is generally between 5-70 nm. When the exciton is diffused, uniformly accelerated band levels are generated by two different organic materials, heterogeneities are generated by light-induced charge transfers from the LUMO energy level of the acceptor at the donor-acceptor interface to the LUMO energy level of the donor (Li, Chen et al. 2018). This process can occur between the LUMO energy level of the acceptor molecule and the HOMO energy level of the donor molecule when the binding energy of the excitons is equalized (Li, Budiawan et al. 2018). This charge transfer is competitive with the luminance process (time unit 1ns). However, it is obvious that this process is more favorable, and the charge transfer time unit has been found to be faster than 45 fs in polymer-fluorene

systems. As a result of light-induced induction, the charge transfer pairs are formed by the incorporation of the electrons of the acceptor molecule and the donors of the donor molecule. Considering these reasons, there is an electron-hole transport network for charge separation (Li, Hu et al. 2017).

Drifting and evolving current are the main driving force for the load carrying system. Drift current occurs as a result of a potential barrier in the solar cell. This potential barrier is necessary for the decomposition of the recombined monomolecules and for the combined pairs to overcome the collumbic force to completely separate the charges. It has emerged as a result of different business functions between potential electrodes. The anode, which has a high job function, and the cathode having a low job function, form this area. The charge transfer mechanism can be depicted as diffusion current as a result of the difference in charge concentration inside the solar cell. Hol and the density of electrons is due to the high affinity of the hetero junctions (Li, Yu et al. 2017). Then electrons and halls heterojunction when the latter diffuses out of the formation of the diffusion current is observed. The active layer in the load-bearing systems in the active layer has a tendency to carry lower hol and electron than the inorganic semiconductors (Li, Ying et al. 2018). During the movement of the electrons and hols, a large imbalance is observed as a result of the gap load limiter current (SCLS). Then, for the efficiency of the solar cell, extremely high degrees of hol and electron transport balance is required. Then, free loads occur and lead to the appropriate electrode. Hols is directed to the polymer in the anode function, while electrons tend to the catheter. The work function of the cathode and anode is very important for load bearing efficiency (Liang and Wang 2017). The HOMO energy level of the conjugate polymer is matched to the work function of the anode while the LUMO energy level must match by creating the ohmic contact with the work function of the cathode (Liu, Zeng et al. 2019).

In summary, the principle of solar cell operation consists of 3 critical steps.

- Photon absorption and exciton formation by the active layer
- To produce mobile carriers in the donor-acceptor interface and charge separation (separation of excitons) with photoinduction.
- Separation of electrons and load collection in the load bearing system

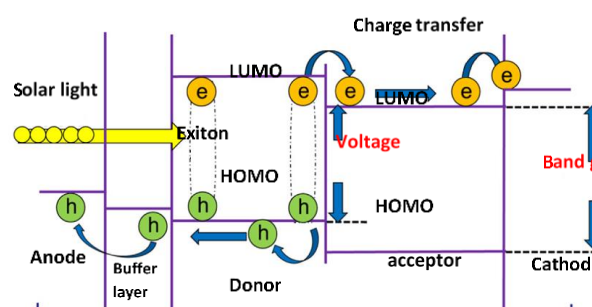


Figure1. Working Principle of Organic Solar Cells

Inorganic and organic solar cells are divided into two general classes. Most of the inorganic based cells are used in gallium. Solar cells consisting of silicon and gallium crystals have a high cost and have a short life span. These structures with high productivity have many disadvantages. Although it has relatively higher power conversion efficiency than organic solar cells, it is the limitation of non-panel application areas. However, the organic solar cells have a unique position in the process of cleanability and the ability to process, ease of application. Due to the mobility of the organic compound in the solvent, it can be used in all surface coating materials. This is done with dye sensitive solar cells (Rasool, Van Doan et al. 2019).

Polymer-based solar cell devices for the power efficiency of poly (3-hexylthiophene) (P3HT) semiconductor polymer and a carbon-60 derivative of [6,6] -phenyl-C61-butryl acid methyl ester (PCBM) using as a homogeneous mixture It was prepared. The solar cell type containing the donor acceptor is called "bulk

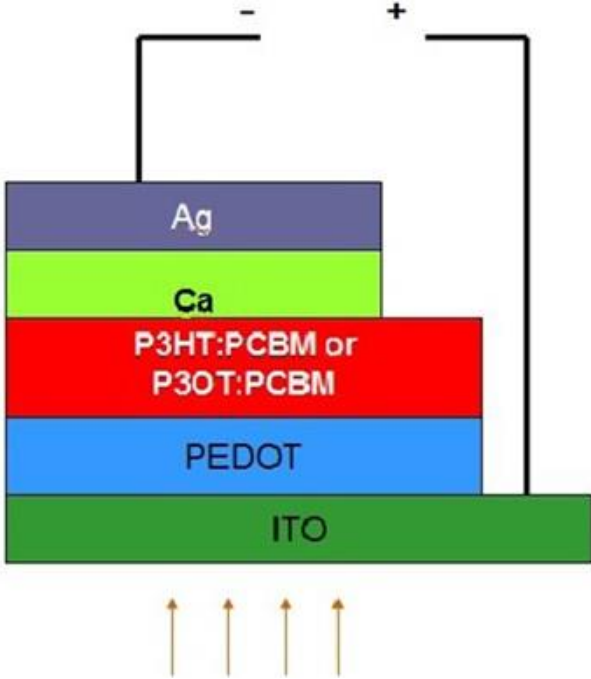


Figure 2. Layer structure of organic solar cell.

heterojunction" (Fan, Zheng et al. 2017). These solar cells, where flexible materials are used, are useful for forming extensive parallel parts. When we examine this type of organic solar cell, we can see that the flexible and transparent ITO coated PET surface is coated with PEDOT: PSS, active mixture P3HT: PCBM and finally aluminum, which are known as gap-carrier layer, respectively. The photons from the sun pass through the layers of PET, ITO and PEDOT: PSS, respectively, to reach the P3HT: PCBM film, and use the energy they have to form the excitons, which are electron-gap pairs. Electron-hole pairs of ITO and aluminum electrodes from each other is separated from the work function level between the effect caused by the electric field difference. The electrons are transferred to the aluminum and the holes to the ITO electrode. In this way, the formation of current in the circuit is provided and photon energy conversion to electrical energy is completed (Fan, Zheng et al. 2017, Putri, Jin et al. 2019).

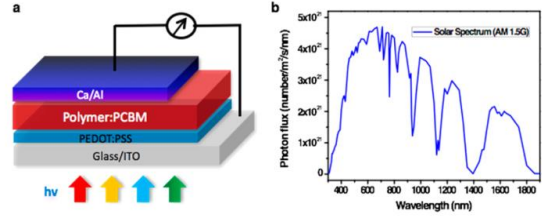


Figure 3. Layer structure of organic solar cell solar spectrum

Solar cell efficiency characteristics

Organic solar cells are generally characterized by the illumination of the AM 1.5 G solar simulator. The power conversion efficiency (PCE) in organic solar cells is determined by the parameters called open circuit voltage (V_{oc}), short circuit current (J_{sc}) and Fi factor (FF). Figure 4 shows the power conversion efficiency of an organic solar cell by replacing the parameters we specified with the given graphic.

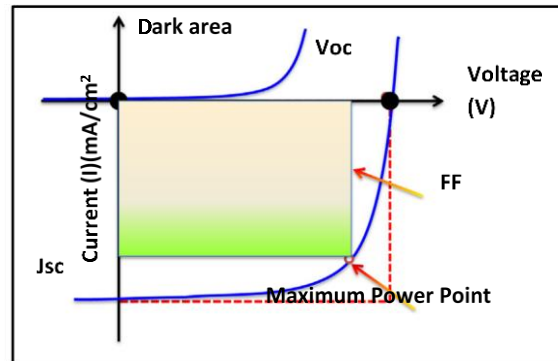


Figure 4. Solar Cell I-V Characteristics

Power Conversion Efficiency Calculation;

$$\eta = \frac{J_{sc} \cdot V_{oc} \cdot FF}{P_{in}}$$

Short Circuit Current (I_{sc}), The voltage applied on the cell is $V_a = 0$ V, while the measured current is the short circuit current (I_{sc}). It is equal to the luminous current, which is the current caused by the absorbed photons. The short-circuit current depends on the morphology of the device, the life span of the load carriers and their mobility. Reduction of the band gap increases the maximum theoretical short-circuit

current as it increases photon absorption (Goetzberger, Hebling et al. 2003).

Open Circuit Voltage (V_{OC}); is the highest possible voltage value in solar cells. If the electrodes are not interconnected, the current does not flow through the apparatus and the carriers (electrons and holes) formed by the photons that are absorbed create a voltage difference in the solar cell. This voltage difference generates the open circuit voltage. For example, in a simple p-n incorporation in the solar cell, the accumulation of light-induced carriers causes the electron to increase on the side of the p-n junction (p-n junction) and the hole on the p side. This charge separation creates an electric field in the junction zone and the net electric field decreases as the field is in the opposite direction to the electric field in the pre-formed discharge zone of the coupling. Since the electric field in the discharge zone prevents the passage of the forward bias diffusion stream, this decrease increases the diffusion current and a new equilibrium state occurs. In open circuit assemblies, the forward trend of the N-P coupling continues until the light-generated current is balanced with the forward bias diffusion current. The voltage required to achieve the equilibrium of these two currents creates the open circuit voltage of the solar cell (Goetzberger, Hebling et al. 2003).

The Filling Factor (FF), is defined as the ratio of the highest power output in the photovoltaic cell to the theoretical power output. The theoretical power output is calculated by multiplying the open circuit voltage by the short circuit current. It is an important parameter used in solar cell performance measurements.

$$FF = \frac{J_{max} \cdot V_{max}}{J_{sc} \cdot V_{oc}}$$

Fi factor (FF), parallel resistor (R_{sh}) and series connected resistors (R_s) are determined. The effects of the series bonded resistors (R_s) are determined by applying the voltage. (Kumar Moluguri, Rama Murthy et al. 2016).

Power Conversion Efficiency (η), is a parameter that shows how much of the sunlight

energy into photovoltaic cells is converted into electrical energy. Power output to power input ratio (Kumar Moluguri, Rama Murthy et al. 2016).

Quantum Yield (QE), refers to the ratio of the number of carriers deposited by the solar cell to the number of photons in the specific energy to the solar cell. Absorption of all photons at certain wavelengths in the solar cell and accumulation of all load carriers in the cell indicates that the quantum yield is 100% or 1. The quantum efficiency of the solar cell is expressed in two ways: external and internal quantum efficiency. External quantum efficiency includes losses due to reflections and transmission of incoming photons. The internal quantum efficiency only includes reflection and transmission losses of absorbed photons.



Figure 5. Load and energy transfer in organic solar cell

Efficient Analysis

Inorganic semiconductors absorb energy in the solar spectrum in the band cavities, but have less absorbency than organic materials in the cell, which require more efficient absorbent layers. For solar cells, efficient absorption layers are required, and this is achieved, however, by high purities (and higher costs). Another important difference between OPVs and conventional inorganic solar cells is in the minus binding energy. In both systems, excitons (induced states) occur upon photon absorption. In inorganic semiconductors, the energy required to decompose these excitons into charge carriers is relatively small (a few millyelectric volts easily obtained at room temperature) (Vogelbaum and Sauvé 2017). In organic semiconductors, the "minus binding energy"

may be 0.5 eV or higher, which requires the formation of a D / A heterojunction to provide the internal electrochemical driving force for the realization of the negative decomposition. Inorganic solar cells can be very efficient, because a single inorganic material can be used with an excitation binding energy at room temperature neglected. The physics of organic solar cells are very different because the excitons are connected with strong forces. You must have a receiver and a donor component so that the generated echo can access the interface quickly to separate. After the excitons are divided into two types: electrons and halls, they must move efficiently to the electrodes. Remember how much you can order your material and generally the better the mobility. The faster the electrons and holes move, the more efficient it is to separate.

- PBDB-T (electron donor for non-fulleren recipients)
- F - M (non-fulleren electron receiver)
- PTB7-Th (electron donor)
- PC 71 BM (fullerene electron receiver for PTB7)
- O6T-4F (electron receiver)

Unlike silicon solar cells where P and n semiconductors are separate layers, these organic connections are mixed types in which the donor and donor compounds are mixed together in the active layer (Fan, Zhu et al. 2018).

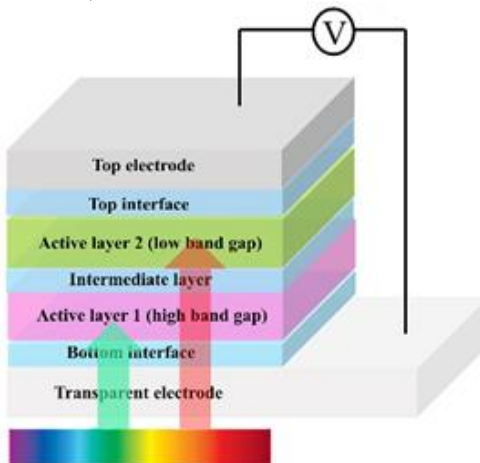


Figure 6. The dual layer structure of organic solar cell (Fan, Zhu et al. 2018)

Stacking when the light enters the bottom:

- Ag - silver electrode
- mox
- PBT7-Th: 06F-4F: PC 71 BM - low band junction
- ZnO
- M-PEDOT - polymer conductor
- PBDB-T: FM - high-band junction
- PFN-Br - conjugated polyelectrolyte electron interface
- ZnO
- ITO - indium tin oxide electrode

On the basis of our semi-experimental model estimation, the highest conversion efficiency of organic solar cells can theoretically reach more than 20% Chen [6].

The biggest problem with organic solar cells is their lifetime under sunlight and their exposure to air and moisture. Silicon solar panel assemblies tend to have a 25-year life [25].

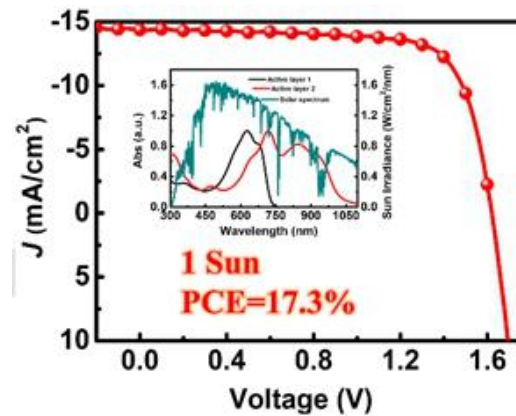


Figure 7. High yield characteristics of organic solar cell (Fan, Zhu et al. 2018)

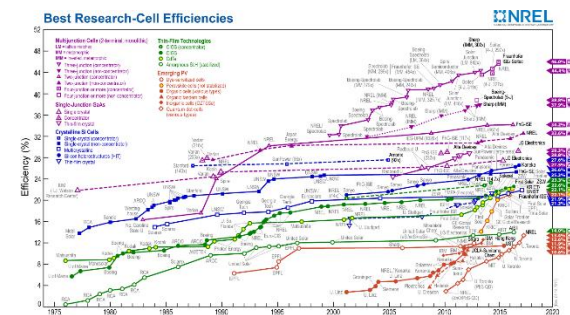


Figure 8. Graphic of increasing the yield of solar cell types

Although the efficiency of organic solar cells remains low compared to other technologies, it has been steady since 1990. In addition, the investigation of organic solar cells during the last decade has significantly improved the understanding of the axial and hectic load transport in irregular systems.

For Increasing Efficiency

- In order to form stimuli, the active layer should swallow the incoming photons as much as possible.
- The swelling spectrum of the active layer compatible with the solar spectrum and the solar radiation swallowing of 100 radyasyon200 nm thin films should be maximized.

Light Aporsion of Polymer Active Layer

Although the sun has lost some energy after reflection and absorption into the atmosphere, it gives a tremendous amount of energy every second in the form of irradiation reaching the Earth at an energy density of about 1366 W / m^2 just outside the atmosphere. The solar spectrum includes energy density and photon flux over wavelength. It is integrated into an energy density of about 1000 W / m^2 with a $4.31 \times 10^{21} \text{ s}^{-1} \text{ m}^{-2}$ photon flow distributed across the wavelength range of 280 to 4000 nm. Most of the solar energy is concentrated in the visible and near infrared (near IR) region. Thus, in order to efficiently collect solar energy, the absorption spectrum of PSCs must have a great overlap with the solar spectrum in this region. For example, a semiconductor polymer with a band spacing of 1.1 eV (equivalent to wavelength photons below 1100 nm) can absorb no more than 77% of the solar energy generated. If the bandwidth exceeds 2 eV (less than 620 nm), only 30% of the solar energy can be absorbed. Thus, the first criteria when designing new polymers are high efficiency in the absorption of solar energy in the entire solar spectrum.

New Developments in Polymer Designs

Major developments in the design of solar cell polymers are derived from the excretion of the donor-acceptor (D-A) copolymers (sometimes called ‘push-and-pull’), which

leads to high-yielding BHJ PSCs. In these low-band spaced polymers, energy levels and molecular structures can be optimized by molecular engineering. Unlike homopolymer P3HT, the D-A copolymers comprise an electron-rich moiety (donor) and an electron-missing moiety (acceptor). Typical synthetic methods include Suzlene coupling reactions for thienyl repetitive units and Stille polycondensation or polymers containing phenyl repeating units. In the class of polymers, a phenomenon generally known as the quinodal effect is shown where D-A and the diminishing character of the single-bonds in the polymer backbone of the D-A - + D + - - increases. This leads to reduced bond length variation and effectively changes the energy levels and band cavities of the corresponding polymers (Kumar Moluguri, Rama Murthy et al. 2016). A unique feature of these polymers is that the HOMO and LUMO energy levels are largely determined by the HOMO energy level of the transmitter and the LUMO energy level of the acceptor. Thus, the energy levels of the polymers can be adjusted by individually engineering the donor and receiver units.

In the 1990s, the use of a fluorene-based D-A polymer PFDTBT in BHJ PSCs was not until 2003, although there were samples of D-A copolymers with as low a band gap as 1.1 eV. Now, D-A copolymers dominate the development of novel OPV materials in the community. For the further development of PSCs today, the rational design of donor polymers is still one of the most important issues. When designing donor polymers for PSCs, it is essential to carefully select the relative monomers for the preparation of donor polymers having the desired properties. However, the selection of suitable side chains, including location, size and shape, can significantly alter the properties of the polymers. Various strategies for designing high performance copolymers are given below (Lee, Lee et al. 2011, Deng, Yu et al. 2017, Liang and Wang 2017, Yi, Yi et al. 2017, Lin, Huang et al. 2019).

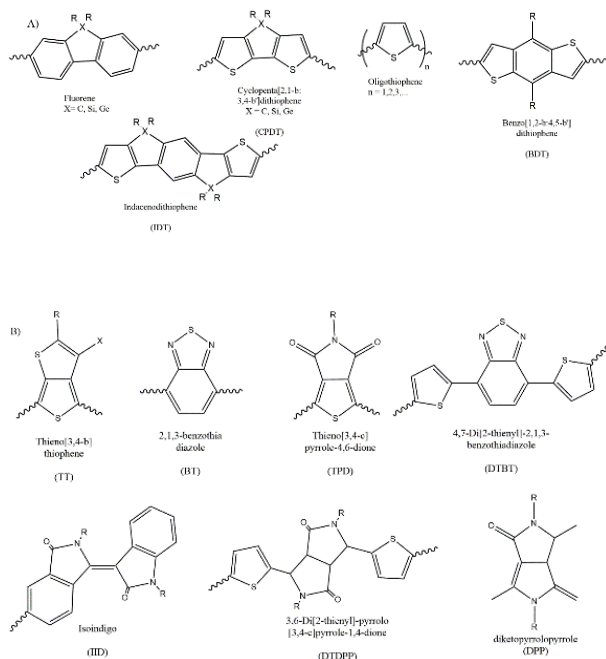


Figure 9. Structure of commonly used donor (A) and acceptor (B) particles. (Song, Ko et al. 2012, Stephen, Morse et al. 2016, Zhou, Sun et al. 2018)

2. RESULT

We evaluated the assessment of solar cells and provided some information on efficiency analysis. Anoragnc solar cells have high yields but many disadvantages. Elimination of these problems can be solved by developing organic-based cells and increasing their efficiency. We evaluated many parameters such as efficiency in polymer based organic solar cells and the effect of D and A components on excitone. Cell stability is important in large-scale polymer-based solar-cell yield calculations that have a major impact on photovoltaic performance. To this end, as a function of components D and A, the average exonite decomposition and charge transfer in all of the exemplified configurations is important. It has been shown that reducing load carrier losses for high efficiency is more important than reducing excitation and photon losses to improve device performance and that these findings are in good agreement with observations in experimental studies. As a result, we foresee that the polymers will lead to

better understanding of the technology of solar cells and the development of more performance.

3. REFERENCES

- Antohe S., Iftimie S., Hrostea L., Antohe V. A., Girtan M. (2017). A critical review of photovoltaic cells based on organic monomeric and polymeric thin film heterojunctions. *Thin Solid Films* 642: 219-231.
- Chen B.-C., Cheng Y.-S., Gau C., Lee Y.-C. (2014). Enhanced performance of polymer solar cells with imprinted nanostructures on the active layer. *Thin Solid Films* 564: 384-389.
- Cho H. J., Kim Y. J., Chen S., Lee J., Shin T. J., Park C. E., Yang C. (2017). Over 10% efficiency in single-junction polymer solar cells developed from easily accessible random terpolymers. *Nano Energy* 39: 229-237.
- Dang D., Zhou P., Zhong J., Fan J., Wang Z., Wang Y., Pei Y., Bao X., Yang R., Hu W., Zhu W. (2014). Novel wide band-gap polymer utilizing fused hetero-aromatic unit for efficient polymer solar cells and field-effect transistors. *Polymer* 55(26): 6708-6716.
- de la Mora M. B., Amelines-Sarria O., Monroy B. M., Hernández-Pérez C. D., Lugo J. E. (2017). Materials for downconversion in solar cells: Perspectives and challenges. *Solar Energy Materials and Solar Cells* 165: 59-71.
- Deng P., Yu J., Yin X., Geng Y., Zhou B., Zhang F., Tang W. (2017). Effect of bisalkylthio side chains on benzo[1,2-b:4,5-b']dithiophene-based polymers for organic solar cells. *Dyes and Pigments* 138: 47-55.
- Fan P., Zheng Y., Zheng D., Yu J. (2017). Improved efficiency of bulk heterojunction polymer solar cells by doping with iridium complex. *Materials Letters* 186: 161-164.
- Fan Q., Zhu Q., Xu Z., Su W., Chen J., Wu J., Guo X., Ma W., Zhang M., Li Y. (2018). Chlorine substituted 2D-conjugated polymer for high-performance polymer solar cells

- with 13.1% efficiency via toluene processing. *Nano Energy* 48: 413-420.
- Gao X., Li Y., Yu L., Hou F., Zhu T., Bao X., Li F., Sun M., Yang R. (2019). The regulation of π -bridge of indacenodithiophene-based donor- π -acceptor conjugated polymers toward efficient polymer solar cells. *Dyes and Pigments* 162: 43-51.
- Goetzberger A., Hebling C., Schock H.-W. (2003). Photovoltaic materials, history, status and outlook. *Materials Science and Engineering: R: Reports* 40(1): 1-46.
- Han G., Zhang S., Boix P. P., Wong L. H., Sun L., Lien S.-Y. (2017). Towards high efficiency thin film solar cells. *Progress in Materials Science* 87: 246-291.
- Holliday S., Li Y., C. Luscombe K. (2017). Recent advances in high performance donor-acceptor polymers for organic photovoltaics. *Progress in Polymer Science* 70: 34-51.
- Kumar Moluguri N., Rama Murthy C., Harshavardhan V. (2016). Solar Energy System and Design - Review. *Materials Today: Proceedings* 3(10, Part B): 3637-3645.
- Lan L., Cai P., Mai Y., Hu Z., Wen W., Zhang J., Li Y., Shi H., Zhang J. (2018). A new wide-bandgap conjugated polymer based on imide-fused benzotriazole for highly efficient nonfullerene polymer solar cells. *Dyes and Pigments* 158: 219-224.
- Lee H., Jeong J., Han H., Nam S., Kim H., Kim Y. (2014). All-polymer solar cells with in-situ generated n-type conjugated polymer nanoparticles. *Solar Energy Materials and Solar Cells* 122: 112-119.
- Lee U. R., Lee T. W., Hoang M. H., Kang N. S., Yu J. W., Kim K. H., Lim K.-G., Lee T.-W., Jin J.-I., Choi D. H. (2011). Photoreactive low-bandgap 4H-cyclopenta[2,1-b:3,4-b']dithiophene and 4,7-di(thiophen-2-yl)benzo[c][1,2,5]thiadiazole-based alternating copolymer for polymer solar cell. *Organic Electronics* 12(2): 269-278.
- Li G., Budiawan W., Wang P.-C., Wei Chu C. (2018). Conjugated Polymer-Based Solar Cells. *Encyclopedia of Modern Optics* (Second Edition). B. D. Guenther and D. G. Steel. Oxford, Elsevier: 256-269.
- Li W., Chen M., Cai J., Spooner E. L. K., Zhang H., Gurney R. S., Liu D., Xiao Z., Lidzey D.G., Ding L., Wang T. (2018). Molecular Order Control of Non-fullerene Acceptors for High-Efficiency Polymer Solar Cells. *Joule*.
- Li X., Hu Y., Deng Z., Xu D., Hou Y., Lou Z., Teng F. (2017). Efficiency improvement of polymer solar cells with random micro-nanostructured back electrode formed by active layer self-aggregation. *Organic Electronics* 41: 362-368.
- Li Y., H. Yu, Huang X., Wu Z., Xu H. (2017). Improved performance for polymer solar cells using CTAB-modified MoO₃ as an anode buffer layer. *Solar Energy Materials and Solar Cells* 171: 72-84.
- Li Z., Ying L., Xie R., Zhu P., Li N., Zhong W., Huang F., Cao Y. (2018). Designing ternary blend all-polymer solar cells with an efficiency of over 10% and a fill factor of 78%. *Nano Energy* 51: 434-441.
- Liang C., Wang H. (2017). Indacenodithiophene-based D-A conjugated polymers for application in polymer solar cells. *Organic Electronics* 50: 443-457.
- Lin Z., Huang K., Wang Z., Chen X., Sun J., Xu Z., He T., Yin S., Li M., Zhang Q., Qiu H. (2019). Alkyl side-chain and fluorination engineering in the indeno[1,2-b]fluorene-based small-molecule acceptors for efficient non-fullerene organic solar cells. *Dyes and Pigments* 160: 432-438.
- Liu Z., Zeng D., Gao X., Li P., Zhang Q., Peng X. (2019). Non-fullerene polymer acceptors based on perylene diimides in all-polymer solar cells. *Solar Energy Materials and Solar Cells* 189: 103-117.
- Putri S. K., Jin H. C., Whang D. R., Kim J. H., Chang D. W. (2019). Enhanced open-circuit voltages of trifluoromethylated quinoxaline-based polymer solar cells. *Organic Electronics* 65: 363-369.
- Rasool S., Van Doan V., Lee H. K., Lee S. K., Lee J.-C., Moon S.-J., So W. W., Song C. E., Shin W. S. (2019). Enhanced photostability

- in polymer solar cells achieved with modified electron transport layer. *Thin Solid Films* 669: 42-48.
- Song S., Ko S.-J., Shin H., Jin Y., Kim I., Kim J. Y., Suh H. (2012). Synthesis of the pyrrolo[3,2-b]pyrrole-based copolymer with enhanced open circuit voltage. *Synthetic Metals* 162(24): 2288-2293.
- Stephen M., Morse G. E., Blouin N., Lozman O., Genevičius K., Juška G. (2016). The effect of polymer solar cell degradation on charge carrier dynamics in benzodithiophene-diketopyrrolopyrrole polymers. *Materials Chemistry and Physics* 183: 485-489.
- Vogelbaum H. S., Sauvé G. (2017). Recently developed high-efficiency organic photoactive materials for printable photovoltaic cells: a mini review. *Synthetic Metals* 223: 107-121.
- Yi M., J. Yi, Wang J., Wang L., Gao W., Lin Y., Luo Q., Tan H., Ma C.-Q., Wang H. (2017). Perylenediimide derivatives based on a dendritic oligothiophene core as electron acceptor for use in polymer solar cells. *Dyes and Pigments* 139: 498-508.
- Zhou H., Sun X., Zhang Z., Yu Y., Huang M., Zhao B. (2018). Two A2-D-A1-D-A2 small molecules with isoindigo as the central core for efficient organic photovoltaics. *Dyes and Pigments* 156: 403-409.

TÜR TANIMINDA ve FİLOGENETİK SOY AĞACINDA BİTMİYEN TARTIŞMA

Ali DEMİRSOY*

*Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü 06800 Beytepe - Ankara - Türkiye

(İlk Gönderim / Received: 30.12.2018, Kabul / Accepted: 30.12.2018, Online Yayın / Published Online: 31.12.2018)

Biyoloji biliminin hangi toplantısına katılırsanız katılın, eğer orada sistematik, taksonomi, evrim, filogeni, biyocoğrafya ile bir sunum varsa, orada bir tartışma var demektir. Bu tartışma geleneksel tür tanımı ile çağdaş olarak adlandırılan tür tanımı ve keza onların tür tanımında kullandıkları yöntemlerle (yapısal, moleküler, istatistiksel ya da benzer yöntemlerle) ilgilidir. Her birinin savunulabilir tarafı, tenkit edilir tarafı bulunmaktadır.

Nedense insanların çoğu yeni bir yol ya da yöntem bulununca, eski ya da daha önceki yöntemleri bir çeşit gericilik, geri kafalılık ve tutarsız yöntemler olarak tanımlıyor; buna karşı çıkanlar da yeni yöntemlerin eksik yönlerini görerek onları popülist olarak görüyor. Aslında birbirini tamamlaması gereken iki farklı yöntem, bir çeşit karşıt durumlara düşürülüyor.

Bu tartışmaların sık sık tanık olduğum bazı kısımlarını burada bilginize sunmak isterim. İlle benim dediğim doğrudur gibi bir yaklaşımım olamaz. Ancak bunca yıldır tutku ile uğraştığım bu alanda, her iki kesimin de sanki önemli hatalar yaptığını ve bunları görmemezlikten gelmede ısrarlı olduklarını söyleyebilirim.

Önce birkaç saptama yapalım:

1. DNA sabit bir yapı değildir; zaman içinde değişebilir bir yapıdır. Bu nedenle biz DNA gibi

sabit (değişmez) bir yapı üzerinden tespit yapıyoruz yaklaşımı yanlıştır.

2. Evrimleşmede zaman zaman tek bir özellik üzerinden seçme yapılabilmesine karşın, kural olarak evrimleşme, özelliklerin kendi içindeki (birbirlerine göre) oranların değişiminin tercih edilmesi ile yürütülür. Çok basit bir yaklaşımla, örneğin, bacağın, kola uzunluğunun oranının değişmesinin seçilmesi gibi.

3. Sistematik ve taksonomi biliminin en zor kısmı, alt tür tanımını yapabilme ve fark edebilmelidir. Benim yarım yüz yıllık bir sistematikçi olarak net olarak bir tanımım yoktur.

Bütün bunları anlayabilmek için bir türün evrimsel olarak değişimini, bir türden başka bir türe dönüşümünü adım adım izleyelim ve her iki yöntem sahiplerinin de bu izlemede kendine çıkaracağı derslerin olabileceğini birlikte görelim. Önce bugün geçerli tür tanımını verelim:

Tür tanımı

Klasik bir tanımda, bir tür, belirli bir bölgeyi işgal eden, aynı kimyasal ve fiziksel koşullara benzer (aynı değil) tepkileri gösteren, doğal koşullarda kendi aralarında çiftleşebilen ve verimli yavrular meydana getirebilen (atla eşek yavru meydana getirebilir, ancak onların yavruları olan katır yavru meydana getirmez)

*İlgili yazar: demirsoy@hacettepe.edu.tr

topluluklar olarak tanımlanır. Belki buna birbirine genetik olarak en çok benzeyen bireyler topluluğu tanımını da ekleyebiliriz.

Endemizm yanılığı

Burada başka bir yanılışı düzeltmeden geçmek istemem. Çünkü bu yanılılık da bilimsel ve özellikle evrim bilgisinin noksanlığından kaynaklanmaktadır. Her ülke (en çağdaşı bile) endemik tür zenginliğinin peşindedir. Onu biyolojik zenginliğinin göstergesi olarak sunar ve yapacağı yatırımların yer seçimine esas alır.

Dünyada endemik olmayan tür yoktur; her tür endemiktir. Çünkü her tür belirli bir yerde o yerin koşullarına göre evrimleşmiş ve duruma göre de yayılmıştır. Endemik olduğu yer evrimleştiği ve yayıldığı alandır. Daha sonra kozmopolit olanlar bile buna dâhildir. Onların da evrimsel olarak endemik olduğu bir coğrafik alan vardır. Örneğin dünyada hemen hemen her evde bulunan hamam böceği (*Blatta germanica*), aslında bir Filipin endemiğidir. Nasıl bir yerin fiziksel ve kimyasal koşullarının bütünü bir türün evrimleşmesi için saptayıcı bir rol oynuyorsa, işte o bölge, o türün endemik olduğu (ilk olarak ortaya çıktığı ve daha sonra doğal olarak yayıldığı) yerdir ve kesinlikle bu yer coğrafik tanımı ve farklılığı olan bir yerdir. Örneğin Anadolu, Ön Asya, Orta Doğu, Kafkaslar, Paleartik, Amerika Kıtası, Büyük Tuz gölü, Aral Gölü, Munzur Dağı, Mamut Mağarası, Akdeniz, Nemrut dağı ve benzer coğrafik adlandırmalarla endemik kelimesi kullanılabilir. Keseliler, Avustralya kıtasına, beyaz (ya da kutup ayısı) ayı kuzey kutbuna endemiktir. Türkiye, Yunanistan, Erzincan, Kemaliye gibi siyasi sınırlarla asla tanımlanamazlar. Tanımlayanlar, ne yazık ki bilgi yoksunu kişilerdir.

Genetik çeşitlilik nedir ne değildir? Neye yarar?

Bir tür (deneysel olarak klon ya da kendileşme yapılmamışsa) kendi içinde çeşitli kaynaklardan (eşeyssel üremeden elde edilen rekombinasyon, mutasyon, kromozom değişimleri vs) edindiği genetik çeşitliliğe sahip

olmak zorundadır. Yani aynı türe ait bir toplumdaki bir birey kural olarak genetik olarak bir başkasına benzerdir; ancak asla aynı değildir (klon ya da ikiz değilse, eşeyssel olmayan yollarla çoğaltılmamışlarsa).

Eğer popülasyon belirli bir çevreye (çoğunlukla da büyük bir alana) yayılırsa, bu yayıldığı alanda farklı koşullar egemen olursa, doğal olarak farklı gen kombinasyonları seçilmeye, diğerleri elenmeye başlar. Yani topluluğun bir ucu (ya da belirli bir bölümü) öbür ucundan farklılaşmaya başlar. Zaman içinde bu farklılaşma, eğer koşullar sürüyorsa, gittikçe artar ve belirgin hale gelir. Yerine göre biz bu farklılaşmayı klin, lokal popülasyonlarda ise deme olarak tanımlarız. Ancak bunların hem sistematik biyolojide hem de gen bariyerinin (eşey çekiminin) oluşmasında çok belirgin ve belirleyici bir etkisi yoktur. Çok doğru bir tanım olmayabilir; ancak, insan soyunda, Fransız, Alman, Çek, Slav, Dinarik bu ayrışımın en küçük birimini oluştururken; daha uzun ve etkili bir süre ayrı kalmış Zenci, Sarı Irk, Aborjinler biraz daha farklılaşmış bir grubun içine alınabilmektedir. Ancak bunların arasında eşeyssel bir yalıtım henüz gerçekleşmediği için aralarında verimli yavrular meydana getirebilirler; dolayısıyla aynı türün içinde yer alırlar.

Eşeyssel seçmede tercihler farklılaşmanın ilk belirtileridir

Ancak burada bizim fiziki, kimyasal ve biyoloji olarak şu anda net olarak açıklayamayacağımız bir farklılaşma vardır. Bu farklılaşma davranış ve eşeylerin bir birini cezpt etme davranışıdır. Bir Aborjin ile bir İsveçli kural olarak zorunlu olmadıkça çiftleşme eylemine girmezler. Seçenekleri varsa, birbirlerini listenin en sonuna yazarlar. Çünkü aradaki mesafe, genetik akışları önleyen bariyerlerin etkinliği, ayrı kalmanın uzun süresi bu farklılaşmaya neden olmuştur.

Eşeyssel organların farklılaşması evrimleşmenin en önemli basamağını oluşturur

Aslında fiziksel ve kimyasal farklılaşma başından itibaren vardır. Örneğin Afrika'da birçok parazitten, bakteri ve mantar enfeksiyonlarından korunabilmek için, toprakla sık sık temas haline geçen kadınların vajinası olabildiğince derinleşmiş ve burada oluşan asidik-bazik sıvılar bu parazitlerin girişini etkili olarak önlemeyi gerçekleştirmiştir. Buna bağlı olarak da erkeklerde penisin boyu uzamıştır. Buna karşın sarı, geçerli olmayan bir tanımla ırkın bir alt popülasyonu olan örneğin Japonlar ya da Eskimolarda vajina sığ ve penis küçüktür. Ancak farklılaşma bir tür oluşumunu gerçekleştirebilecek boyuta ulaşamamıştır.

Birçok canlıda tür ayırımı için en güvenilir yol onların eşeyssel organlarını incelemektir. Eğer iki organ birbirine uyumluluk gösteriyorsa, bunlar aynı türe ait olabilirler. Fark varsa eşeyssel bir birleşme gerçekleşmeyeceği için tür değildir diyebiliriz. Eşeyssiz üreyen canlılarda bu sorun bu yolla ne yazık ki çözülememiştir. Burada önemli bir hususu da vurgulamadan geçemeyiz. Eğer üreme organları birbirine tam uyumlu olsa bile, davranışlarda meydana gelen bir farklılaşma yine üreme engeli oluşturacaktır. Çünkü üreme fiziksel, görsel ve kimyasal uyarılma ile başlar. Birbirinden yakın zamanda ayrılmış olan aynı ataya sahip iki popülasyon yapısal olarak birbirine tamamen benzese bile, davranış bariyerinden dolayı doğal üreme gerçekleşmeyeceği için (yapay olarak çok defa gerçekleştirilebilir) iki ayrı tür olarak tanımlanır; biyoloji bilminde de bunların adı ikiz (sibling ya da Zwilling) tür olarak geçer.

Evrimsel seçilimin tek bir gen ile gerçekleştiği durumlar

Evrimsel seçme tek bir genin etkisinin seçilmesi ile de olabilir. Örneğin fenilketonüri, galaktozami, albinoluk, yüzlerce besin alerjisi çeşidi, onlarca hastalık ya da o koşullarda iyi sonuç vermeyen özelliklerin seçimi ile de olabilir. Toplumsal ayrışmada bir gen tek başına

etkili olabilir. Bu nedenle bazı topluluklarda bazı hastalıklara daha sık rastlanır.

O coğrafyada bulundurduğu bireye başarı sağlayan, hastalık nedeni sayılmayan, farklı görünümüler sağlayan bir gen ile de bu seçilme olabilir. Örneğin güneşlik yerlerde koyu derinin, kutuplara gidildikçe açık ten renginin seçilmesi gibi.

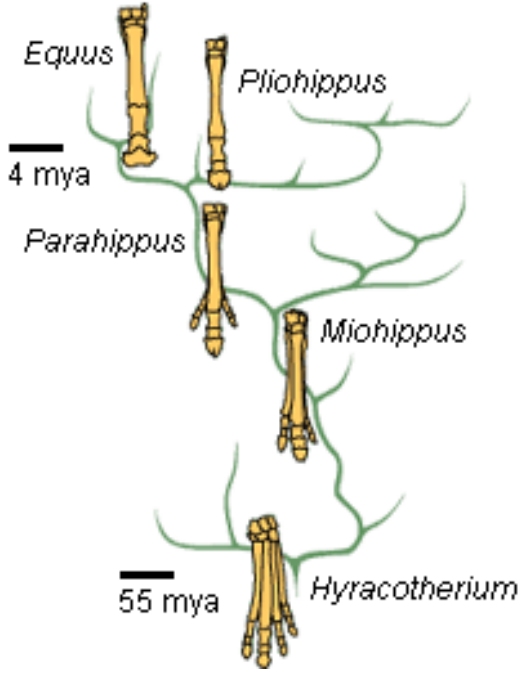
Evrimleşme, indislerin yeniden yapılandırılmasıdır

Evrimleşme, bir coğrafyada ya da bir özel bölgede, canlının gerek duyduğu işlevleri başarı olarak gerçekleştirebilmesi için organların birbirlerine göre oranlarının optimize edilmesiyle sağlanır.

Ancak evrimsel süreçte, genlerin, daha doğrusu özelliklerin birbirleriyle orantılarının seçimi, evrimsel yolun saptanmasında etkilidir. Buna sistematik biliminde **indis** denir. Örneğin başımızın uzunluğunun, enine oranı, ön kolumuzun bacağımıza oranı, karın ve göğüs uzunluğumuzun, enimize oranı, boynumuzun omuz genişliğine oranı; elimizin uzunluğunun genişliğine oranı, göz açıklığının iki göz arasındaki aralığa oranı, burnun genişliğinin uzunluğuna oranı; hatta penisin vajina derinliğine oranı, baş büyüklüğünün ananını çatı kemiğine oranı gibi insana ve diğer canlıların tümüne özgü yüzlerce, binlerce indis yapmak mümkündür. Bunların bir matriks olarak değerlendirilmesi, o canlının hem akrabalık katsayısını, hem özelliklerini, hem ırk özelliklerini, hem de eğer fosillerle eskiye gidilebiliyorsa ve o fosiller üzerinden ölçüm alınabiliyorsa, o türün evrimsel yol güzergâhını çıkarmak için en güvenilir bilgileri sunar. Bunun için moleküler biyolojiye başvurmak da gerekmez.

Diyelim ki dış koşullar bir canlıyı koşturuyor; yani kaçabilenler kurtuluyor, kalanlar eleniyor. O zaman, bu canlının zaman içinde geriye doğru yapısını incelediğimizde, bacağın alt kısmının (baldırın = diz ile topuk arasındaki kısım; Tibia ve Fibula kemikleri), uyluk kısmına (diz ile kalça arasındaki kısım, Femur kemiği) oranının adım adım değiştiğini

görürüz. Böylece tek bir harekette (adımda) alınan yol artırılmış olur.



Belki merak edebilirsiniz, bir insanda bu oranlar nasıldır diye? Örnek bir bacakta (insan topluluklarında –eski deyimle ırklarında- biraz değişse de) baldır çevresi 33-36 cm olmalı; baldır iç yüzü bacak dışına göre daha az kavisli olmalı; bacağın uzunluğu kişinin boyunun $\frac{1}{4}$ 'ü kadar olmalı; baldır çevresinin en fazla olduğu yerin ölçüsü bacak uzunluğunu $\frac{3}{4}$ 'ü kadar olmalı; baldır ortasının çevre ölçüsü ise en geniş yerin yaklaşık $\frac{1}{2}$ 'si kadar olmalıdır. Bacak uzunluğu üst beden uzunluğunun 1.4 katı olması ortalama bir orandır. Bunların hepsi indisdir ve fosillerle geriye doğru indiğimizde bu oranların değiştiği görülür. Aslında bu oranların değişimi belirli bir zaman sürecindeki DNA'daki değişimin kendisidir. Bu indislerin elde edilmesi, zahmetli analizlere girmeden bir anlamda moleküler değişimin üç boyutlu görünümünün elde edilmesidir.

Bu indislerin, maymun fosillerinin indisleri ile çakıştığı (benzer oranlara ulaştığı zaman ve) yer bizim ayrılma noktamızı verir. Bu yoldan yer yer ayrılan akrabalarımızla (insan türüne ait; ancak bizden farklı olan) da ayrılma noktalarının bulunmasına yarar. İndisin

evrimsel önemini kavrayamamış ve çalışmalarında olanak olsa da, çok zahmetli bir çalışmayı gerektirdiği için yapmayan taksonomistler bu hatayı tekrarlamış ve çözüm yolunun moleküler biyolojiden geçeceği sanısını uyandırmışlardır.

Ancak dış koşullar, bir hayvanın hareket organında, hızı değil de gücü artırmayı teşvik etmişse; örneğin yerin kazılması gibi. O zaman bunun tersini görürüz, güç kolunun (baldırın ya da pazu kemiğinin) kuvvet koluna (kalça ya da ön kol kemiğine) göre daha fazla uzadığını görürüz. İşte bu iki kemiğin oranı (yani indis) o türün evrimsel gelişmesi ve akrabalıkları ile ilgili önemli bir yol haritası verir. İki gözün arasındaki açıklığın göz büyüklüğüne ya da kafa genişliğine göre oranı, onun ağaç yaşamı ile ve stereoskopik (derinliğine) görmesi ile ilgili önemli bilgiler verir.

Yapılan sistematik çalışmalara baktığımızda, birkaç özellik alınarak bunun tür ya da alt tür ayırımı için yeterli olup olmasına bakmadan, hatta bu konuda herhangi bir yorum bile yapılmadan yeni bir taksonun tanınması yapıldığı için, itirazlar ve güven bunalımı da sürekli gündemdedir. Çünkü uygun indisleri seçme ve uygulama hem bilgi ister hem de çok eziyetli bir yoldur. Çünkü indis, o canlının geçmişten zamanımıza kadar gelen çevre etkileriyle şeklenmiş vücut yapılarının birbirine göre oranını verir. Bu incelemeler yeterince yapılmadığı için cins, tür ve alttür düzeyinde el atılmayan, değiştirilmeyen tür ya da takson nadirdir. Açıkça söylemek gerekirse indisin biyoloji dünyasında önemini ve işleyişini kavramış çok az insan vardı diyebiliriz.

Aslında indis, bir türün evrimsel olarak geçtiği değişikliğin sayısal değerlerini verir ve en kesin sonuçları sunar. Bir gen akşamdan sabaha yapısını değiştirip yeni bir özellikte karşımıza çıkabilir; böyle bir değişiklik çok defa ölümcül olmasına karşın, evrimsel seçilime katılarak belirli bir değerlendirme ile yoluna da devam edebilir. Bu nedenle tek ya da birkaç özellikle (tipolojik tür tanımı) bir kategori tanımla (örneğin bir tür tanımlama) çoğu zaman doğru sonuca götürmeyebilir.

İndis çok sayıda genin katkısı ile oluşturulan bir organın ya da bir yapının izlenmesi olduğu için, evrimsel sürecin kendisini verir. Yine insandan bir örnek verirsek, biz Buşmanları da, Hotontoları da, İsveçlileri de, sarı ırkı da alsak, vücut büyüklükleri bakımından istatistiksel olarak çok büyük fark olmasına karşın (Buşmanın en uzununu 120 cm; İsveçlinin en kısasının boyu 160 cm olduğuna göre) aynı tür içinde değerlendiriyoruz. Hâlbuki bu ölçüleri bir grafik üzerine taşıyacak olursak, birbiriyle ilintisi olmayan (burada akraba olmayan) iki farklı grup ya da öbek ortaya çıkacaktır.

Çünkü dünyadaki insanların tümünde; aynı türe ait birçok bireyin ya da birey grubunun çeşitli organlarında indis hep benzerdir. Örneğin insanda kolun (60 cm dersek) ayağa oranı (100 cm dersek), 6/10 olmasına karşın; bu oran maymunlarda 1'dir. Başın yüksekliğinin genişliğine, gözün büyüklüğünün gözler arasındaki aralığı, ön kolun, arka kola, uyluğun, baldır kemiğine oranı insan soyunda, büyüklükleri ne olursa olsun benzerdir. Aynı değildir. Çünkü her ne kadar ırk olarak artık tanımlanmıyorsa da, insan soyunda topluluklar arasında da bu ana çerçevede kalmak koşuluyla yine bir fark vardır ve bir grafiğe aktarıldığında kısmen de olsa birbirinden ayrıldığı görülür; çoğu durumda da iç içe geçtiği yerler olur. Ancak farklı türlerde bu çakışmalar görülmez.

Bu nedenle insan iskeletinin ve fosillerinin indislerini incelemek suretiyle insanın; iyi kemik fosili bırakan toynaklı hayvanların geçmişini adım adım izlemekle, onların soy ağacını ve yol haritalarını anlıyoruz. Bunun için de illa ki moleküler biyolojiye danışma gereğini duymuyoruz; olsa olsa teyit babından yapılmasını öneriyoruz.

Süreci izleme bize önemli ipuçları verir

Bu konuda çalışanların en yumuşak bağı, özelliklerin birbirleriyle bağımlı olarak evrimleşmeleri konusundaki kısıtlı bilgileridir. Bu değişme, birçok özelliğin katkı yaptığı canlının bağlı olduğu grubun özelliklerine ve çevre koşullarının etkisine bağlı olarak farklı

hızda yürütülür. Özellikle canlıların, en çok da hayvan türlerinin organizasyon düzeyi arttıkça ve daha karmaşık hale geldikçe (özellikle üreme sıklığı azaldıkça) evrimleşme hızı azalır. Bu nedenle organizasyonu yüksek canlıların evrimsel yolunu (filogenisini) izleme onlarca milyon yıla uzanır.

İndisi bilmeyenler (bunun için çoğunluk bir fosil birikimine gerek duymayanlar), açık bir tanımla yetirince evrim bilgisi olmayanlar, akşam yatıp sabah değişerek kalkılabileceğini düşünür ve bunu **evrimleşmemenin** bir kanıt olarak sunarlar. Evrimleşmeyi kuramsal olarak bilen; ancak onu incelemeye yönelik yöntemleri kavrayamamış olanlar; hele de yayın çıkarma zorunluluğu olanlar, yayından gelir elde etmeyi adet haline getirenler, yayın sayısının çokluğunun kişiye bilimsel bir onur kazandırdığı saplantısına girenler, bütün bunlara özen göstermeden, birkaç özellik farklı görülüyor diye yeni taksonlar tanımlar, yayımlar; birileri daha sonra bu derme çatma tanımları bir araya toplayarak düzeltmeye çalışır ve bu kargaşalık böyle sürer gider.

Son zamanlarda fazla sayıda yayın çıkarma, başarı ölçüsü olduğu için, diğer araştırmacılar gibi, biyologlar da daha kestirme bir yolu izlemeye başladılar. Mitokondri ya da çekirdek DNA'sından binlik bir nukteotit dizisini alarak, baz dizisini çözmeye ve ona bağlı olarak da daha önce geliştirilmiş çeşitli bilgisayar yazılımlarını kullanarak, benzerlik analizleri yapıp bir grafiğe aktararak eski alt türleri türe, türleri alt türlere; hatta cinsleri, familyaları bile kökten değiştirmeye başladılar. Adına da çağdaş sistematik- taksonomi koydular.

Moleküler sistematığın geleceğindeki en önemli başarılı husus, üreme davranışlarını ve üremeyi kimyasal ya da fiziksel olarak gerçekleştiren yapıların denetiminden sorumlu olan genlerin bulunup onların analizi ile yani daha doğru sonuca ulaşmayla olacaktır. Aslında indisi sağlayan genlerin dizilimindeki farklılaşmaların –aynı özelliği saptayan genlerin kendi içindeki farklılaşma- derecesini (zaman ve sayısal olarak) anlamak gerekebilir. Eğer

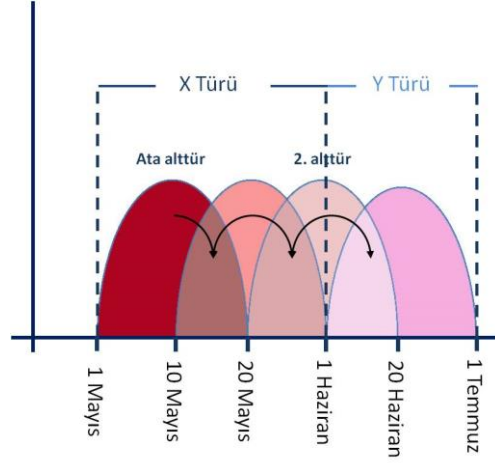
ayırım için ya da en belirgin özellik olarak sadece deri rengini almış iseniz, hiçbir zaman Afrikalı ile Finli; göz özelliğini almış iseniz, Avrupalı ile Asyalı arasında doğru bir korelasyon (ilinti) bulamazsınız.

Ancak bu yolla (moleküler yöntemlerle) eklembacaklıların (kelebeklerin, böceklerin, akreplerin vs) derisidikenlilere (deniz-yıldızlarına, denizkestanelerine) en yakın akraba yapılmasını geleneksel taksonomist ve sistematikçiler anlamıyor olsalar da moleküler sistematik-taksonomi ile uğraşanlar, bu sonucu bu yöntemin bir mucizesi olarak yorumluyor olmalılar.

Alttür sorunu

Hangi yöntemi kullanırsanız kullanın, çözümede zorlanacağımız en önemli basamak, alttürdür. Hiçbir canlı alt tür olmadan başka bir canlıya dönüşemez. İlk olarak bu ya da şu şekilde, en azından geçmişte bu basamağı geçmesi gerekir. Aksi takdirde makro mutasyonlarla yeni tür oluşumunu benimsiyoruz gibi bir sonuç ortaya çıkar. Buradaki sorun hangi orandaki değişiklik bir alt tür olarak tanımlanmalıdır. Doğrusu diğer hususlarda hiçbir kuşku olmamasına karşın, alttür tanımı konusunda hiç kimsenin yeterli olmadığı düşüncesine sapsanmış durumdayım. Bazıları, bir topluluktan iki alt türün ortaya çıkması için bir canlı grubuna özelliğini veren önemli karakterlerin yüzde %75, bazılarının göre %80, bazılarının göre %90, bazılarının göre %95, hatta %99 değişmesinin gerektiğini ileri sürerler. Hepsi doğru da olabilir ya da bu oranlar gruplara göre farklı da olabilir. Bunun için derslerimde bir örnek veririm, burada da tekrarlamayı yararlı bulmaktayım.

Aynı atadan türeyen, bir ortamda bulunan ve yapısal olarak birbirine çok benzeyen bir kuş topluluğunda, kur amacıyla yapılan ötüşlerin yapıldığı dönemler grafikte gösterilmiştir. Bu ötüş zamanlarının farklılaşmasına bağlı olarak alttür üzerinden bir türe dönüşme kuramsal olarak gösterilmiştir.



Eğer bir kuş türü bir mayısta çiftleşme ötüşüne başlıyor, bir haziranda bitiriyorsa, bu takvime uyan, sesi etkili her kuşun genini bir sonraki döle aktarma oranı aynıdır. Ancak bir grup birey, bu topluluktan ayrılıp, biraz yükseğe yerleşir, 10 mayısta ötmeye başlar, 10 haziranda şarkısını bitirirse, bir önceki popülasyonla yine de 20 gün çiftleşme şansını bulur ve genlerini %100 olmasa bile aktarma şansını korur. Bundan da bir popuysan zaman içinde ayrılıp biraz daha yukarılara, dağa doğru çıkar ve ötmeye 20 mayısta başlar, 20 haziranda bitirirse, önceki popülasyonlarla hala çiftleşme şansı ve olanağı vardır; ancak zamansal olarak bunu 10 gün içinde yapmalıdır; yani genlerini atasal popülasyonda bir sonraki kuşağa aktarma şansı 2/3 oranında azalmıştır. Bir grup daha yukarı çıkıp, 29 mayısta ötmeye başlar, 29 haziranda bitirirse, ata popülasyonla çiftleşme şansı hala vardır, ancak zamansal olarak bu şans başlangıca göre 30 kat azalmıştır. Bir gün biraz daha yukarı çıkan bir popülasyon bir haziranda ötmeye başlayıp bir temmuzda ötmeyi bitiriyorsa, fiziksel yapısı uygun olsa bile, davranış bakımından ata grupla çiftleşme şansını doğal olarak yitirmiştir ve bu aşamadan sonra artık türdür. Yapay olara çiftleştirilebilirler ve verimli yavrular da meydana getirebilirler. Bu aşamadan sonra çeşitli yollarla meydana gelecek genetik değişimlerin çevrenin farklı koşulları nedeniyle farklı şekilde seçilerek biriktirilmesi, tür oluşumunu hızlandırır. Bu aşamada fiziksel değişimlerden daha çok davranışsal değişimler bu ayrılmada etkin rol oynamışsa, görünüş

olarak birbirine benzeyen, ancak eşeyssel birleşmeyi sağlayamayan ikiz türler oluşur. Daha sonra bu farklılaşma belirgin olarak fiziksel yapıya yansıtacağı için birbirinden tamamen farklı iki tür oluşumu sağlanmış olur.

Ancak daha önceki popülasyonları hangi aşamadan sonra alt tür olarak tanımlamalıyız sorusuna görünürde kimse doyurucu bir yanıt veremiyor. Sistematik biyolojinin en büyük uzmanlığı bu noktada başlıyor; alt türleri ayırt edemeyenler genellikle önemli hataları da yaparak konuları daha karmaşık hale getiriyorlar. Alttür tanımının yapılması da her canlı grubunun özelliklerini yeterince tanıyan uzmanlarca yapılabilir.

Komşu iki farklı popülasyonun alt tür mü yoksa tür mü olduğunu nasıl anlarız?

Ancak bir durumda alttür konusunda kesin karar verebiliriz. O da bir zamanlar ayrı iki ayrı tür olarak tanımlanmış iki popülasyonun temas noktalarında melezlere rastlarsak ve bu melezler F_2 açılımının bir sonucu gibi, yani bir özellik bakımından en az dört farklı görünüşte bireyler bulunuyorlarsa, bu iki popülasyonun aslında bir türün iki alttürü olduğuna hükmedebiliriz. Çünkü melezler kendi aralarında ürerlerse, o zaman bir özelliğin kademeli biçimlerini görebiliriz (F_2 açılımı gösteriyor demektir). Eğer bu iki popülasyon sadece F_1 melezi meydana getirmişse (ya da hiç melez oluşturmuyorlarsa), bu iki popülasyon farklı tür oluşumunu tamamlamıştır; bu popülasyonlar daha önce alttür olarak tanımlanmışsa, tür düzeyine çıkarılması gerekir.

Sonuç: Doğal olarak hiçbir bilimsel kuruluş yeni gelişmelere kayıtsız kalamaz. Bu nedenle türlerin ya da taksonların moleküler alt yapısının da incelenmesi ve karşılaştırılması kaçınılmaz. Kaldı ki bu yöntem çok daha az emeği gerektiriyor. Bir bireyden uygun bir doku örneği aldınız mı işiniz kolay. Hâlbuki klasik yöntemde, yayılış alanının birçok yerinden belirli sayıda örnek alacaksınız, onların çeşitli yapılarını inceleyip ölçüm alacaksınız, daha önce bu konuda uzmanlaşmış ve bilgi birikimi olan merkezlerde (müzelerde) karşılaştırma

yapacaksınız ve ondan sonra sonuca ulaşacaksınız. Doğrusu günümüzde hızla akademik olarak tırmanmak isteyen bir kuşak için bu zahmetli bir yol görünüyor.

Ancak moleküler yöntemin en güvenli yöntem olduğu ve artık çalışmaların sadece bu yolla yapılmasını savunmak birkaç nedenle tutarsız gözükmektedir. Önce, hangi dizilimlerin takson (tür) ayırımında güvenilir sonuç vereceği henüz yeterince saptanamamıştır. Kaldı ki bunu da başardık diyelim. Bugün arazide dolaşarak birçok sorunu çözmeye çalışan, hayvan yetiştiriciliğinden tutun, tarıma, meyvecilikten tutun, balıkçılığa; yani ekonomik girişimlerin hemen hepsinde hızlı ve tutarlı kararları vermek durumundayız. Arazide önemli bir değişime neden olan bir canlıyı bulunca, onun adını koyabilmek için uzun ve masraflı laboratuvar analizlerine mi sokacağız. Gelişmekte olan ülkelerin böyle bir lüksü olabilir mi? Diyelim ki ülkemizdeki canlıların tümü bu yolla yeniden sistematik bir sınıflandırmaya sokuldu. Yararı ne olacak diye düşündünüz mü? Bunu ilk olarak araştırmalara destek veren TÜBİTAK ve üniversitelerin BAB olarak bilinen destekleme merkezlerinin düşünmesi gerekir. Bu kuruluşlar ülkenin geleceğini etkileyecek durumda. TÜBİTAK, üniversitelerin BABA olarak bilinen araştırma destekleme merkezlerinin modern yöntemler diye bu tip çalışmalara çok daha fazla ağırlık vererek, klasik olarak bilinen, bir lise öğrencisinin bile yerine göre kullanacağı, gerçek yaşamda ise herkesin gereksinmesi olan, özellikle arazi biyolojisinin temelini oluşturan klasik araştırma alanlarının göz ardı edilmesi, hızla doğanın tahrip edildiği bir dünyada ciddi sonuçlara yol açabilir.

KAYNAKLAR

- Demirsoy A. (2001). Kalıtım ve Evrim. 12. Baskı, Meteksan Anonim Şirketi, Ankara, 946.
- Demirsoy A. (1999). Yaşamın Temel Kuralları Serisi. Kalıtım ve Evrim. 3. Baskı, Meteksan Anonim Şirketi, Ankara, 1210.



Ayır, Çıldır ve Aktaş Göllerinde Tespit Edilen Ekzotik ve İstilacı Türler

Mehmet Ali KIRPIK*

* Kafkas Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Kars-Türkiye

(İlk Gönderim / Received: 28.12.2018, Kabul / Accepted: 31.12.2018, Online Yayın / Published Online: 31.12.2018)

Anahtar Kelimeler

Kars,
Ardahan,
Aktaş gölü,
Ayır gölü,
Çıldır gölü,
Biyçeşitlilik
Ekzotik tür
İstilacı tür

Özet: Bu çalışmada 2013-2014 yıllarında Çıldır, Ayır ve Aktaş göllerinin sulak alan yönetimi ve biyçeşitlilik projesi kapsamında göllerin faunası tespit edilmiştir. Çalışma süresince gölden yakalanan balıkların literatüre göre tür teşhisleri yapıldı. Çalışmada Çıldır, Ayır ve Aktaş Göllerinden ekzotik ve istilacı olarak *Carassius gibelio* (İsrailli Sazan) ve *Astacus leptodactylus* (Tatlısu İstakozu) türleri tespit edilmiştir. Bu türlerin egzotik ve istilacı oldukları anlaşılmıştır.

Detected Exotic and Invasive Species in Ayır, Çıldır and Aktaş Lakes

Keywords:

Kars,
Ardahan,
Aktaş lake,
Ayır lake,
Çıldır lake,
Biodiversity
Exotic species
Invasive species

Abstract: In this study, the fauna of lakes were determined within the scope of wetland management and biodiversity project of Çıldır, Ayır and Aktaş lakes in 2013-2014. During the study, species were identified according to the literature of the fish caught from the lake. In the study, *Carassius gibelio* (Israeli Carp) and *Astacus leptodactylus* (Freshwater Lobster) species were determined as exotic and invasive from Çıldır, Ayır and Aktaş Lakes. It is understood that these species are exotic and invasive.

*İlgili yazar: kirpik80@hotmail.com

1. GİRİŞ

Ayır, Çıldır ve Aktaş gölleri volkanik karakterde göllerdir (Duru 2012, Keskin at all. 2006, 1998, Şengör vd 2008). Bu göllerden yaklaşık 20 yıl öncesine kadar doğal ve yerli balık türlerinin çok fazla bulunduğu için özellikle Çıldır gölündeki balıkları iç piyasaya pazarlayan bir balıkçılık kooperatifi kurulmuştur (Zengin vd 2012, www.yabantv.com/haber/5704-cildir-golunde-israil-tehdidi, http://www.turkiyesulakalanlari.com/cildir-golu/,http://www.milliyet.com.tr/cildir-golu-nun-simgesi-sari-sazanlar-ardahan-yerelhaber-2337638/).

Çok kıymetli yerli ve doğal balık türlerin popülasyon yoğunlukları, bildirinin esas konusu olan ekzotik ve istilacı türlerin göle-göllere aşılması sonunda yıllara bağlı olarak günümüzde hızla azalmıştır. Günümüzde yerli balıklar gölün çok derinliklerinden az sayıda bulunmakta ve boyları çok küçüktür. Kars ve Ardahan il sınırları içerisinde kalan bu önemli sulak alanlarda tespit edilen bu türler ekzotik ve istilacı türler olup; ne zaman, nasıl, neden ve kimler tarafından bu göllere aşılandığı bilinmemektedir (www.yabantv.com/haber/5704-

cildir-golunde-israil-tehdidi,
<http://www.milliyet.com.tr/cildir-golu-nun-simgesi-sari-sazanlar-ardahan-yerelhaber-2337638/>,
<http://www.milliyet.com.tr/cildir-golu-nde-israil-sazani-tehdidi-gundem-1336231/>,
https://tr.wikipedia.org/wiki/Akta%C5%9F_G%C3%B6l%C3%BC).

Bu istilacı türler belirtilen göllerde özellikle doğal balık türleri üzerinde büyük bir baskı oluşturarak doğal balık popülasyonlarının belirgin olarak azalmasına neden olduğu belirtilmektedir, (<http://www.milliyet.com.tr/cildir-golu-nde-israil-sazani-tehdidi-gundem-1336231/>).

Çıldır Gölü;

Çıldır Gölü Ardahan ve Kars illerinin ortak gölüdür. %60'ı Ardahan, %40'ı Kars'a aittir. Doğu Anadolu Bölgesi'nin en büyük tatlı su ve en büyük ikinci gölüdür. Deniz seviyesinden 1959 m yükseklikte bulunan gölün en derin noktası 42 m ve tektonik bir göldür. Birçok dere ve pınarlarla beslenmekte olan gölün tek çıkışı kuzeybatısında yer alan Ermenistan sınırında bulunan Arpaçay kolu olan Telek çayıdır. Doğu Anadolu Bölgesi'nin en büyük tatlı gölü olmasının yanı sıra, ikinci büyük gölüdür.



Şekil 1. Çıldır gölü haritası

(https://www.google.com/search?q=%C3%A7%C4%B1d%C4%B1r+g%C3%B6l%C3%BC+haritas%C4%B1&rlz=1C1NHXL_trT

z=1C1NHXL_trTR755TR755&source=lnms&tbm=isch
 &sa=X&ved=0ahUKEwi0u7uc3sffAhVSKywkHZKFB

Aktaş Gölü;

Aktaş Gölü; Ardahan ili ile Gürcistan sınırında bulunan tektonik oluşumlu bir göldür. Gölün yarısı Gürcistan sınırları içerisinde. Toplam alanı 27 km² olan gölün 14 km² ülkemize aittir. Rakımı 1.798 m olan göl Çıldır ilçe sınırlarındadır. Sığ olan gölün en derin yeri 10 m kadardır. Gölün kuzey kıyılarında Gürcistan-Türkiye Aktaş sınır kapısı yer alır.



Şekil 2. Aktaş gölü haritası

(https://www.google.com/search?q=akta%C5%9F+g%C3%B6l%C3%BC+haritas%C4%B1&rlz=1C1NHXL_trT
 R755TR755&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi8t96438ffAhXHh6YKHTYnCRMQ_AUIDygC
 &biw=1366&bih=608#imgrc=jlAkgw3lIf-HyM:)

Aygır Gölü,

Aygır Gölü, Doğu Anadolu Bölgesinde, Kars İli Susuz ilçesi sınırlarındadır. Kars'a yaklaşık 33 km. Susuz ilçesine ise yaklaşık 15 km. mesafededir. Aygır Gölü'nün alanı 2941km², derinliği 30 m, denizden yüksekliği 2300 m'dir.



Şekil 3. Aygır gölü haritası

(https://www.google.com/search?rlz=1C1NHXL_trTR755TR755&ei=n9MoXPzrCsePmgW2zqSYAQ&q=ayg%C4%B1r+g%C3%B6lü+haritas%C4%B1&oq=ayg%C4%B1r+g%C3%B6lü+haritas%C4%B1&gs_l=psy-ab.3..35i39.22577.23291..24504...0.0..0.228.761.0j4j1.01.gws.wiz.0i71j35i304i39.5D_aItzz1LU)

2. MATERYAL METOD

2013-2014 yıllarında 3 ayda bir Aygır, Çıldır ve Aktaş göllerinden göl balık faunasını belirlemek için düzenli olarak yereldeki balıkçılara balık örnekleri toplatıldı. Toplanan balık örnekleri literatüre göre teşhis edildi.

3. BULGULAR

Göllerde Tespit Edilen Ekzotik ve İstilacı Türler

Astacus leptodactylus (tatlı su istakozu)

Omnivor bir canlı su altı bitkileri aşırı derecede tüketmekte, aynı zamanda diğer canlıların yumurtalarını yemektedir.



Şekil 4. *Astacus leptodactylus* (tatlı su istakozu)

Carassius gibelio (İsrail sazani)

Karnivor bir balıktır, diğer hayvanların yumurtalarını yiyerek onların çoğalmalarını kısıtlar. Diğer hayvanların besin rekabetçisidir. Adaptasyon kabiliyeti çok yüksektir. Erişkin dişi bir yılda kendi ağırlığının %30'u kadar yumurta bırakır



Şekil 5. *Carassius gibelio* (İsrail sazani)

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Gölün ve çevresinin biyoçeşitliliğini belirlemek amacıyla; Aygır, Çıldır ve Aktaş göllerinde yapılan arazi çalışmasında yerli ve doğal balık türlerinin yanı sıra yoğun olarak İsrail sazani ve tatlı su istakozu yakalanmıştır. Literatüre ve yereldeki insanların beyanlarına göre doğal balık türlerinin hızla azaldığı ancak İsrail sazani ve tatlı su istakozu popülasyonlarının hızla arttığı belirtilmiştir (Duru 2012, Zengin vd 2012, Şengör vd 2008). İsrail sazani erginlerinin diğer balık türlerinin yumurtalarını ve larvalarını yiyerek doğal popülasyonlarının azalmasına sebep olmaktadır. Tatlı su istakozu ise göl ekosistemindeki su altı bitkileri ile birlikte balık yumurtalarını da tükettikleri için doğal popülasyonların yoğunluklarının azalmasına sebep oldukları anlaşılmıştır. Ekosistemin doğal yapısının ve doğal popülasyonlarının dengesinin bozulması çevreyi olumsuz olarak etkileyecektir.

Ülkemizin birçok tatlı su ve göllerinde varlığı bilinen bu türlerin sularımıza ne zaman, nasıl ve ne şekilde hangi amaçla aşılandıkları tam olarak bilinmemektedir. Çıldır gölündeki doğal balık faunasından elde edilen gelir yereldeki insanların ikincil gelir kaynağını oluşturmakta iken bu türlerin göllere aşılanmasından sonra durum değişmiştir. Göllerdeki doğal balık faunası giderek

zayıflamış ve keyifle tüketilen lezzetli yerli balıkların görülme sıklığı azalmış, doğal ve yerli balıklar dip kısımlara doğru çekilmiş ve boyları oldukça küçülmüştür.

Göllerdeki verimlilik bu ekzotik ve istilacı türler tarafından azalmış ve insanlar neredeyse ikincil gelir kaynaklarını kaybetmek üzere olduklarını belirtmişlerdir.

Ülkemizin birçok tatlı su ve göllerinde aynı sıkıntılarının varlığı bilinmektedir. Yakın gelecekte bu tip tatlı sularımızın doğal zenginliği ortadan kalkacak ve ekosistemin işleyişi değişecektir. Bu tip sulak alanların, sürdürülebilirliği ile doğal yaşam alanlarının ve ekosistem geleceği için acilen; kamu ve STK'ların yereldeki insanlarla bir araya gelerek bu soruna çözüm üretilmeleri gerekmektedir.

Çalışılan bu önemli sulak alanlarda doğal yaşamı alt üst eden ekzotik ve istilacı türler İsrail sazani (*Carassius gibelio*) ve tatlı su istakozu (*Astacus leptodactylus*) türlerinin göllerden temizlenmesi önerilmektedir.

5. KAYNAKLAR

Duru O., 2012, Kars volkanik platosunun Çıldır (Ardahan İli) kuzeyindeki bölümünün volkanostratigrafisi, petrografisi ve jeokimyası, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 208 s.

Keskin M., Pearce J.A., Mitchell J.G., 1998. Volcano-stratigraphy and geochemistry of collision-related volcanism on the Erzurum-Kars Plateau, North Eastern Turkey, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, (85): 355-404.

Keskin M., Pearce J.A., Kempton P.D., Greenwood P., 2006. Magma -crust interactions and magma plumbing in a postcollisional setting: Geochemical evidence from the Erzurum-Kars volcanic plateau, Eastern Turkey. *Geological Society of America Special Paper*, (409): 475-505.

Şengör A.M.C., Özeren S., Keskin M., Sakıncı M., Özbakır A.D. KAYAN I., 2008. Eastern

Turkish high-plateau as a small Turkish type orogen. *Earth Sciences Reviews*, (90): 1-48.

Zengin M., Yerli S.V, Dağtekin M, Akpınar İ.Ö, 2012. Çıldır Gölü Balıkçılığında Son Yirmi Yıla Meydana Gelen Değişmeler. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 8 (2): 10-24.

Ardahan'ın Çıldır Gölü'nde buzlar kırılarak avlanan balıkların başında sarıbalık gelir. Çıldır Gölü'nde İsrail Sazanı tehdidi-YabanTV www.yabantv.com/haber/5704-cildir-golunde-israil-tehdidi, 30.12.2018.

Çıldır Gölü. ARDAHAN <http://www.turkiyesulakalanlari.com/cildir-golu/>, 30.12.2018.

Çıldır Gölü'nün Simgesi Sarı Sazanlar, 'Sessiz Sedasız' Yok Oluşun Eşiğinde <http://www.milliyet.com.tr/cildir-golu-nun-simgesi-sari-sazanlar-ardahan-yerelhaber-2337638/>, 30.12.2018.

Çıldır Gölü'nde İsrail sazani tehdidi <http://www.milliyet.com.tr/cildir-golu-nde-israil-sazani-tehdidi-gundem-1336231/> 30.12.2018.

Çıldır Gölü Haritası. https://www.google.com/search?q=%C3%A7%C4%B1ld%C4%B1r+g%C3%B6lü%C3%BC+haritas%C4%B1&rlz=1C1NHXL_trTR755TR755&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKewi0u7uc3sffAhVSKYwKHZKFB, 30.12.2018.

Aktaş Gölü haritası https://www.google.com/search?q=akta%C5%9F+g%C3%B6lü%C3%BC+haritas%C4%B1&rlz=1C1NHXL_trTR755TR755&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKewi8t96438ffAhXHh6YKHTYnCRMQ_AUIDygC&biw=1366&bih=608#imgsrc=jlAkgw3lIf-HyM

Aygır Gölü Haritası. https://www.google.com/search?q=akta%C5%9F+g%C3%B6lü%C3%BC+haritas%C4%B1&rlz=1C1NHXL_trTR755TR755&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKewi8t96438ffAhXHh6YKHTYnCRMQ_AUIDygC&biw=1366&bih=608#imgsrc=jlAkgw3lIf-HyM., 30.12.2018.



Yüksek Kaliteli ZnO Filmin Üretimi için Çözeltilerin Hazırlanmasında Ultrasesin Etkisi

Gökhan SAVAROĞLU*¹, Saliha ILICAN²

¹Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 26480, Eskişehir

²Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 26470, Eskişehir

(İlk Gönderim / Received: 31.10.2018, Kabul / Accepted: 31.12.2018, Online Yayın / Published Online: 31.12.2018)

Anahtar Kelimeler

Ultrases,
Parçacık dağılımı,
Optik özellikler

Özet: Çinko oksit (ZnO) filmler, gaz sensörü ve güneş pili uygulamalarında ve UV-fotodetektörde yaygın olarak kullanılmaktadır. Filmlerin üretiminde çözelti başlangıçlı metotlar, düşük maliyetli sistemler olması nedeniyle tercih edilmektedir. Bununla birlikte, elde edilen filmlerin kalitesi zayıftır. Çözeltinin özellikleri, yüksek kaliteli ZnO filmi elde edilebilmesi için çok önemlidir. Bu çalışmada, çözeltinin hazırlanma aşamasında, sırasıyla ZnO kaynağı, çözücü ve sabitleyici olarak çinko asetat dihidrat, 2-metoksietanol ve monoetanolamin (MEA) kullanılmıştır. Berrak ve homojen bir çözelti hazırlanmıştır. Hazırlanan bu çözeltiye, %50 genlikte farklı sürelerde (0, 15, 30, 45, 60 dakika) ultrases (20kHz; 350W) uygulanmıştır. Bu çalışmada, ultrases uygulanmış ve uygulanmamış çözeltilerin parçacık dağılımı ve optik özellikleri gibi özelliklerine, ultrases uygulama süresinin etkisi araştırılmıştır. Hazırlanan çözeltilerin ultrasona maruz kalmasının bir sonucu olarak, çözeltide agregasyon olduğu düşünülmektedir.

Effect of Ultrasound on Preparation of Solutions for Grown of High Quality ZnO Film

Keywords:

Ultrasound,
Particle distribution,
Optical properties

Abstract: ZnO film widely have been used as antireflection layer in solar cells, gas sensors, UV-photodetectors. Solution methods have been preferred for deposition of films because of low-cost system. However, the quality of the films is poor. The properties of the solution are very important for obtaining high quality ZnO film. For this study, in preparation step of the solution, zinc acetate dihydrate, 2-methoxyethanol and monoethanolamine (MEA) were used as a ZnO source, solvent and stabilizer, respectively. A clear and homogeneous solution was prepared. The prepared solution was exposed with ultrasound (20kHz; 350W) for different times (0, 15, 30, 45, 60 min). In this work, it was investigated effect of ultrasound expose time on the solution properties such as optical properties and particle distributions of solution which are exposed and unexposed ultrasound. As a result of exposure of the prepared solutions to ultrasound, it is thought to be aggregation in solution.

*İlgili yazar: gsavarog@ogu.edu.tr

1. GİRİŞ

Çinko oksit (ZnO) yarıiletkeni, yüksek optik geçirgenliğe, elektriksel iletkenliğe ve geniş optik bant aralığına sahip olması yanında, çevreye dost ve ucuz bir malzeme olması nedeniyle son yıllarda ilgi çekmektedir (Özgür ve Morkoç, 2006). Bu üstün özellikleri nedeniyle de kendine hem endüstriyel alanda hem de teknolojik alanda oldukça geniş bir yelpazede kullanım alanı bulmaktadır. ZnO toz ya da film formunda üretilebilir; pişik kremleri ve güneş kremleri başta olmak üzere kozmetik alanda, güneş pili, gaz algılama sensörleri, UV-fotodetektörler, piezoelektrikler, varistörler, transistörler ve süperkapasitör gibi farklı optoelektronik ve elektronik alanlarda kullanılabilen üstün özellikli bir malzemedir (Morkoç ve Özgür, 2009; Çağlar ve ark., 2015; Sathya ve ark., 2012; Zhu ve Zeng, 2017; Raj ve ark., 2017; Liu ve ark., 2010; Levinson ve Philipp, 1986).

ZnO filmleri, yüksek maliyetli sistemler yanında, püskürtme, kimyasal banyo depolama (CBD) ve sol jel gibi oldukça basit ve ucuz çözelti yöntemleri kullanılarak da üretilebilir (Ilican ve ark., 2017; Ilgu ve ark., 2014; Aryanto ve ark., 2017; Imai ve ark., 2018). Ancak çözelti başlangıçlı yöntemler kullanılarak üretilen filmlerin kalitesi genellikle zayıf olmakta ve sonuçta istenilen fiziksel özelliklere sahip filmler her zaman elde edilememektedir. Film üretiminde yönteme bağlı film depolama parametreleri kadar, çözelti parametreleri de film kalitesinde önemli bir role sahiptir. Bu nedenle, kullanılan çözeltinin özellikleri yüksek kaliteli ZnO filmi üretiminde oldukça önemlidir.

Ultrases, insan duyma eşiği sınırları dışında frekansa (20kHz-1GHz) sahip ses dalgalarıdır. Canlı dokuya zarar vermemesi ve uygulanan bölgede ısı ve basınç oluşturması nedeniyle, medikal alanda hem teşhis hem de tedavi alanlarında oldukça fazla kullanılmaktadır. Endüstriyel alanda ise, metalleri toz haline getirmede, kemirici hayvanları ortamdaki uzaklaştırmada, çok ince tanecikli çözeltiler hazırlamada, gıdaların kurutulmasında, sütü sterilize etmede ve daha pek çok alanda kullanılmaktadır (Ulusoy ve

Karakaya, 2011; Kurt, 2013; Tüfekçi ve Özkal, 2015). Yüksek şiddetli ultrases bir sıvıya uygulanırsa, uygulanan ultrases dalgasının genliğine ve frekansına bağlı olarak ilerlediği ortamda fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal etkiler meydana getirir (Mason ve ark., 1996; Got ve ark., 1999; Knorr ve ark., 2004). Düşük frekansta (20kHz-100kHz) ve yüksek şiddetli güç ultrasesi bir ortam içinde ilerlerken kavitasyon oluşturur. Kavitasyon, ultrases dalgaları ortamdaki partiküllerde seyrelme meydana getirdiği anda boşluk biçiminde bir kesilme olur. Bu boşluk ise ortam sıvısının doymuş buharı ile doludur. Sıkıştırma esnasında buhar yoğunlaşır ve boşluk artan basıncın etkisi ile bozulur. Sıkışma son bulduğunda ortamda hızla buharlaşan etrafı çevrili sıvı içinde, saniyelik şok dalgaları oluşur. “Kavitasyon” olarak adlandırılan bu olay sonucunda 1000 atm'nin üzerinde basınç ve büyük bir enerji açığa çıkar. Bu enerji, kabarcıkların bulunduğu bölgeyi ısıtır ve kimyasal reaksiyonlara neden olur. Kavitasyon baloncuklarında, patlama anında yapılarında çok yüksek derecede sıcaklık (yaklaşık olarak 5000 K) ve basınç (tahminen 500 MPa) oluşur. Sıcaklık, frekans ve genlik kavitasyonu etkileyen en önemli parametrelerdir. Ultrases bir ortamda ilerlerken sıkışıp gevşemeler oluşturarak ilerlemektedir. Birkaç akustik devirde baloncuklar oluşur, gelişir ve yükselir. Bu baloncuk yükselmesi ise, mümkün olan en erken sürede çekirdeklenme sürecinin oluşumuna enerji sağlamaktadır. Süspansiyon içinde yeniden çözünmenin gerçekleştiği kristalleşmenin meydana geldiği en düşük süper satürasyondaki çekirdeklenme meydana gelir.

Film üretiminin ilk aşaması olan başlangıç çözeltilerinin hazırlanmasında kullanılan kimyasallar ve hazırlama reçetesi, kullanılacak yönteme göre değişiklik göstermektedir.

Bu çalışmada sol jel yöntemi için çözelti hazırlanmıştır. Daha kaliteli ZnO film üretmek için kullanılmak üzere hazırlanan çözeltilere farklı sürelerde ultrases uygulanmıştır. Bu sürelerin çözeltinin parçacık dağılımı ve optik özelliklerine etkisi araştırılmıştır.

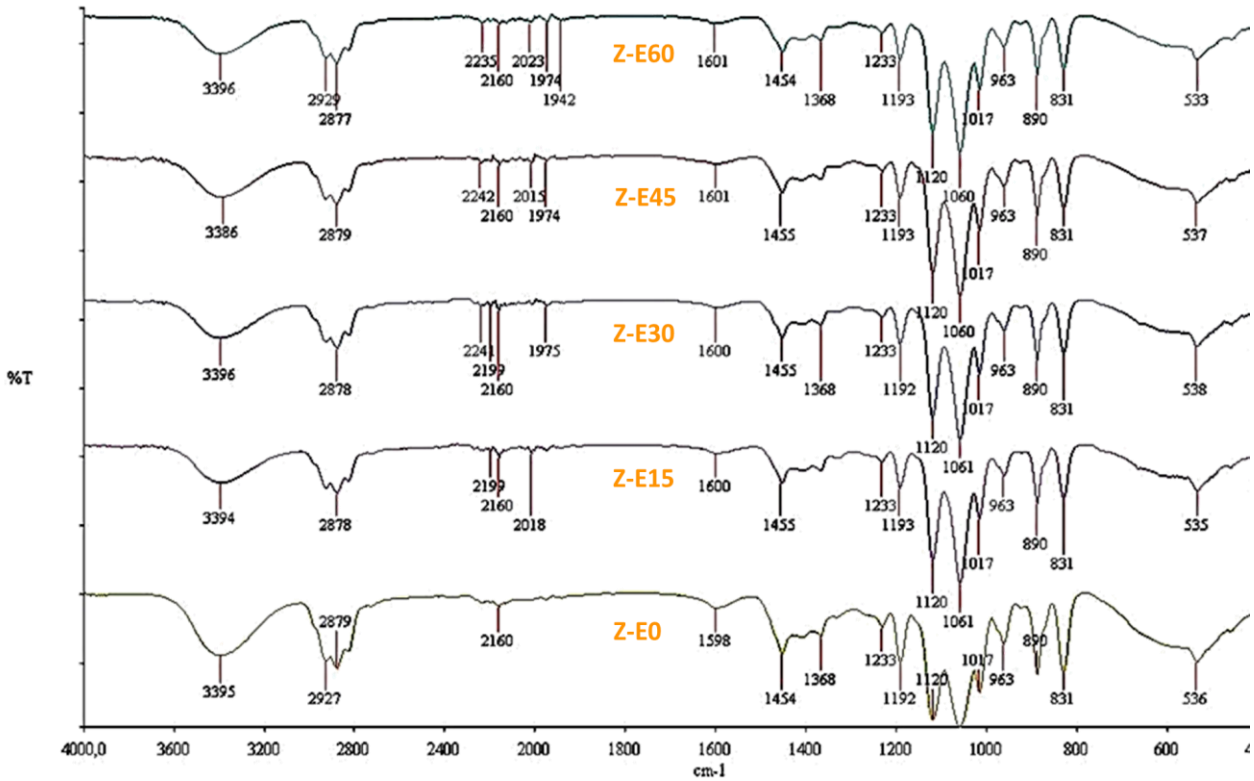
2. MATERYAL VE METOT

Çözelti başlangıç tuzu, çözücü ve sabitleyici olarak sırasıyla, çinko asetat dihidrat ($Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$; ZnAc; 99,999% saflıkta; Sigma-Aldrich), 2-metoksietanol ($C_3H_8O_2$; $\geq 99,9\%$ saflıkta; Sigma-Aldrich) ve monoetanolamin ($NH_2(CH_2)_2OH$; MEA; $\geq 99\%$ saflıkta; Merck) kullanılmıştır. Çözelti 0,2M hazırlanmıştır. MEA/ZnAc molar oranı 1,0 olarak sabit tutulmuştur. Berrak ve homojen bir çözelti elde etmek amacıyla, $60^\circ C$ sıcaklığa ayarlanan manyetik karıştırıcıda 2 saat karıştırılmıştır. Hazırlanan çözelti ultrases uygulanmadan önce, bir gün karanlık ortamda ve oda sıcaklığında bekletilmiştir. Son aşamada hazırlanan çözeltilere, farklı sürelerde (0, 15, 30, 45, 60 dakika) ultrases dalgası (20kHz; 350W) QSONICA marka Q700 model sonikatör kullanılarak uygulanmıştır. Çözeltiler, uygulanan ultrases süresine göre Z-E0, Z-E15, Z-E30, Z-E45 ve Z-E60 olarak kodlanmıştır.

Hazırlanan çözeltilerin Fourier dönüşümlü kızılötesi (FTIR) spektrumları Perkin Elmer Spectrum 100 FTIR Spektrometre kullanılarak, $4000-400\text{ cm}^{-1}$ bölgesinde KBr pelet tekniği kullanılarak sıvı fazda alınmıştır. Parçacık dağılımı ve Zeta potansiyeli Malvern Zetasizer kullanılarak oda sıcaklığında ölçülmüştür. Kuvartz küvetlere konulan çözeltilerin absorbanans spektrumları Shimadzu-2550 spektrofotometre yardımıyla 300-800 nm dalgaboyu aralığında alınmıştır. Ultrases uygulanmış ve uygulanmamış çözeltilerin özellikleri birbirleri ile kıyaslanmıştır.

3. BULGULAR

FTIR spektroskopisi, bir malzemenin kimyasal bağları hakkında bilgi edinmek için kullanılan bir teknik olup, o malzemenin elemental bileşenlerini tanımlamada kullanılmaktadır. Ultrases uygulanmış ve uygulanmamış çözeltilerin FTIR spektrumları Şekil 1' de verilmiştir.



Şekil 1. Çözeltilere ait FTIR spektrumları

Çözeltilere ait O-H ve Zn-O germe, H-O-H bükme titreşimlerine ait piklerin dalgasayıları Tablo 1’de verilmiştir. Bu tabloya göre, O-H germe ve H-O-H bükme titreşimlerine ait piklerin dalgasayısı değerleri uygulanan ultrases süresi ile artarken, Zn-O germe titreşimlerine ait piklerin dalgasayısı değerlerinin azalma eğiliminde olduğu görülmektedir.

Tablo 1. Çözeltilerin FTIR spektrumlarına ait pik değerleri

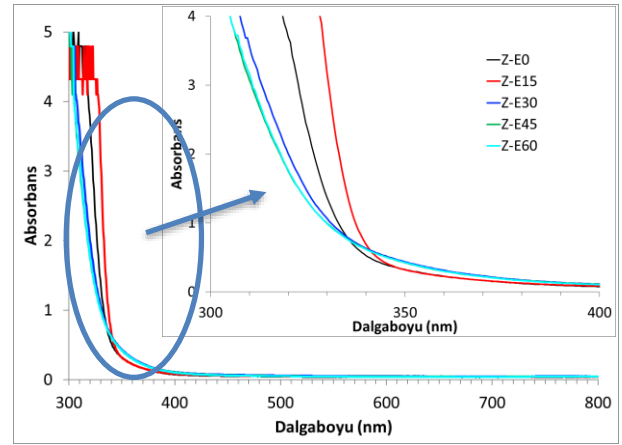
Çözelti kodu	Dalgasayısı (cm ⁻¹)		
	O-H germe	H-O-H bükme	Zn-O germe
Z-E0	3395	1598	536
Z-E15	3394	1600	535
Z-E30	3396	1600	538
Z-E45	3386	1601	537
Z-E60	3396	1601	533

Hazırlanan çözeltilerin morötesi-görünür (UV-vis) bölgede çekilen absorpsiyon spektrumları Şekil 2’de verilmiştir. Bütün çözeltilerin görünür bölgede (400-800 nm) çok düşük absorbansa sahip olduğu görülmektedir. Bu durum, çözeltilerin görünür bölgede çok yüksek optik geçirgenliğe sahip olması anlamına gelmektedir. Morötesi bölgede (300-400 nm) ise absorbans ani artış göstermiştir. Bu spektrum bölgesinde çözeltiler UV ışığa karşı opak davranmakta ve ışınları absorplamaktadır. Çözeltilerin absorpsiyon sınır değerleri 320-340 nm aralığında değişim göstermiş, en büyük sınıra 15 dakika ultrases dalgası uygulanan çözeltide ulaşılmıştır.

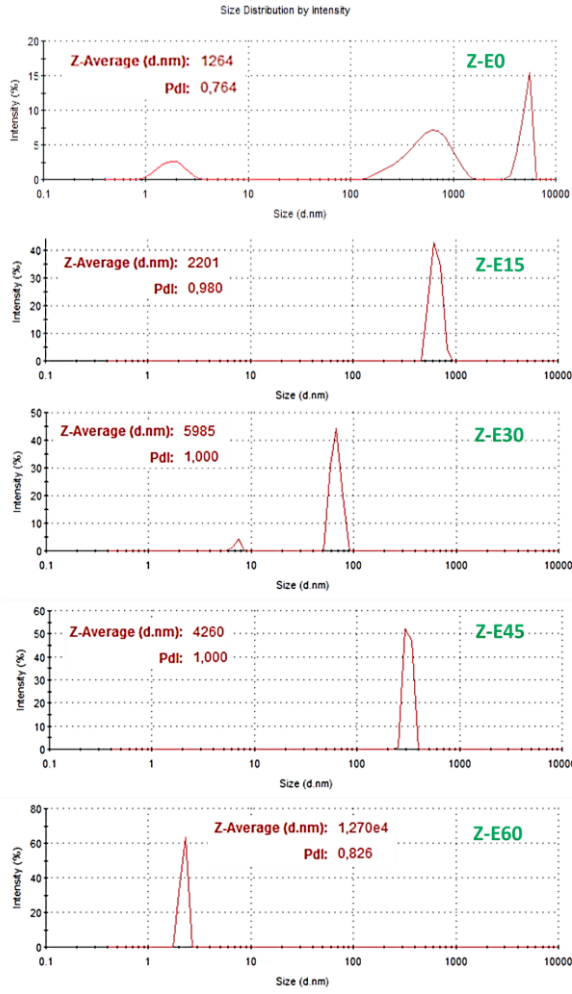
Çözeltideki parçacıkların agregasyonu üzerine ultrases dalgasının etkisini incelemek için parçacık dağılım eğrileri çizilmiştir. Hazırlanan çözeltilerin parçacık dağılım eğrileri

Şekil 3’te verilmiştir. Bu eğrilerden, parçacık büyüklüğü ve polidispersite indeksi (PDI) belirlenmiştir. Ortalama parçacık boyutlarının ultrases uygulama süresi ile artma eğiliminde olduğu ve 1,3 - 12,7 µm aralığında değiştiği belirlenmiştir. PDI değerlerinin de 0,76 değerinden büyük olması yine çözeltilerin mikron boyutlu parçacıklardan oluştuğunu doğrulamaktadır. Bu durum, beklenenin aksidir. Çünkü çözeltiye ultrases uygulamasıyla, çözeltideki parçacıkların boyutlarının daha da küçülerek nanoparçacıkların oluşması beklenmekteydi. Ancak, çözeltiye ultrases uygulanması sonucu, agregasyon olduğu düşünülmektedir.

Hazırlanan çözeltilerin Zeta potansiyel dağılım eğrileri Şekil 4’te verilmiştir. Ultrases uygulama süresinin, çözeltilerin parçacık agregasyonunda önemli bir rol oynadığı ve bu çalışmada, çözeltiyi oluşturan parçacıkların, daha fazla süre ultrases dalgasına maruz kalmasıyla, beklenenin aksine, parçacıkların bir araya toplanarak daha büyük mikron boyutlu parçacıkların oluştuğu belirlenmiştir.



Şekil 2. Çözeltilere ait absorbans spektrumları

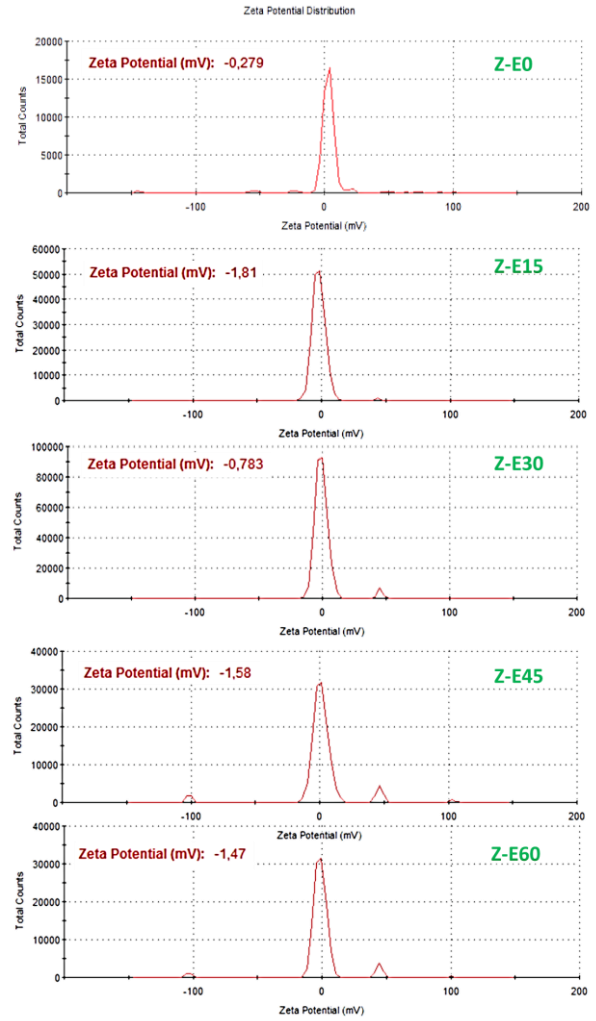


Şekil 3. Çözeltilere ait parçacık dağılım eğrileri.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, sol jel yöntemi ile ZnO filmi üretiminde kullanılan çözelti hazırlanarak, daha kaliteli film elde edebilmek için öngörülen çözeltilere farklı sürelerde ultrases dalgası uygulanmıştır. Sonrasında, FTIR ve absorpsiyon spektrumları alınmış ve Zeta potansiyel ölçümleri yapılmıştır. Ultrases uygulanan ve uygulanmayan çözeltiler arasında optik özellikleri açısından az da olsa bir değişim gözlenmiştir.

20 kHz ile 100 kHz arası frekansa sahip ultrases uygulanan çözeltilerde, fiziksel ve kimyasal değişimler meydana gelmektedir. Bu değişimlerden biri, çözeltideki parçacık



Şekil 4. Çözeltilere ait Zeta potansiyel dağılım eğrileri.

boyutlarının parçalanarak küçülmedir. Bunun sonucunda, çözelti sisteminde önemli değişiklikler gözlenecektir (Wu ve ark., 2013). Ancak yapılan bu çalışmada, beklenildiği gibi, ultrasese maruz kalan çözelti parçacıklarının küçülerek nanoparçacıklar haline dönüşmesi gibi bir durumun olmadığı; aksine, uygulanan ultrasesin çözeltide agregasyona neden olup, mikro boyutlarda parçacıkların topaklandığı belirlenmiştir. Bu durumun uygulanan ultrases dalgasının fazla enerjiye sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca, çözeltideki agregasyonu engellemek için, çözelti hazırlanma aşamasında farklı bir reçete de kullanılabilir. Bu nedenle bir sonraki çalışmada, farklı şiddetlerde enerjili ultrases

dalgaları kullanılarak, çözeltinin parçacık boyutuna etkisinin değişimi araştırılması planlanmıştır.

5. KAYNAKLAR

- Aryanto D., Jannah W. N., Masturi, Sudiro T., Wismogroho A. S., Sebayang P., Sugianto, Marwoto P. (2017). Preparation and structural characterization of ZnO thin films by sol-gel method. *Journal of Physics: Conference Series*, 817, 012025.
- Caglar Y., Caglar M., Ilican S., Aksoy S., Yakuphanoglu F. (2015). Effect of channel thickness on the field effect mobility of ZnO-TFT fabricated by sol gel process. *Journal of Alloys and Compounds*, 621, 189-193.
- Got F., Culioli J., Berge P., Vignon X., Astruc T., Quideau J. M., Lethiecq M. (1999). Effects of high-intensity high frequency ultrasound on ageing rate, ultrastructure and some physico-chemical properties of beef. *Meat Science*, 51, 35-42.
- Ilgu G., Caglar Y., Ilican S., Caglar M., Ruzgar S. (2014). The Effect of Sol Concentration on the Structural and Electrical Parameters of Nanostructure ZnO Films by Sol Gel Dip Coating. *Journal of Nanoelectronics and Optoelectronics*, 9(5), 618-623.
- Ilican S., Gorgun K., Caglar Y., Caglar M. (2017). Influence of Irradiation Time on Structural, Morphological Properties of ZnO-NRs Films Deposited by MW-CBD and Their Photodiode Applications. *Journal of Nanomaterials*, 2017, 1-12.
- Imai M., Watanabe M., Tominaga H., Yoshino K., Ogomi Y., Shen Q., Toyoda T., Minemoto T., Hayase S. (2018). Growth Mechanism of ZnO Thin Films Grown by Spray Pyrolysis Using Diethylzinc Solution. *Physica status solidi (a)*, 215, 1700406.
- Knorr D., Zenker M., Heinz V., Lee D.-U. (2004). Applications and potential of ultrasonics in food processing. *Trends in Food Science Technology*, 15, 261-266.
- Kurt Ç. (2013). Yüksek Güçlü Ultrases İşleminin Fermente Süt İçeceğinin Fiziksel Özelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Levinson L., Philipp H. R. (1986). Zinc Oxide Varistors - A Review. *American Ceramic Society Bulletin*, 65(4), 639-646.
- Liu K., Sakurai M., Aono M. (2010). ZnO-Based Ultraviolet Photodetectors. *Sensors*, 10, 8604-8634.
- Mason T. J., Paniwnyk L., Lorimer J. P. (1996). The uses of ultrasound in food technology. *Ultrasonics Sonochemistry*, 3, 253-260.
- Morkoç H., Özgür, Ü. (2009). Zinc Oxide: Fundamentals, Materials and Device Technology. Wiley Company, Germany, 488.
- Özgür Ü., Morkoç H. (2006). Optical Properties of ZnO and Related Alloys. In: Zinc Oxide Bulk, Thin Films and Nanostructures Processing, Properties and Applications, Jagadish C. and Pearton S. (eds), Elsevier Science, 175-239.
- Raj C. J., Rajesh M., Manikandan R., Sim J. Y., Yu K. H., Park S. Y., Song J. H., Kim B. C. (2017). Two - Dimensional Planar Supercapacitor Based on Zinc Oxide / Manganese Oxide Core / Shell Nano - architecture. *Electrochimica Acta*, 247, 949-957.
- Sathya M., Claude A., Govindasamy P., Sudha K. (2012). Growth of pure and doped ZnO thin films for solar cell applications. *Advances in Applied Science Research*, 3 (5):2591-2598.
- Tüfekçi S., Özkal S. G. (2015). Gıdaların Kurutulmasında Ultrases Kullanımı. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 21(9), 408-413.
- Ulusoy K., Karakaya M. (2011). Gıda Endüstrisinde Ultrasonik Ses Dalgalarının Kullanımı. *Gıda*, 36 (2), 113-120.
- Wu, T. Y., Guo, N., Teh, C. Y., Hay, J. X. W. (2013). Advances in Ultrasound Technology for Environmental Remediation, Springer, Netherlands.

Zhu L., Zeng W. (2017). Room-temperature gas sensing of ZnO-based gas sensor: A review. *Sensors and Actuators A*, 267, 242-261.

Koyunağılı (Mihalıççık) Linyitlerinin Yıkanabilirliğinin Araştırılması

Zeyni ARSOY¹, Hakan ÇİFTÇİ*¹, Bahri ERSOY¹

¹Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 03200, Afyonkarahisar

(İlk Gönderim / Received: 05.10.2018, Kabul / Accepted: 31.12.2018, Online Yayın / Published Online: 31.12.2018)

Anahtar Kelimeler

Linyit,
Kömür,
Kömür yıkama,
Yüzdürme batırma.

Özet: Bu çalışmada, Koyunağılı (Mihalıççık/Eskişehir) linyitlerinin yıkanabilirliği incelenmiştir. Yapılan kısa analiz sonuçlarına göre tüvenan linyit numunesinin kuru bazda %53,47 kül, %18,59 karbon ve 2720 kcal/kg'lık alt ısıl değeri (AID) verdiği ve ASTM standardına göre "liniyit B" grubu kömür sınıfına dahil olduğu tespit edilmiştir. Linyit numunesi üç farklı tane boyut grubuna (-90+20, -63+20, -45+20 mm) ayrılarak her bir grup için yüzdürme-batırma deneyleri ayrı ayrı yapıldı. Deneylerde ZnCl₂ tuzu kullanılarak hazırlanan 1,4-1,5-1,6-1,7 ve 1,8 g/cm³ yoğunluğa sahip ağır ortamlar kullanıldı. Temiz kömür elde etmek için gerekli olan optimum ağır ortam yoğunluğunun her grup için 1,6 g/cm³ olduğu belirlendi ve her bir tane boyut grubu için ayrıca yıkanabilme numarası (W_N) hesaplanarak en yüksek yıkanabilme numarası (12,22) -45+20 mm grubu için bulundu.

Investigation of the Washability of the Koyunağılı (Mihalıççık) Lignites

Keywords:

Lignite,
Coal,
Coal washing,
Flotation sinking.

Abstract: In this study, washability properties of Koyunağılı (Mihalıççık / Eskişehir) lignites were examined. According to the results of the short analysis, raw lignite sample can be defined as "lignite B" group coal according to ASTM standards with its %53,47 dry base ash, % 18,59 carbon and 2720 kcal/kg lower calorific value. The lignite sample was divided into three different particle size groups (-90+20, -63+20, -45+20 mm) and flotation-sinking tests were performed for each group. Heavy medias with a density of 1,4-1,5-1,6-1,7-1,8 g/cm³ prepared using the ZnCl₂ salt were used. The optimum heavy media density required to obtain clean coal was determined to be 1.6 g/cm³ for each group. In addition, the washability number (WN) was calculated for each group and the highest washability number (12,22) was found for the group -45+20 mm.

*İlgili yazar: hakanciftci86@gmail.com

1. GİRİŞ

Maden ocaklarından üretilmiş ham kömürler beraberinde genellikle pirit, kalsit, silikat, karbonat, sülfat ve karmaşık yapıli mineraller bulundurur ve bu minerallerin tamamına kül adı verilir. Kül oranı yüksek olan kömürler düşük kaliteli kömür olarak

adlandırılır ve bu kömürler yanma sonrası geriye çevresel sorunlara yol açan kül minerallerini bırakır. Isı enerjisi olarak kullanılan yüksek kül oranlı kömürler öncelikle kömür yıkama tesislerinde (lavvar) kül minerallerinden mümkün derece arındırılırlar. Lavvar tasarımı öncesinde de kömürün

yıkabilirlik testinin laboratuvar ölçekte yapılması gerekmektedir. Düşük kaliteli kömürün yıkabilirliği bir dizi yüzdürme ve batırma testinin sonuçlarını gösteren eğriler ile ifade edilir (Mir, 2014). Kömürün yıkabilirlik testi ile kömür damarlarının kalite ve kapsamı, lavvar tesis tasarımı, proses tesis verimi ve yıkama sonrası elde edilecek olan temiz kömür kalitesinin değerlendirilmesi yapılır (Galvin, 2006; Keskin, 1988).

Temiz kömürün özgül ağırlığı 1,2-1,35 g/cm³ iken kül minerallerin özgül ağırlıkları 1,6 – 2,6 g/cm³ değer aralığında olduğu bilinmektedir (Singh, 2015). Parça kömür ve kül minerallerinin özgül ağırlıkları arasında bu şekilde belirgin fark olması sebebiyle kömür yıkama işlemleri yoğunluk farkından yararlanılarak yapılmaktadır. Kömür yıkama proseslerinde yüksek yoğunluklu kül mineralleri ağır ortam banyolarında batırılırken daha düşük yoğunluğa sahip kömür taneleri yüzdürülerek ayırma işlemi yapılır. Tüm bu süreç yüzdürme-batırma olarak adlandırılır. Yüzdürme – batırma deneyleri kömür ile kül minerallerinin yoğunlukları arasında seçilen değişik yoğunluklardaki ağır ortam banyoları ile yapılır. Laboratuvar ölçekteki testlerde ağır ortam olarak genellikle çinko klorür çözeltisi kullanılırken, lavvar tesislerinde kullanılan ağır ortam süspansiyonları ise genellikle su ve öğütülmüş manyetit minerallerinden hazırlanır. Kömür yıkama işlemleri sonucunda tüvenan kömürden genellikle temiz kömür (lave), ara ürün (mikst) ve atık (şist) olarak üç ürün elde edilmektedir (Önal ve Güney, 1998).

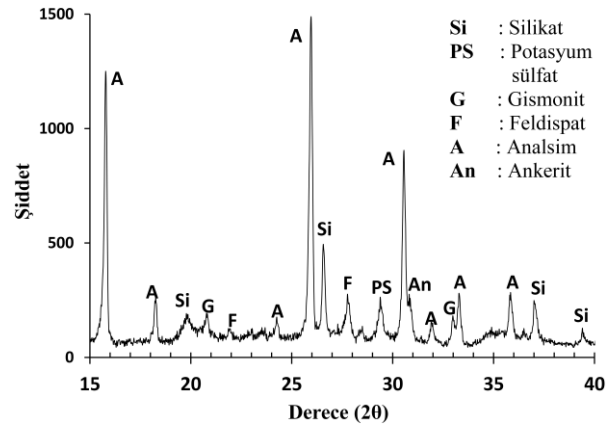
Bu çalışmada, temiz kömür üretimi için Koyunağılı (Mihalıççık/Eskişehir) linyitlerinin yıkabilirliği yüzdürme-batırma deneyleri ile araştırılmıştır. Çalışma kapsamında stok sahasından alınan numuneler farklı tane boyut gruplarına (-90+20, -63+20, -45+20 mm) bölündü ve her bir boyut grubu için farklı yoğunluktaki ağır ortamlarda (1,4-1,5-1,6-1,7-1,8 g/cm³) yüzdürme batırma deneyleri yapıldı. Yapılan deneylerden elde edilen veriler ve hesaplamalar ile Mihalıççık linyitlerinden temiz kömür elde etmek için optimum boyut grubu ve ağır ortam yoğunluğu belirlenmeye çalışıldı.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Deneylerde kullanılan tüvenan linyit kömürü numuneleri, Eskişehir ili Mihalıççık ilçesine bağlı Adularya Enerji Elektrik Üretimi ve Madencilik A.Ş. ye ait Koyunağılı lavvarının stok sahasından alındı. Numunenin mineralojik analizi Shimadzu marka XRD-6000 model X ışınları difraksiyonu cihazında yapılmış olup elde edilen X-Işını spektrumu Şekil 1’de verilmiştir. Buna göre, tüvenan numune içerisinde kömürden başka kül mineralleri olarak analsim, gismonit, feldispat, ankerit ve kil mineralleri tespit edilmiştir.

Numunenin kimyasal içeriğini belirlemek için Rigaku marka ZSX primus II model XRF cihazı kullanılmış olup sonuçlar Tablo 1’de verilmiştir. Linyit numunesinin beklendiği gibi %46,43 gibi yüksek seviyede ateş zaiyatının olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, numune içeriğindeki yüksek SiO₂ ve Al₂O₃ oranları numunede kil minerallerinin olduğu anlamına gelir ve bu sonuç XRD analizi ile de uyum içerisindedir.



Şekil 1. Tüvenan kömürün XRD spektrumu.

Tablo 2’de ayrıca numuneye ait kısa analiz sonuçlarına yer verilmiştir. Tablo 1-2’deki veriler linyit numunesinin önemli miktarlarda inorganik safsızlık içerdiğini göstermektedir. Alt ısıl değer orijinal bazda 2123 kcal/kg olarak tayin edilmiştir ve bu değer teshin (evde kullanım) amaçlı kullanım için çok düşük olarak kabul edilir. Ayrıca yüksek kükürt

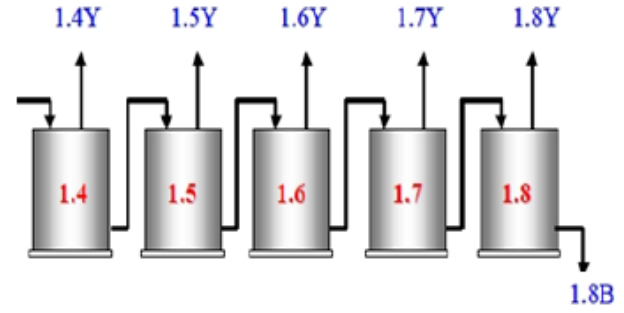
değeri de ciddi hava kirliliğine neden olduğundan bu kömürün ham şekilde şehir merkezlerinde kullanımı uygun değildir. Mevcut ham kömür sadece termik santrallerde yakıt amaçlı kullanılmalı veya teshin kullanımı için yıkama işlemleri ile bünyesinde bulunan safsızlıklar giderilerek yüksek kaliteli kömür elde edilmelidir.

2.2. Metot

Yüzdürme – batırma deneyleri 10 litrelik kovalarda -90+20 mm, -63+20 mm ve -45+20 mm boyut grupları için ayrı ayrı yapıldı. Belirli miktarlarda ZnCl₂ tuzu suda oz nd r lerek 1,4-1,5-1,6-1,7 ve 1,8 g/cm³ yoğunluklu ozelti hazırlandı ve bu ozelti deneylerde ağır ortam olarak kullanıldı.

şekil 2’de de g r ld ği gibi yüzdürme-batırma testleri 1,4 g/cm³ yoğunlukta ağır ortam ile başlatıldı. Bu ozeltide yüzen ürünler alınırken batan ürünler bir üst yoğunlukta

ortama eklenerek aynı işleme son ağır ortamda (1,8 g/cm³) test yapılıncaya kadar devam edildi. Yüzdürme-batırma deneyleri sonunda katı yüzeyinde adsorplanarak biriken çinko ve klor iyonlarını uzaklaştırmak için numuneler su ile birkaç defa yıkandıktan sonra kurularak analizler için hazır hale getirildi.



şekil 2. Yüzdürme-batırma testi diyagramı ve ağır ortam yoğunlukları, Y: yüzen  r n, B: batan  r n.

Tablo 1. Tüvenan kömür numunesinin kimyasal analiz sonuçları.

Bileşim	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	SO ₃	K ₂ O	A.Z.
Miktar (%)	24,10	8,36	6,04	5,55	2,71	1,69	3,91	1,11	46,43

*A.Z. : Ateş zaiyatı

Tablo 2. Tüvenan linyit numunesinin kısa analiz sonuçları.

Kısa Analiz	Orjinal Baz	Havada Kuru	Kuru Baz	ASTM Standart
Toplam nem (%)	18,13	3,45	0,00	D 3302-07
K�l (%)	43,78	51,63	53,47	D 3174-04
Uçucu madde (%)	22,87	26,97	27,93	D 3175-07
Sabit karbon (%)	15,22	17,95	18,59	D 3172
Toplam kükürt (%)	2,20	2,60	2,69	D 3177-02
Üst ısıl değer (kcal/kg)	2337	2756	2854	D 5865-07 ve ISO 1928
Alt ısıl değer (kcal/kg)	2123	2607	2720	D 5865-07 ve ISO 1928

3. BULGULAR

3.1 -45+20 mm Grubu Deney Sonuçları

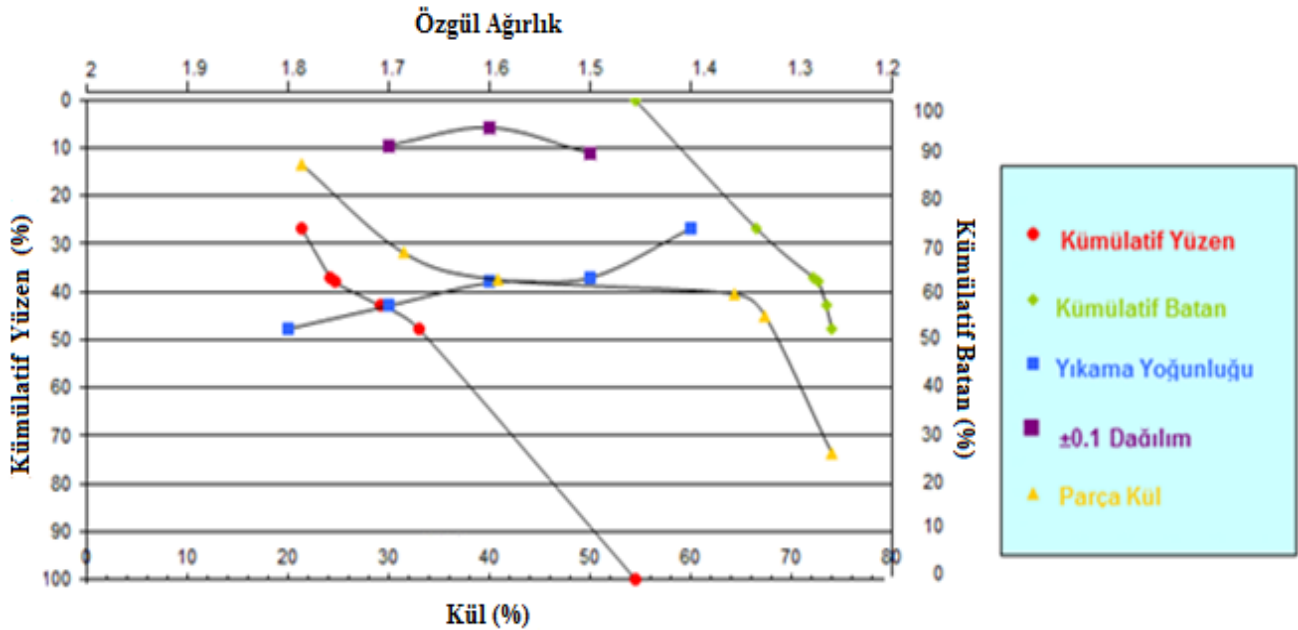
-45+20 mm tane boyut grubuna ait yüzdürme-batırma test sonuçları Tablo 3'de, yüzdürme-batırma eğrileri ise Şekil 3'de verilmiştir. 1,6-1,7 g/cm³ yoğunluklarında $\pm 0,1$ yoğunluk değerleri sırasıyla 5,8 ve 9,6 olarak tespit edilmiştir. Bu durum, söz konusu yoğunluk değerlerinde yapılacak ayırmaların kolay olacağını göstermektedir (Ateşok, 2008). Ayrıca, Şekil 3'deki yıkama eğrilerinden de görüldüğü gibi parça kül eğrisinin yatay bir şekilde olması ayırma işleminin kolay olduğunu

göstermektedir. Bu tane boyut grubu için yapılan testlerde düşük küllü yüzen ürünler 1,6 g/cm³ ve daha küçük yoğunluk değerlerinde elde edileceği görülmektedir. 1,5 g/cm³ yoğunluklu ağır ortamda yapılacak olan ayırmanın da orta güçlükte olacağı belirlenmiştir. Buna göre, -45+20 mm tane boyut grubundaki kömüre uygulanan yüzdürme - batırma deneyleri sonucunda; optimum ayırma yoğunluğu 1,6 g/cm³ olarak seçilmiş olup bu yoğunlukta yapılacak yıkama sonucunda tüvenan kömürden %24,75 kül içeriğine sahip ve kütlece %38,03 temiz kömür elde edilebilir.

Tablo 3. -45+20 mm grubu yüzdürme-batırma test sonuçları.

Ağır Ortam Yoğunluğu (g/cm ³)	Yoğunluk Aralığındaki Malzeme			Kümülatif Yüzen			Kümülatif Batan			± 0.1 Yoğ. Malzeme	
	Miktar (%P)	Kül (%C)	PxC (%)	$\Sigma P \downarrow$	$\Sigma PxC \downarrow$	$\frac{\Sigma PxC}{\Sigma P \downarrow}$	$\Sigma P \downarrow$	$\Sigma PxC \downarrow$	$\frac{\Sigma PxC}{\Sigma P \downarrow}$	Yoğunluk (g/cm ³)	± 0.1 Yoğ. Malz. Miktarı (%)
1,4 Yüzen	26,73	21,49	574,43	26,73	574,43	21,49	100	5495,83	54,96	1,4	-
1,4- 1,5	10,27	31,6	324,53	37	898,96	24,3	73,27	4921,4	67,17	1,5	11,3
1,5- 1,6	1,03	40,87	42,1	38,03	941,06	24,75	63	4596,87	72,97	1,6	5,8
1,6- 1,7	4,79	64,38	308,38	42,82	1249,4	29,18	61,97	4554,77	73,5	1,7	9,6
1,7- 1,8	4,81	76,48	367,87	47,63	1617,3	33,96	57,18	4246,39	74,26	1,8	-
1,8 Batan	52,37	74,06	3878,5	100	5495,8	54,96	52,37	3878,52	74,06	-	-

P: Miktar (%), C: Kül İçeriği (%)



Şekil 3. -45+20 mm grubu yüzdürme-batırma eğrileri.

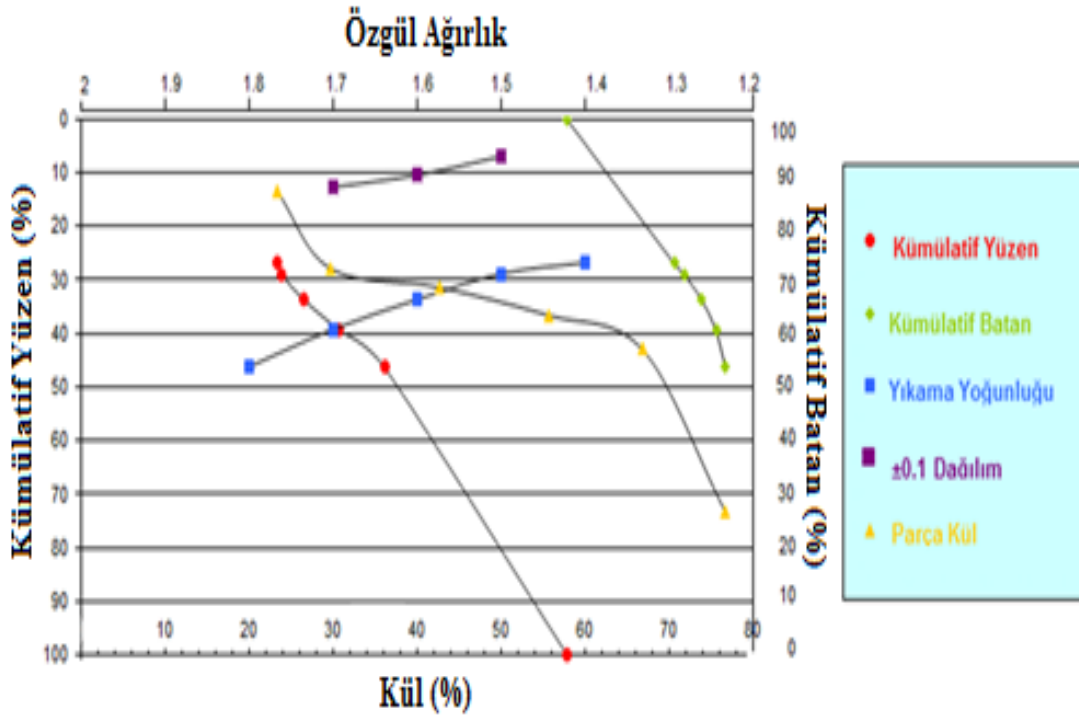
3.1 -63+20 mm Grubu Test Sonuçları

Tablo 4 ve Şekil 4’de -63+20 mm tane boyut grubuna ait yüzdürme-batırma testlerinde elde edilen sonuçlar verilmiştir. Tablo 4’de görüleceği üzere 1,5-1,6 g/cm³ yoğunluklarında $\pm 0,1$ yoğunluk değerlerinin sırasıyla 6,9 ve 10,4 olduğu hesaplanmıştır. Şekil 5’deki parça-kül eğrisinin de yataya yakın konumda olması söz konusu yoğunluk değerlerinde yapılacak ayırmaların kolay olacağı anlamına gelir

(Ateşok 2008). -63+20 mm tane boyut grubu için yapılan testlerde düşük küllü yüzen ürünler 1,6 g/cm³ ve daha küçük yoğunluk değerlerinde elde edileceği görülmektedir. Buna göre, -63+20mm tane boyut grubundaki kömüre uygulanan yüzdürme batırma deneyleri sonucunda optimum ağır ortam yoğunluğu 1,6 g/cm³ olarak kabul edilirse, bu yoğunlukta yapılacak kömür yıkaması sonucunda tüvenan kömürden % 25,97 kül içeriğine sahip ve kütleye % 33,76 miktarında temiz kömür elde edilebilir.

Tablo 4. -63+20 mm grubu yüzdürme-batırma test sonuçları.

Ağır Ortam Yoğunluğu (g/cm ³)	Yoğunluk Aralığındaki Malzeme			Kümülatif Yüzen			Kümülatif Batan			±0.1 Yoğ. Malzeme	
	Miktar (%P)	Kül (%C)	PxC (%)	$\Sigma P \downarrow$	$\Sigma PxC \downarrow$	$\frac{\Sigma PxC}{\Sigma P \downarrow}$	$\Sigma P \downarrow$	$\Sigma PxC \downarrow$	$\frac{\Sigma PxC}{\Sigma P \downarrow}$	Yoğunluk (g/cm ³)	±0.1 Yoğ. Malz. Miktarı (%)
1,4 Yüzen	26,86	23,42	609,06	26,86	609,06	22,68	100	5778,25	57,78	1,4	-
1,4- 1,5	2,08	29,79	61,96	28,94	671,02	23,19	73,14	5169,19	70,68	1,5	6,9
1,5- 1,6	4,82	42,69	205,77	33,76	876,79	25,97	71,06	5107,23	71,87	1,6	10,4
1,6- 1,7	5,58	55,71	310,86	39,34	1187,7	30,19	66,24	4901,46	74	1,7	12,62
1,7- 1,8	7,04	66,9	470,98	46,38	1658,6	35,76	60,66	4590,6	75,68	1,8	-
1,8 Batan	53,62	76,83	4119,6	100	5778,3	57,78	53,62	4119,62	76,83	-	-



Şekil 4. -63+20 mm grubu yüzdürme-batırma eğrileri.

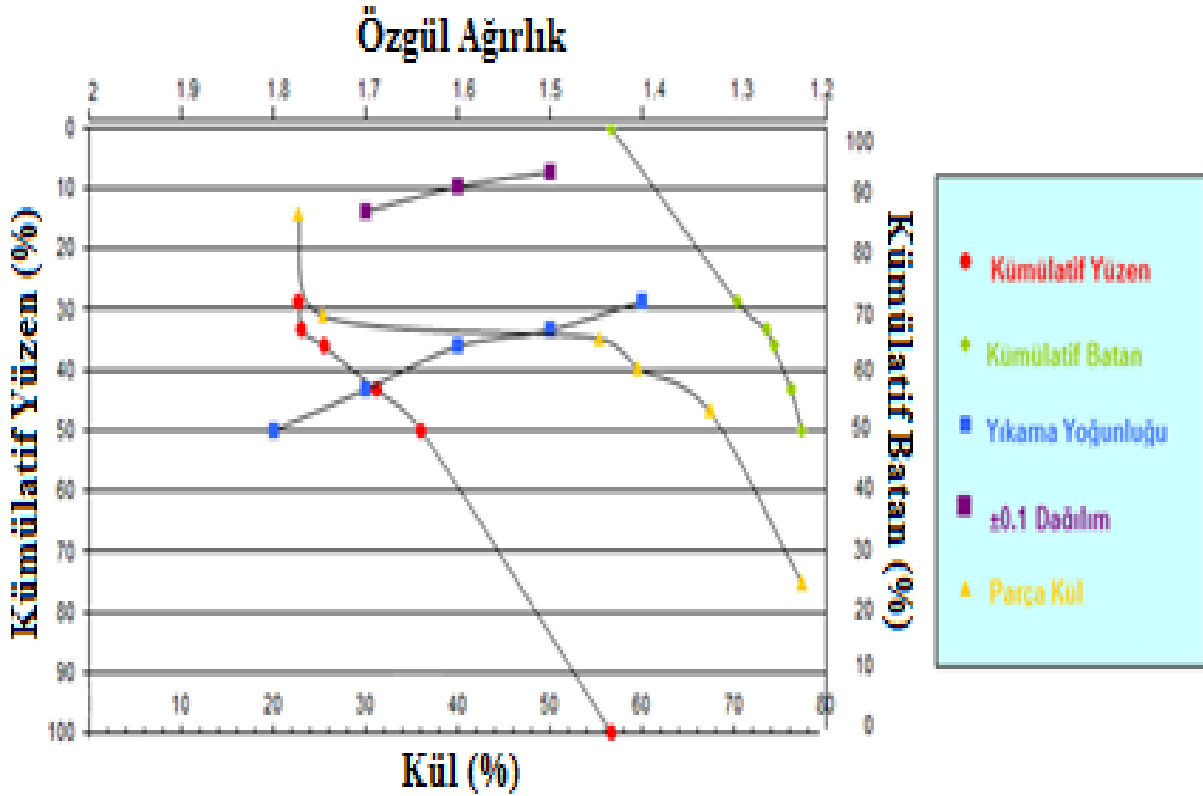
3.3 -90+20 mm Grubu Test Sonuçları

Kömür yıkama testlerinde kullanılan en iri tane boyut grubuna (-90+20 mm) ait yüzdürme-batırma test sonuçları Tablo 5’de, yüzdürme-batırma eğrileri ise Şekil 5’de verilmiştir. 1,5-1,6 g/cm³ yoğunluklarında $\pm 0,1$ yoğunluk değerleri sırasıyla 7,45 ve 9,86 olarak hesaplanmış olup diğer tane boyut gruplarında olduğu gibi bu grup için de 1,5-1,6 g/cm³ yoğunluğunda yapılacak ayırmaların kolay olacağı tespit edilmiştir.

Parça kül eğrisinin de yatay bir şekilde olması (Şekil 5) ayırma işleminin kolay olduğunu göstermektedir. Bu tane boyut grubu için düşük küllü yüzen ürünler 1,7 g/cm³’den küçük yoğunluk değerlerinde elde edilir. Buna göre, -90+20mm tane boyutlarındaki kömüre uygulanan yüzdürme batırma deneyleri sonucunda optimum ayırma yoğunluğu 1,6 g/cm³ olarak seçilecek olursa bu yoğunluktaki ağır ortamda yapılan zenginleştirme sonucunda, %25,81 kül içeriğine sahip ve kütleye %36,12 miktarında temiz kömür elde edilebilir.

Tablo 5. -90+20 mm grubu yüzdürme-batırma test sonuçları.

Ağır Ortam Yoğunluğu (g/cm ³)	Yoğ. Aralığı Malzeme			Kümülatif Yüzen			Kümülatif Batan			±0.1 Yoğ. Malzeme	
	Mikar (%P)	Kül (%C)	PxC (%)	$\Sigma P\downarrow$	$\Sigma PxC\downarrow$	$\frac{\Sigma PxC}{\Sigma P}\downarrow$	$\Sigma P\downarrow$	$\Sigma PxC\downarrow$	$\frac{\Sigma PxC}{\Sigma P}\downarrow$	Yoğunluk (g/cm ³)	±0.1 Yoğ. Malz. Mik. (%)
1,4 Yüzen	28,67	22,79	653,39	28,67	653,39	22,8	100	6627,42	66,27	1,4	-
1,4- 1,5	4,81	25,41	122,22	33,48	775,61	23,2	71,33	5027,92	70,49	1,5	7,45
1,5- 1,6	2,64	55,36	156,71	36,12	932,32	25,8	66,52	4905,7	73,75	1,6	9,86
1,6- 1,7	7,22	59,61	430,38	43,34	1362,7	31,4	63,88	4748,99	74,34	1,7	14,03
1,7- 1,8	6,81	67,36	458,72	50,15	1821,4	36,3	56,66	4318,61	76,22	1,8	-
1,8 Batan	49,85	77,43	3859,9	100	5681,3	56,8	49,85	3859,89	77,43	-	-



Şekil 5. -90+20 mm grubu yüzdürme-batırma eğrileri.

Yıkabilme numarası, çeşitli kömürler arasındaki yıkabilme özelliklerinin karşılaştırılmasında, tüvenan kömürün yıkama öncesinde getirilmesi gereken üst boyutunu ve yıkama prosesinin belirlenmesinde kullanılır. Yıkabilirlik numarası arttıkça kömürün yıkabilirliği de artar (Holuszko and Grieve, 1991; Zhang ve diğ., 2011; Nasir ve diğ., 2012). Yıkabilirlik veriminin değerlendirilmesinde yıkabilirlik numarası (W_N) kullanılır. Yıkabilirlik numarasının hesaplanmasında ise Eşitlik 1-2 kullanılır (Sarkar and Das, 1974; Sanders and Brooks, 1986; Ünlü, 1990; Ayhan ve Temel, 2008).

$$N = \left(\frac{a-b}{b} \right) x w \quad (1)$$

$$W_N = \frac{N_{Opt.}}{b_{Opt.}} x 10 \quad (2)$$

Burada; N: yıkabilme derecesi (%), w: temiz kömür miktarı (%), a: tüvenan kömür külü (%), b: temiz kömür külü (%), W_N : yıkabilme numarası, $N_{Opt.}$: optimum yıkabilme derecesi (%) ve $b_{Opt.}$: optimum yıkabilme derecesindeki temiz kömürün külü (%).

Tablo 6'ya göre, en yüksek yıkabilme numarası W_N : 12,22 olarak -45 + 20 mm grubu için bulunmuştur. Bununla birlikte, tane boyutu arttıkça yıkabilme numarasının azaldığı görülmektedir. Yani boyut arttıkça kömürün yıkabilirliği zorlaşmaktadır. Bu durum iri boyutlardaki parçaların kömür ve kil tanelerinden oluşması ve tam serbestleşmenin olmaması ile açıklanabilir.

Tablo 6. Kömür numunelerinin optimum yıkabilme dereceleri ve yıkabilme numaraları.

Özellikler	Boyut Grubu, (mm)		
	-45+20	-63+20	-90+20
Opt.Yıkabilme Derecesi, $N_{opt.}$ (%)	35,64	30,34	31,44
Opt.Yıkama Yoğunluğu, (g/cm ³)	1,60	1,60	1,60
Temiz Kömür Mik. (%)	42,82	39,34	43,34
Kül, (%)	29,18	30,19	31,44
Yıkabilme Num., W_N	12,22	10,05	9,66

4. SONUÇ

Eskişehir-Mihalıçcık linyitlerine $ZnCl_2$ tuzu ile hazırlanmış ağır ortamlarda yapılan yüzdürme-batırma testleri sonucunda her üç grup için de optimum ayırma yoğunluğu 1,6 g/cm³ olarak seçilebilir. Bu yoğunluk değerinde yapılacak ayırmaların kolay olacağı tespit edilmiştir. 1,6 g/cm³ ağır ortam yoğunluğunda yapılacak olan kömür yıkama proseslerinde -90+20 mm grubu için kütlece %36,12 miktarında %25,81 kül içerikli temiz kömür, -63+20 grubu için kütlece %33,76 miktarında %25,97 kül içerikli temiz kömür ve -45+20 grubu için de kütlece %38,76 miktarında %24,75 kül içerikli temiz kömür elde edilebilir. 17/05/2007 tarihinde yayınlanan 26522 sayılı resmî gazetede "Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik" Madde 4'de Sınır Değerlerinin Aşılmadığı İl ve İlçelerde Kullanılacak Yerli Kömürlerin Özellikleri belirtilmiştir. Elde edilen kül içerikleri belirtilen sınır değer (Maksimum %30) altında olduğu için il ve ilçelerde bulunan evlerde ve işletmelerde kullanılmaya uygun olduğu söylenebilir.

Hesaplanan en yüksek yıkabilme numarası 12,22 olarak -45 + 20 mm grubu için bulunmuş ve buna göre Mihalıçcık linyitleri için en uygun yıkama boyutunun -45 + 20 mm olduğu sonucuna varılmıştır.

5. KAYNAKLAR

- Ateşok G. (2014). Kömürün Özellikleri. In: Cevher Hazırlama El Kitabı. Önal G., Ateşok G., Perek K.T. (eds), Yurt Madenciliğini Geliştirme Vakfı Yayınları, İstanbul, 263-284.
- Ayhan F.D., Temel A.H. (2008). Eskişehir-Mihalıçcık Linyitinin Yıkabilme Özelliklerinin Araştırılması. *Madencilik Dergisi*, 47 (4), 35-42.
- Galvin K.P. (2006) Options for Washability Analysis of Coal-A Literature Review. *Coal Preparation*, 26(4), 209-234.

- Holuszko E., Grieve D.A. (1991). Washability characteristics of British Columbia Coals, Mineral Resources Division, British Columbia, 371-379.
- Keskin Y. (1988). Kömür Hazırlama Yöntemleri. TTK Kurumu Genel Müdürlüğü İnsan Gücü Eğitim Şube Müdürlüğü Yayınları, Zonguldak, 232.
- Mir F. (2014). Washability Characteristics of Low Volatile Pakistani Coking Coal by Crushing. *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering*, 2, 502-506.
- Nasir N., Kucerik J., Mamood Z. (2012). A study on the washability of the Azad Kashmir (Pakistan) Coal Field. *Fuel Processing Technology*, 99, 75-81.
- Önal G., Güney A. (1998). Kömür hazırlama yöntemleri ve tesisleri (edt. Orhan KURAL), İstanbul, 269 – 297.
- Sanders G.J., Brooks G.F. (1986). Preparation of the Gondwana coals, 1. Washability characteristics. *International Journal of Coal Preparation*, 3, 105 – 132.
- Sarkar G.G., Das H.P. (1974). A word pattern of the optimum ash levels on cleans from the washability data of typical coal seams. *Fuel*, 53, 73 – 75.
- Singh A.K., Banerjee P.K., Singh P.K., Das A. (2015). Study of washability characteristics of coals from Seam-IX of Jamadoba Colliery of the Jharia basin India. *Energy Exploration & Exploitation*, 33(2), 181–202.
- Ünlü M. (1990). Linyitlerimizin Yıkanabilme Özellikleri ve Yıkanma Olanakları. 3. Uluslararası Cevher Hazırlama Sempozyumu, İstanbul.274-286.
- Zhang Q., Tian Y., Qui Y., Cao J. ve Xiao T., (2011). Study on the washability of the Kaitai coal, Guizhou Province Chani. *Fuel Processing Technology*, 92(3), 692-698.

Düşük ve Yüksek Sıcaklıklarda Kurutulan Patlıcan (*Solanum melongena* L.) Dilimlerinin Kurutma Kinetiği ve Renk Değerleri Açısından En Uygun Kurutma Sıcaklığının Belirlenmesi

Muhammed TAŞOVA^{1*}

¹Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 60000, Tokat

(İlk Gönderim / Received: 06.09.2018, Kabul / Accepted: 31.12.2018, Online Yayın / Published Online: 31.12.2018)

Anahtar Kelimeler

Patlıcan 1,
Etüv 2,
Kuruma Kinetiği 3,
Renk 4.

Özet: Patlıcan taze olarak ve kurutularak birçok yemeğin yapımında kullanılmaktadır. Kuru olarak tüketim isteğinde kurutma havası sıcaklık değerinin iyi belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada patlıcan, konvektif bir kurutucu ile 40, 50, 60, 70, 80 ve 90 °C kurutma havası sıcaklıklarında, 0.5 cm kalınlığında daire şeklinde dilimlenerek kurutulmuş ve kuruma kinetiği ile bir kalite göstergesi olan son renk değerleri belirlenmiştir. Kurutma işlemlerinde ürün nemi içerikleri yaş baza göre % 10-13 seviyelerine kadar devam edilmiştir. 40, 50, 60, 70, 80 ve 90 °C kurutma sıcaklıkları için belirlenen ortalama kuruma süreleri sırasıyla; 1085, 435, 235, 175, 105 ve 90 dakika olarak belirlenmiştir. Üründen birim zamanda uzaklaşan nem oranları ince tabakalı kurutma modellerinde işlenerek kuruma eğrilerini en iyi tahmin eden matematiksel model belirlenmiştir. Eğriler oluşturulurken literatür de meyve ve sebzeler için en yaygın olarak kullanılan Page, Midilli-küçük ve Yağcıoğlu modellerinde işlenmiştir. Kullanılan tüm modellerin kabul edilebilir güvenilirlik değerleri $p < 0.001$ olarak belirlenmiştir. Tüm kuruma modelleri içerisinde en yüksek R² değeri Midilli-Küçük modelinde belirlenmiştir. Kurutulmuş son ürünlerin renk kalitesi açısından önemli olan, kroma ve kahverengileşme indeks değerleri bakımından tazeye en yakın değerler 50°C kurutma sıcaklığında belirlenmiştir. Bu sıcaklıkta belirlenen değerler; kroma (C): 16.47, hue°: 77.49, toplam renk değişimi: 56.02 ve kahverengileşme indeksi ise: 29.79 olarak belirlenmiştir.

Determination of Optimum Drying Temperature in Terms of Drying Kinetics and Color Values of Eggplant (*Solanum melongena* L.) Slices Dried at Low and High Temperatures

Keywords:

Eggplant 1,
Etuv 2,
Drying Kinetic 3,
Color 4.

Abstract: Eggplant is used fresh and dried to make many food. Drying temperature must be well determined in the process of drying the eggplant. In this study, it was dried in a hot air convective dryer at the drying air temperatures of 40, 50, 60, 70, 80 and 90 °C by slicing in 0.5 cm thickness. During the drying process, the content of the product was kept in the range of % 10-13 according to the age base. The average drying times determined for the drying temperatures of 40, 50, 60, 70, 80 and 90 °C are respectively; 1085, 435, 235, 175, 105 and 90 minutes. The mathematical model, which predicts the drying curves best by processing the moisture rates moving away from the unit time in thin layer drying models, has been determined. While creating the curves, Page, Midilli-Küçük and Yağcıoğlu models which are most commonly used in the literature were selected. Acceptable reliability values of all models used were determined as $p < 0.001$. The highest R² value in all drying models was determined in the Midilli-Small model. The closest values to the freshness of the dried end products were determined at the drying temperature of 50 °C in terms of the chromaticity and browning index values which are important in terms of color quality. Color values determined at this temperature; chrome (C): 16.47, hue °: 77.49, total color change value: 56.02, and browning index value: 29.79

*İlgili yazar: hakanciftci86@gmail.com

1. GİRİŞ

Ülkemizde yaygın bir şekilde yetişen *Solanum melongena* L. bitkisi Solanaceae familyasının bir üyesi olup ve tropik-subtropik bölgelerde daha kaliteli bir şekilde yetişmektedir. Yaklaşık 1500 yıldan beri bilinen bu sebze taze tüketim şekline alternatif olarak birçok şekilde tüketilmektedir (Chen and Li, 1996; Karcıoğlu ve ark., 2011). Patlıcan özellikle Çin, Hindistan, İran ve Türkiye’de çok fazla yetiştirilmekte ve ülkemizde ortalama yıllık 800 bin ton üretilmektedir (FAO, 2015; Kutlu ve İşçi, 2016). Yapısındaki besin değerleri incelendiğinde 100 g taze üründe ortalama 24 kalori enerji ve farklı oranlarda ise protein, yağ, karbonhidrat, A, B ve C gibi vitaminlerini içermektedir (Akkuş, 2015; Kamer ve ark., 2016). Bununla beraber kurutulmuş patlıcandaki mineral, karbonhidrat ve protein değerleri tazeye göre kıyaslandığında daha yüksek değerler aldığı bilinmektedir (Ulusal Gıda Kompazisyonu, 2015; Kutlu ve İşçi, 2016).

Taze patlıcanın ortalama nem içeriğinin kuru baza göre 12.75 kg ve ortalama su aktivite değerinin ise 0.925 gibi yüksek nem değerlerine sahip bir ürün olduğu ifade edilmektedir (Adiletta and etl., 2014). Bu nedenle patlıcan hasat edildikten sonra uzun süre bozulmadan saklanamamakta ve bundan dolayı da genellikle ya soğuk ortam koşullarında ya da kurutularak depolanmaktadır.

Patlıcan 15 °C sıcaklığa sahip bir soğuk ortamda ancak 10 gün kadar bozulmadan saklanabilmektedir. Soğukta muhafaza yönteminde hem ürün raf ömrünün kısa olması hem de enerji tüketim ve ilk yatırım maliyetleri açısından pahalı olmasından dolayı çok fazla tercih edilmemektedir (Hu and etl., 2010; Santacatalina and etl., 2016). Soğukta muhafaza yöntemindeki bu olumsuz durumlar, kurutularak depolama yöntemine göre nispeten daha az ve bunun yanında ürünler kurutularak alternatif olarak da tüketilebilmesinden dolayı üreticiler tarafından çok daha fazla tercih edilmektedir. Kurutma işlemiyle tarımsal ve gıda ürünlerinin bünyelerindeki yüksek nemi

içeriği bozulmadan saklanabileceği kritik bir nem seviyesine kadar düşürülmektedir. Bu esnada ürünün fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinde değişiklikler meydana gelmektedir. Ürünler kurutulurken renk ve besin değerlerinde önemli değişiklikler olmaktadır. Ürünler kurutulurken genellikle güneşe veya gölgeye serilerek kurutulmaktadır. Ancak yapılan bu doğal kurutma yöntemlerinde, kurutma işlemleri uzun sürmekte ve dolayısıyla besin değerleri çok fazla kaybolmaktadır. Bununla beraber doğal kurutma yöntemlerinde yine çevreden gelen zehirli gaz ve böceklerin ürünlere konarak sağlıksız olmasına neden olmaktadır. Bu sebeple daha hijyenik kuru ürünlerin elde edilebilmesi ve kurutma işlemlerinin daha hızlı gerçekleştirilmesi için kurutma işlemlerinin yapay kurutucularda yapılması gerekmektedir.

Kurutma işlemlerinde özellikle patlıcan gibi piyasa değeri yüksek olan kurutulmuş ürünlere kurutma sıcaklığının iyi belirlenmesi gerekmektedir (Günhan, 2005). Literatürde; Azadbakht and etl. (2017), akışkan yataklı bir kurutucuda üç farklı kurutma havası sıcaklıkları (40, 50 ve 60 °C) ve hızlarında (3, 5 ve 7 m/sn) yapılan kurutma işlemlerinin ekserji analizlerinin belirlenmesi, Brasiello and etl. (2017), 1.2 m/sn hava hızında 50, 60 ve 70 °C kurutma havası sıcaklıklarında kurutulan patlıcanın dilimlerinin kuruma ve büzüşme görüntülerini matematiksel modellerle açıklanması, Bulut and etl. (2017), imal ettikleri solar tip bir hibrit kurutucuda ortalama 45 °C hava sıcaklığında kuruttukları patlıcan dilimlerinin kuruma performansının belirlenmesi, Colucci and etl. (2018) patlıcanın ultrason destekli dondurarak yapılan kurutucuda farklı koşullar altında kuruttukları patlıcan dilimlerinin antioksidan değerlerini belirlemesi gibi konularda çalışmalar yapılmıştır. Literatür taraması sonucunda 70 °C üzerindeki kurutma havası sıcaklıklarında kurutulan patlıcanın renk değerleri ve kuruma performansı konusunda bir bilgiye rastlanılmamıştır.

Tarımsal ve gıda ürünlerin kalite değerleri hakkında en önemli kriterlerden birisi

renktir. Tarımsal ürünlerde meydana gelen olumsuz renk değişimleri ürünlerin market değerlerini önemli seviyede etkilemektedir (Krokida and etl., 2000; Adiletta and etl., 2016). Yüksek sıcaklıklarda (70 °C <) kurutulan patlıcan dilimlerinde renk değerleri konusunda istatistiki tazeye daha açıdan yakın değerlerin alınması durumunda üreticilere yeni bir kurutma havası sıcaklığının da denebilir olduğu tavsiye edilecektir. Eğer bu hedef olumlu sonuçlanırsa bundan sonra yüksek sıcaklıkta yapılacak patlıcan kurutma işlemlerinin daha kısa sürede yapılmasına ve dolayısıyla da ticari açıdan da zaman kazandıracağı düşünülmektedir.

Bu nedenle çalışma kapsamında 40, 50, 60, 70, 80 ve 90 °C kurutma havası sıcaklıklarında kurutulan patlıcan dilimlerinin ortalama kuruma süreleri, ince tabakalı kurutma eğrileri ve son kalite değeri açısından en uygun renk değerleri belirlenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Kurutma materyali

Nem tayini ve kurutma işlemlerinde kullanılan patlıcan yerel bir pazardan satın alınarak kurutma laboratuvarına getirilmiştir. İşlemler sonlanana kadar ürünler +4±0.5 °C sıcaklığa ayarlanmış bir buzdolabı ortamında saklanmıştır.

2.2. Nem tayini

Kurutma işlemlerine başlamadan önce kurutma materyalinin ilk nem içeriği değerleri belirlenmiştir. Nem tayini işleminde ortalama 20±3 g örnek kullanılarak dörder tekerrür şeklinde gerçekleştirilmiştir. Kurutma havası sıcaklığı 70 °C değerine ayarlanmış bir etüvde belirli aralıklarda ürünler tartılarak ağırlık değişimi sabitlenene kadar kurutulmuştur (Yağcıoğlu, 1999). İlk ve son ağırlıkları bilinen patlıcanın nem içeriği yaş baza (y.b.) göre hesaplanmıştır.

2.3. Kurutma işlemi

Kurutma işlemleri sıcak havalı bir kabin kurutucuda 40, 50, 60, 70, 80 ve 90 °C kurutma sıcaklıklarında yapılmıştır. Kurutma işlemleri üç'er tekerrür halinde yapılarak her tekerrürde ortalama 20±2 g ürün kullanılmıştır. Kurutucu

içerisindeki ürünler belirli sürelerde etüvden çıkartılarak % 1 g hassasiyetinde tartım yapabilen bir terazi ile tartılarak nem içeriği yaş baza göre % 10-13 seviyelerine kadar kurutulmuştur. Karagül ve Taşova (2017), alıç meyvesi kurutma çalışmalarında ürünün nem içeriğini yaş baza göre % 10-13 seviyelerine kadar kuruttuklarını ifade etmişlerdir.

2.4. Etüv kurutucu

Kurutma işlemlerinde kullanılan kurutucunun markası Şimşek Laborteknik olup ST-120 modelidir. Kurutma havası sıcaklığını ayarlamak için kurutucu üzerinde bulunan PID kontrol denetleyicileri kullanılmaktadır. Kurutucu 30-250 °C hava sıcaklıklarında kullanma imkanı sunmaktadır.

2.5. Renk ölçümü

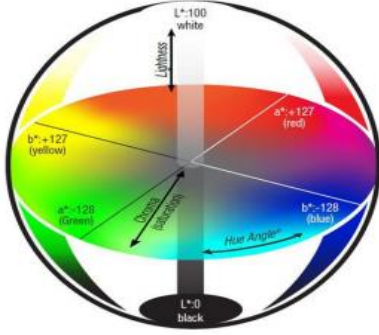
Taze ve kurumuş patlıcan dilimlerine ait renk ölçümleri Japon ürünü Minolta marka CR300 model renk ölçer ile yapılmıştır. Cihaz ile ürünün Hunter Lab Chromameter renk değerleri (L, a, b) değerleri ölçülmüştür.

Bu değerler; " L " patlıcan dilimlerinin parlaklık değerini ifade edip 0-100 arasında değerler almaktadır. " a " kırmızı-yeşil, " b " sarı-mavi renkler ifade etmektedir. Bu değerler (+) işaretli olursa "a" kırmızıyı "b" sarı renkte olduğunu, (-) işaretli değerler alırsa "a" yeşil ve "b" mavi renkte olduğunu ifade etmektedir (McGuire, 1992). Ölçülen L, a ve b değerleri ürün hakkında tek başına bir anlam ifade etmezken bu değerler kullanılarak ürünün ticari renk değerleri hakkında bilgi veren ölçülen renk değerleri kullanılarak hesaplanan kroma, hue açısı, toplam renk değişimi ve kahverengileşme indeks değerleri belirlenmiştir. Bu değerler; **Kroma değeri:** Patlıcan dilimlerine ait rengin tonunu ifade etmektedir. Kroma solgun renklerde düşük canlı renklerde ise yüksek değerler almaktadır. Lopez and etl. (2013), çalışmalarında ürünlerin kroma değerlerini hesaplarken 1 nolu eşitliği kullanmışlardır.

$$C = (a^2 + b^2)^{1/2} \quad (1)$$

Hue değeri: Ürünün ölçülen "a" ve "b" değerleri 360° lik bir renk dairesinde konumlandırarak her açığa karşılık denk gelen

renk ve tonlarının ne olduğu anlaşılabilir (Şekil 1).



Şekil 1. Hue açısının renk radyantı (Agudo and etl., 2014; Sarikulak, 2017)

Şekil 1'e göre kırmızı-yeşil ve sarı-mavi ana renklerle ara renklere karşılık gelen açılar görülebilmektedir. Hue renk açısı değeri hesaplanırken 2 nolu eşitlik kullanılmıştır (Vega-Gálvez and etl., 2012; Taşova ve Güzel, 2017).

$$h^{\circ} = \tan^{-1}\left(\frac{b}{a}\right) \quad (2)$$

Toplam renk farklılığı: Taze ürünün renk değerlerine göre kurutma sıcaklıkları altındaki toplam renk değişiminin belirlenmesinde kullanılır. Çakır (2015), Darniadi and etl. (2018) ve Tonin and etl. (2018), çalışmalarında toplam renk değişim değerlerini hesaplamak için 3 nolu eşitliği kullanmışlardır.

$$\Delta E = \sqrt{(L_t - L_k)^2 + (a_t - a_k)^2 + (b_t - b_k)^2} \quad (3)$$

Eşitliğe göre; L_t , a_t ve b_t değerleri sırasıyla taze patlıcan dilimlerinin parlaklık,

kırmızı-yeşillik ve sarılık-mavilik renk değerlerini ifade ederken, L_k , a_k ve b_k değerleri ise kurutulmuş ürüne ait renk değerlerini ifade etmektedir.

Kahverengileşme indeksi: Patlıcanın kahverengileşme indeksini ifade eden "BI" ve bu değer hesaplanmasında kullanılan "x" katsayısının hesaplanmasında sırasıyla Plou and etl. (1999), 4 ve 5 nolu eşitlikleri kullanmışlardır.

$$BI = \frac{[100(x - 0,31)]}{0,17} \quad (4)$$

$$x = \frac{a + (1,75xL)}{[(5,645xL) + (a - (3,012xb))]} \quad (5)$$

Kuruma eğrisi: Kurutulan dört farklı sıcaklık değerinde ölçülen süreye bağlı ağırlık değişimlerinin kuruma oranları belirlenmiştir. Süreye bağlı ayrılan nem oranı değerlerini hesaplamak için Kılıç (2017), Darniadi and etl. (2018), Pestaño and etl. (2018) 6 nolu eşitliği kullanmışlardır.

$$ANO = \frac{M - M_e}{M_0 - M_e} \quad (6)$$

ANO: Ayrılabilir nem oranı

M: Ürünün anlık nem içeriği

M_e : Ürüne ait verilen durumdaki denge nemi

M_0 : Ürünün başlangıç nem içeriği

En uygun ince tabakalı kuruma eğrilerini oluşturmak için literatürde yaygın olarak kullanılan Page, Midilli-Küçük ve Yağcıoğlu modelleri seçilmiştir. Modellere ait eşitlikler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. İnce tabakalı matematiksel kuruma modelleri

No	Model İsmi	Eşitlik
1	Page	$MR = \exp(-h \cdot (t^j))$
2	Midilli küçük	$MR = h \cdot \exp(-j \cdot (t^k)) + (1 \cdot t)$
3	Yağcıoğlu	$MR = k \exp(-h \cdot t) + j$

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Kuruma verileri

Kurutma patlıcan dilimlerinin yaş baza (y.b.) göre ortalama nem içeriği % 93.10 olarak belirlenmiştir. Uygulanan kurutma şartlarındaki sıcaklık değerleri ürünün kuruma sürelerini etkilediği ve hava sıcaklığı ile kuruma süreleri arasında ters bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Patlıcanın ortalama son nem değerleri (y.b.) ile kuruma süreleri

Bu bilgiye yapılan farklı kurutma çalışmalarında da rastlanılmıştır. Aral and Beşe (2016), konvektif bir kurutucuda 50, 60 ve 70 °C sıcaklıklarda yaptıkları alıç meyvesi kurutma çalışmasında sıcaklığın, ürünün kurumasında önemli etki ettiği ve sıcaklık değerinin artmasıyla kuruma sürelerinde büyük oranda azalmaların olduğunu belirlemişlerdir. Koukouch and etl. (2015), zeytin posasını konvektif güneş enerjili kurutucu ile 45, 60 ve 80 °C kurutma havası sıcaklarında yaptıkları çalışmada sıcaklığın artmasıyla ürünün kuruma sürelerinde azalmanın olduğu ve ortalama kuruma sürelerini sırasıyla; 220, 195 ve 120

dakika olarak belirlediklerini ifade etmişlerdir. Naderinezhad and etl. (2016), konvektif kurutucu ile farklı hava sıcaklıkları ve hızlarında yaptıkları kurutma çalışmalarında sıcaklık değerinin artmasıyla ürünün kuruma sürelerinde önemli oranda azalmanın olduğunu ifade etmişlerdir. Huddar and etl. (2018), kaju meyvesi kurutma çalışmalarında sıcaklığın artmasıyla ürünün kuruma oranlarında artma ve kuruma sürelerinde ise önemli oranda azalmalar olduğunu ifade etmişlerdir.

3.2. Kuruma modellerine ait katsayılar, "R²" ve "p" değerleri

Uygulanan kurutma sıcaklıklarında patlıcan dilimlerinin süreye bağlı nem oranı değerleri kullanılarak ince tabakalı kuruma eğrileri oluşturulmuştur. Kuruma eğrilerine ait belirlenen katsayı, güvenilirlik (p) ve kararlılık (R²) değerleri belirlenmiştir (Çizelge 3).

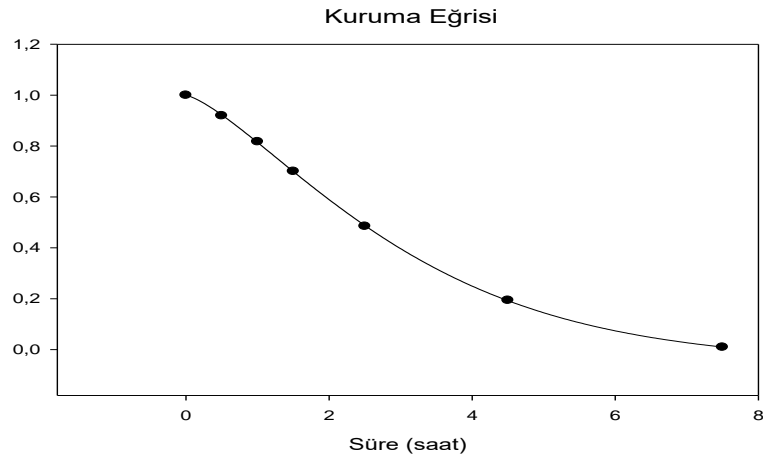
Tüm kurutma şartları için oluşturulan kuruma modellerinin güvenilirlik değeri p< 0.001 olarak belirlenmiştir. Kullanılan modeller içerisinde en yüksek R² değeri 50 °C kurutma havası sıcaklığında Midilli Küçük modelinde belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 2. Patlıcanın ortalama son nem değerleri (y.b.) ile kuruma süreleri

Sıcaklık Değerleri	Ortalama Son Nem Değerleri (y.b.) (%)	Kurutma Süreleri (dakika)
40 °C	9.29	1085
50 °C	11.82	435
60 °C	10.00	235
70 °C	11.69	175
80 °C	10.21	105
90 °C	11.48	90

Çizelge 3. İnce tabakalı kurutma modellerine ait hesaplanan değerler

Sıcaklık Değerleri	Kurutma Modelleri	R ²	p
40 °C	Yağcıoğlu	0.9890	p< 0.0001
	Midilli-Küçük	0.9937	p< 0.0001
	Page	0.9697	p< 0.0001
50 °C	Yağcıoğlu	0.9944	p< 0.0001
	Midilli-Küçük	0.9999	p< 0.0001
	Page	0.9993	p< 0.0001
60 °C	Yağcıoğlu	0.9990	p< 0.0001
	Midilli-Küçük	0.9993	p< 0.0001
	Page	0.9798	p< 0.0001
70 °C	Yağcıoğlu	0.9988	p< 0.0001
	Midilli-Küçük	0.9988	p< 0.0001
	Page	0.9870	p< 0.0001
80 °C	Yağcıoğlu	0.9965	p< 0.0001
	Midilli-Küçük	0.9979	p< 0.0001
	Page	0.9809	p< 0.0001
90 °C	Yağcıoğlu	0.9935	p< 0.0001
	Midilli-Küçük	0.9995	p< 0.0001
	Page	0.9688	p< 0.0001

Çizelge 4. 50 °C kuruma sıcaklığındaki Midilli-Küçük modeline ait kuruma eğrisi

Çizelge 5. Ölçülen ortalama renk değerlerinin istatistiksel farklılıkları

Sıcaklık Değerleri	L	a	b
Taze	72.92 ^a	-0.68 ^d	13.49 ^d
40 °C	67.13 ^b	1.96 ^{bc}	18.16 ^{abc}
50 °C	70.75 ^{ab}	3.64 ^a	16.43 ^c
60 °C	68.01 ^b	2.82 ^{ab}	19.74 ^a
70 °C	63.20 ^c	2.11 ^{bc}	17.13 ^c
80 °C	69.12 ^{ab}	1.20 ^c	19.39 ^{ab}
90 °C	70.11 ^{ab}	2.67 ^{abc}	17.70 ^{bc}

Çizelge 6. Hesaplanan renk değerleri

Kurutma yöntemi ve sıcaklıkları	C	h°	ΔE	BI	
Etüv	Taze	13.51	-87.04	-	-
	40 °C	18.31	83.84	55.09	33.19
	50 °C	16.84	77.49	56.02	29.79
	60 °C	19.99	81.90	52.36	36.86
	70 °C	17.32	81.39	49.33	33.37
	80 °C	19.54	32.68	55.74	33.87
	90 °C	18.07	81.50	56.10	31.29

Bu model aynı zamanda tüm kuruma sıcaklıklarında oluşturulan kuruma eğrilerini en iyi tahmin eden ince tabakalı matematiksel model olarak ta belirlenmiştir.

3.3. Renk değerleri

Taze ve kurutulmuş patlıcan dilimlerine ait ölçülen ortalama renk değerleri belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5' e göre kurutulan ürünlere ait ölçülen L, a ve b değerleri tazeye göre uzaklaşmışlardır. İstatistiksel açıdan tazeye göre ölçülen a ve b değerlerindeki farklılık tüm kurutma havası sıcaklıklarında önemli olurken, L değerinde ise tazeye göre sadece 50, 80 ve 90 °C sıcaklıklarda istatistiksel açıdan farklılığın çok daha az olduğu görülürken,

çalışma kapsamında amaçlanan hedef doğrultusunda patlıcanın parlaklık değeri açısından yüksek sıcaklıklarda da (< 70 °C) kurutma işlemlerinin yapılabileceği tespit edilmiştir. Bununla beraber ölçülen renk değerleri kullanılarak hesaplanan renk değerleri de belirlenmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6' ya göre kurutulmuş ürünlere ait hesaplanan renk değerlerinin hepsi de tazeye göre farklı oldukları belirlenmiştir. Kurutulmuş ürünlerin kalitesi hakkında önemli bilgi veren ve ölçülen renk değerleri kullanılarak hesaplanan kroma ve kahverengileşme indeks değerleri kurutulmuş patlıcan dilimleri için önemli bir renk kriteridir. Hesaplanan değerler incelendiğinde 50 °C kurutma sıcaklığında

belirlenen renk değerlerinin 90 °C ile kıyaslandığında birbirlerine çok yakın olduğu, ancak tazeye göre 50 °C’ de belirlenen değerlerin biraz daha yakın olduğu görülmektedir. Bulgulara göre patlıcan kurutma işleminde 50 °C kurutma sıcaklığının seçilmesinin renk değerleri açısından daha uygun olacağı, bununla beraber kuruma süresinin daha öncelikli olduğu durumlarda ise alternatif olarak 90 °C’ nin de seçilebileceği belirlenmiştir. Martins and etl. (2011), yaptıkları çalışmalarında, sıcaklık değeri ile üründeki Maillard reaksiyonlarının arttığı ve dolayısıyla renk değerlerini de önemli oranda etkilediğini ifade etmişlerdir. Rufián-Henares and etl. (2013), farklı şartlarında yaptıkları kırmızıbiber kurutma çalışmalarında, 50 °C sıcaklığın üzerindeki şartlarda Maillard reaksiyonunun arttığı ve renk değerlerini büyük miktarda etkilediğini belirlemişlerdir. Aydoğdu and etl. (2015), konvektif ve mikrodalga destekli infrared kurutucularla yaptıkları patlıcan kurutma çalışmalarında, sıcaklık ve güç değerlerinin artmasıyla parlaklık ve kırmızılık değerlerinin daha fazla değiştiğini belirlemişlerdir. Adiletta and etl. (2016), üç farklı (50, 60 ve 70 °C) kurutma havası sıcaklıklarında yaptıkları patlıcan kurutma çalışmalarında, L parlaklık değeri istatistiksel açıdan düşük sıcaklıklarda tazeye göre daha yakın değerler alırken a ve b değerlerinde ise önemli farklılıkların oluştuğunu ifade etmişlerdir. Doymaz ve Aktaş (2018), farklı ön uygulama ve kurutma havası (40, 50, 60 ve 70 °C) sıcaklıklarında yaptıkları patlıcan kurutma çalışmalarında, kararmanın en fazla 70 °C kurutma sıcaklığında meydana geldiğini ifade etmişlerdir.

4. SONUÇ

Patlıcan içerdiği besin değeri ve gıda alanındaki kullanımlarından dolayı önemli bir tarımsal üründür. Aynı zamanda kurutulmuş en fazla tüketilen ürünlerden birisidir. Çalışma kapsamında etüv kurutucu ile farklı kurutma sıcaklıklarında yapılan patlıcan kurutma çalışmasında ürünün ortalama kuruma süreleri, yaş baza göre son nem değerleri, ince tabakalı kuruma eğrileri, kuruma eğrilerini en tahmin

eden kuruma modelleri ve son kalite değeri bakımından önemli olan renk değeri açısından en uygun kurutma havası sıcaklık değeri belirlenmiştir.

Bulgulara göre belirlenen sonuç ve öneriler;

1) Yapılan çalışmada kurutma sıcaklığının değişimi patlıcanın kuruma kriterleri ve kalite değerlerinin belirlenmesinde önemli bir kriter olduğu görülmüştür.

2) Çalışma kapsamında en uzun kurutma işleminin 40 °C kurutma sıcaklığında 1085 dakika sürdüğü ve en kısa olan kurutma işleminin ise 90 °C kurutma sıcaklığında 90 dakika sürdüğü belirlenmiştir.

3) İşlenen kuruma modellerinin hepsi de kullanımlarının güvenilir olduğu ve aralarında en yüksek R² değeri Midilli-Küçük modelinde belirlenmiştir.

Kuru patlıcanın piyasa ve kalite değerleri açısından önemli bir göstergesi olan kroma ve kahverengileşme indeksleri açısından, 50 °C kurutma sıcaklığının 90 °C’ ye göre daha uygun olduğu ancak kuruma süresinin daha önemli durumlarda ise alternatif olarak 90 °C kurutma sıcaklığının da kullanılabileceği önerilmektedir.

5. KAYNAKLAR

- Adiletta G., Iannone G., Russo P., Patimo G., De Pasquale S. Di Matteo M. (2014). Moisture migration by magnetic resonance imaging during eggplant drying: A preliminary study, *International Journal of Food Science and Technology*, 49, 2602-2609.
- Agudo J.E., Pardo P.J., Sánchez H., Pérez A.L., Suero M.I. (2014). A Low Cost Real Color Picker Based on Arduino Sensors, 14 (7):11943-11956.
- Akkuş M. (2015). Yarı Kurak İklim Koşullarında, Farklı Su Seviyelerinde Patlıcanın (*Solanum melongena* L.) Sulama Programlarının Belirlenmesi ve Verim Bileşenlerine Etkisi. Harran Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, syf: 87.
- Aral S., Beşe V. (2016). Convective drying of hawthorn fruit (*Crataegus* spp.): Effect of experimental parameters on drying kinetics, color, shrinkage, and rehydration capacity. *Food Chemistry* 210, 577-584.

- Aydoğdu A., Sumnu G. Şahin S. (2015). Effects of Microwave-Infrared Combination Drying on Quality of Eggplants. *Food Bioprocess Technol*, 8:1198–1210, DOI 10.1007/s11947-015-1484-1.
- Azadbakht M., Torshizi M.V., Ziaratban A. Aghili H. (2017). Energy and exergy analyses during eggplant drying in a bed dryer fluidized. *AgricEngInt: CIGR Journal Open access at <http://www.cigrjournal.org>*, 19 (3), 177-182.
- Brasiello A., Iannone G., Adiletta G., De Pasquale S., Russo P. Di Matteo M. (2017). Mathematical model for dehydration and shrinkage: Prediction of eggplant's MRI spatial profiles. *Journal of Food Engineering* 203, 1-5.
- Bulut H., Boloğur H., Beyazıt N.İ., Demirtaş Y. Işiker Y. (2017). Design and Experimental Analysis of A Solar Hybrid Type Drying System. *International Advanced Researches & Engineering Congress-2017 <http://iarec.osmaniye.edu.tr/>* 16-18 Kasım. Osmaniye.
- Chen N.C. Li H.M. (1996). Cultivation and Breeding of Eggplant. Report by Asian Vegetable Research and Development Center. http://libntrs.avrdc.org.tw/fulltext_pdf/eam0137.pdf
- Colucci D., Fissore D., Rosello C. Carcel J.A. (2018). On the effect of ultrasound-assisted atmospheric freeze-drying on the antioxidant properties of eggplant. *Food Research International* 106, 580–588.
- Çakır M.T. (2015). Güneş Enerjisinden Yararlanarak Tarım Ürünlerinin Kurutulması. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 1(1), 41-56.
- Darniadi S., Ho P. Murray B.S. (2018). Comparison of blueberry powder produced via foam-mat freeze-drying versus spray-drying: evaluation of foam and powder properties. *J Sci Food Agric*; 98: 2002-2010.
- Doymaz İ. Aktaş, C. (2018). Patlıcan dilimlerinin kurutma ve rehidrasyon karakteristiklerinin belirlenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, <https://doi.or/10.17341/gazimmfd.416386>.
- FAO. Gıda ve Tarım Örgütü. (2015). Domates üretim istatistikleri <http://www.fao.org/statistics/en/> (Erişim tarihi: 17 Temmuz 2015).
- Günhan T. (2005). Farklı kurutma havası şartlarının rio grande çeşidi domatesin kuruma karakteristiklerine etkilerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilimdalı, Doktora Tezi, Bornova-İzmir.*
- Hu W., Jiang A., Tian M., Liu C. Wang Y. (2010). Effect of ethanol treatment on physiological and quality attributes of fresh-cut eggplant. *J. Sci. Food Agric.* 90, 1323–1326.
- Hudar V. Kamoji M.A. (2018). Experimental Investigations on Electrical Heat Assisted Drying of Cashew Kernels. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 376, 012093 doi:10.1088/1757-899X/376/1/012093.
- Kamer M.S., Şahin H.E., Sönmez K., İmal M. Kaya, A. (2016). Kabak ve Patlıcan Dilimlerinin Kuruma Davranışının Deneysel İncelenmesi. *KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(2), 1-8.
- Karagül Ş. Taşova M. (2017). Determination of the Optimum Drying Method in Terms of Color Value of Cress (*Lepidium sativum* L.) Leaves Dried by Microwave Method with Pre-treatment and without Pre-treatment. *Journal of New Results in Science*, 6 (2), 24-31.
- Karcıoğlu L., Çömlekçioğlu N., Keser S., Battaloğlu G., Tanış H. Aygan A. (2011). Patlıcan (*Solanum melongena* L.) Kurusunun Antimikrobiyel Aktivitesinin Araştırılması. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 1 (2), 40-44.
- Kılıç A. (2017). Lthv (Low Temperature And High Velocity) Drying Characteristics And Mathematical Modeling Of Anchovy (*Engraulis encrasicolus*). *Gıda The Journal of Food*, 42 (6): 654-665, doi: 10.15237/gida.GD17043.
- Koukouch A., Idliman A., Asbik M., Sarh B., Izrar B., Bostyn S., Bah A., Ansari O., Zegaoui O. Amine A. (2017). perimental determination of the effective moisture diffusivity and activation energy during convective solar drying of olive pomace waste. *Renewable Energy*, 101, 565-574.
- Krokida M.K., Kiranoudis C.T., Maroulis Z.B. Marinos Kouris D. (2000). Effect of pretreatment on color of dehydrated products. *Drying Technology*, 18(6), 1239–1250.
- Kutlu N. İşci A., (2016). Farklı Kurutma Yöntemlerinin Patlıcanın Kurutma Karakteristikleri Üzerine Etkisi ve Kurutmanın Matematiksel Modellenmesi. *Akademik Gıda* 14(1), 21-27.
- Lopez J., Vega Galvez A., Torres M.J., Lemus Mondaca R., Quispe Fuentes I. Di Scala K. (2013). Effect of dehydration temperature on physico-chemical properties and antioxidant capacity of goldenberry (*Physalis peruviana* L.). *Chilean Journal Of Agricultural Research* 73(3), 293-300.

- Martins S.I., Jongen W.M., Van Boekel M.A. (2011). A review of Maillard reaction in food and implications to kinetic modelling. *Trends in Food Science and Technology*, 11, 364-373.
- McGuire R.G. (1992). Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27, 1254 - 1255.
- Naderinezhad S., Etesami N., Najafabady A.P. ve Falavarjani M.G. (2016). Mathematical modeling of drying of potato slices in a forced convective dryer based on important parameters. *Food Science and Nutrition*, 4(1): 110-118, doi: 10.1002/fsn3.258.
- Pestaño L.D., Bautista J.P.T., Leguiab R.J.R.H. Puri S.D.D. (2018). Mathematical Modeling of the Drying Kinetics of Thinly-Sliced Saba (Musa Balbasiana) Using Hot-Air Dryer. *MATEC Web of Conferences* 156, 02004, <https://doi.org/10.1051/mateconf/201815602004>.
- Plo E., Lopez-Malo A., Barbosa-Canovas, G.V., Welti-Chanes J. Swanson, B.G. (1999). Polyphenoloxidase activity and color of blanched and high hydrostatic pressure treated banana puree. *Journal of Food Science*, 64, 42-45.
- Rufián-Henare J.Á., Guerra Hernández, E. García Villanova B. (2013). Effect of red sweet pepper dehydration conditions on Maillard reaction, ascorbic acid and antioxidant activity. *Journal of Food Engineering*, 118, 150-156.
- Santacatalina J.V., Soriano J.R., Carcel J.A. Garcia-Perez J.V. (2016). Influence of air velocity and temperature on ultrasonically assisted low temperature drying of eggplant. *Food and Bioproducts Processing*, 100, 282-291.
- Sarıkulak N. (2017). Kirazın farklı kurutucularda kurutulması ve kalite parametrelerinin belirlenmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Taşova M. Güzel, M. (2017). İstanbul Çeşidi Vişnenin (*Prunus cerasus* L.) Fiziko-Mekanik Özellikleri İle Renk Değerlerinin Belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 6, Özel sayı, 1130-1135.
- Tonin I.P., Ferrari C.C., Da Silva M.G., De Oliveira K.L., Berto M.I., Da Silva V.M. Germer S.P.M. (2018). Performance of different process additives on the properties of mango powder obtained by drum drying. *Drying Technology*, 36(3), 355-365. <https://doi.org/10.1080/07373937.2017.133400>.
- Ulusal Gıda Kompozisyonları Veri Tabanı. (2015). <http://http://www.turkomp.gov.tr/> (Erişim tarihi: 17 Kasım 2015).
- Vega Galvez A., Ah Hen K., Chacana M., Vergara J., Martinez Monzo J., Garcia Segovia P., Lemus Mondaca R. Di Scala K. (2012). Effect of temperature and air velocity on drying kinetics, antioxidant capacity total phenolic content, colour, texture and microstructure of apple (var. Granny Smith) slices. *Food Chemistry*, 132, 51-59.
- Yağcıoğlu A. (1999). Tarımsal Ürünleri Kurutma Tekniği. Ege Üniversitesi ziraat fakültesi yayınları No: 536. Bornova, İzmir.
- Ünlü M. (1990). Linyitlerimizin Yıkanabilme Özellikleri ve Yıkanma Olanakları. 3. *Uluslararası Cevher Hazırlama Sempozyumu*, İstanbul.274-286.
- Zhang Q., Tian Y., Qui Y., Cao J. ve Xiao T., (2011). Study on the washability of the Kaitai coal, Guizhou Province Chani. *Fuel Processing Technology*, 92(3), 692-698.

Tebukonazol (Fungisit)'un *Cyprinus carpio* L. 1758'nun Karaciğer, Solungaç, Böbrek ve Bağırsak Histopatolojisi Üzerine Etkilerinin İncelenmesi

Ertan ÖZGÜR¹, Muhitdin YILMAZ², Yusuf ERSAN³, Evren KOÇ⁴

¹Kafkas Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 36100, Kars

²Sinop Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, 57000, Sinop

³Karabük Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Histoloji-Embriyoloji ABD. 78050, Karabük

⁴Kafkas Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, 36100, Kars

(İlk Gönderim / Received: 11.10.2018, Kabul / Accepted: 31.12.2018, Online Yayın / Published Online: 31.12.2018)

Anahtar Kelimeler:

Tebukonazol, Histopatoloji,
Cyprinus carpio,
Solungaç,
Karaciğer,
Böbrek,
Bağırsak.

Özet: Tebukonazol uygulanan *Cyprinus carpio* L. 1758'nun doku histopatolojisi üzerine etkileri araştırıldı. Balıklar her grupta 10 hayvan bulunan 3 gruba ayrıldı (kontrol grubu, 1. grup ve 2. grup) ve sırasıyla tebukonazol içermeyen, 2 mg/L, ve 3 mg/L tebukonazol içeren tanklarda 10 gün süreyle bekletildi. Çalışma süresi sonunda, balıklardan alınan doku örnekleri rutin yöntemlerle hematoksilin-eozin (H-E) ile boyanarak histopatolojik değişiklikler izlendi. Histopatolojik incelemede, tebukonazol uygulanan balıkların solungaç dokusunda, doz artışına bağlı olarak sekonder lamel epitelinde nekroz, desquamasyon ve hidropik dejenerasyon tespit edildi. Karaciğer dokusunda nekroz, vakuolar ve hidropik dejenerasyonlar gözlemlendi. Böbrek dokusunda distal ve proksimal tubüllerde dejenerasyon ve mononükleer hücre infiltrasyonu gözlemlendi. Bağırsak dokusunda çoğunlukla nekroz oluşumları ve dejenerasyonlar saptandı. Tebukonazol uygulamasında, *Cyprinus carpio*'nun karaciğer, böbrek, bağırsak ve solungaç dokuları üzerine dejeneratif etkilerinin olduğu sonucuna varıldı.

Investigation of histopathological effects in liver, gills, kidney and intestinal of *Cyprinus carpio* L. 1758 of Tebuconazole (fungicide)

Keywords:

Tebuconazole,
Histopathology,
Cyprinus carpio,
Gill, liver,
Kidney,
Intestine.

Abstract: Effects of tebuconazole on tissue histopathology of *Cyprinus carpio* L. 1758 were investigated. The fish were divided into 3 groups of 10 animals in each group (control group, group 1 and group 2) and without tebuconazole, respectively, 2 mg/L, and 3 mg/L for 14 days, immersed in tanks containing tebuconazole. At the end of the study period, the fish tissue samples were stained with hematoxylin-eosin (H-E) by routine methods. In histopathological examination, the fish gill tissue applied to tebuconazole were observed necrosis, desquamasyon and hydropic degeneration in secondary lamellar epithelium depending on the dose increases. Liver tissue was observed necrosis, vacuolar and hydropic degeneration. Kidney tissue was observed degeneration and mononuclear cell infiltration in the distal and proximal tubules. Intestinal tissue was often detected necrosis and degenerations. In application of tebuconazole, liver, kidney, intestine and gill tissues of *Cyprinus carpio* were concluded to be effects of degenerative.

*İlgili yazar: myilmaz@sinop.edu.tr

1. GİRİŞ

Çevre, doğa ve insan tarafından biçimlenen öğeler ve koşullar bütünüdür. İnsan ve çevre birbirini tamamlayan, karşılıklı etkileşim içinde olan kavramlardır. Fakat son zamanlarda insan-doğa ilişkilerinin olumsuz yönden çeşitli boyutlara ulaştığı görülmektedir. Çünkü insanoğlu varoluşundan itibaren kendi yaşamsal ve kültürel faaliyetleri için doğal çevresini kirletmiş, değiştirmiş ve doğadaki dengeleri bozmuştur (Yıldız ve ark., 2000). Çağımızda doğal dengeyi, insan ve hayvan sağlığını tehdit eden en önemli tehlikelerin başında çevre sorunları gelmektedir. Hızla artan dünya nüfusunun beslenmesi, gelişen endüstrilerin ve daha uygar yaşama düzeyi sağlama amacı ile sürdürülen çabaların istenilmeyen bir sonucu olarak ortaya çıkan günümüzde de giderek artan boyutlarda önemini korumaktadır (Baş ve Demet, 1992). Hayatın temel öğeleri olan hava, su ve toprakta oluşan kirlilik insan hayatını ve geleceğini olumsuz yönde etkilemektedir (Yıldız ve ark., 2000). Doğal dengeyi bozan kirletici unsurlar; organik maddeler, endüstriyel atıklar, petrol türevleri, yapay tarımsal gübreler, deterjanlar, radyoaktif maddeler, pestisitler, inorganik tuzlar, yapay organik kimyasal maddeler ve atık ısı şeklinde gruplandırılabilir (Kaya ve ark., 1998).

Yerkürede su, güneş enerjisi etkisi ile hidrolojik döngü içerisinde katı, sıvı ve gaz formlarında bulunur. İnsan aktivitesine bağlı olarak evsel, endüstriyel ve tarımsal atıklarla jeolojik ayrışım, toprak erozyonu ve volkanik faaliyetler gibi doğal olaylar toksik etkili maddelerin sucul ortamlara katılımını artırarak, hidrolojik döngüdeki suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini, sürekli olarak artan bir şekilde olumsuz yönde değiştirmektedir. Suyun bipolar özelliği, homojen yapısı ve su hareketleri, belirtilen kaynaklardan sucul ortamlara katılan kirleticilerin, geniş alanlara yayılmasına neden olup, başlangıç ve yayılma bölgelerindeki sucul organizmaları aynı düzeyde etkilemektedir (Karaytuğ, 2004). Özellikle doğal su kaynaklarında meydana

gelen kirlilik, su kaynaklarının sürekliliğini etkileyecek boyutlara ulaşmıştır. Böylece suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri olumsuz yönde değişmiştir. Yapılan bu çalışma ile Çıldır Gölü'nden yakalanan *Cyprinus carpio* 'lara uygulanan 2 ve 3 mg/L'lik tebukonazol'ün, bu balıkların solungaç, karaciğer bağırsak dokularına olan etkilerinin incelenmesi amaçlandı.

2. MATERYAL VE METOT

Çalışmanın materyalini Çıldır Gölü'nden toplanan 30 adet *Cyprinus carpio* oluşturdu. Gölden toplanan balıklar laboratuvar ortamında 300 L'lik tanklara alınarak üç gruba ayrıldı ve bir hafta bekletilerek ortama adaptasyonları sağlandı. 1. grup kontrol grubu olarak kullanıldı, 2. grup ve 3. gruptaki balıklara sırasıyla 2 mg/L ve 3 mg/L'lik tebukonazol 14 gün süreyle suda eritilerek verildi.

Çalışma sonunda hayvanlarda doku örnekleri alınarak %10'luk formaldehit solüsyonunda tespit edildi. Formaldehit solüsyonunda 48 saat tespit edilen doku örneklerinden rutin histolojik tekniklerle parafin bloklar elde edildi. Daha sonra bütün bloklar 3-5 mikron kalınlığında kesilerek (Leica SM2000R), hematoksin-eozin (H-E)'le boyanarak elde edilen preparatlar ışık mikroskopunda (Olympus BX51) değerlendirildi.

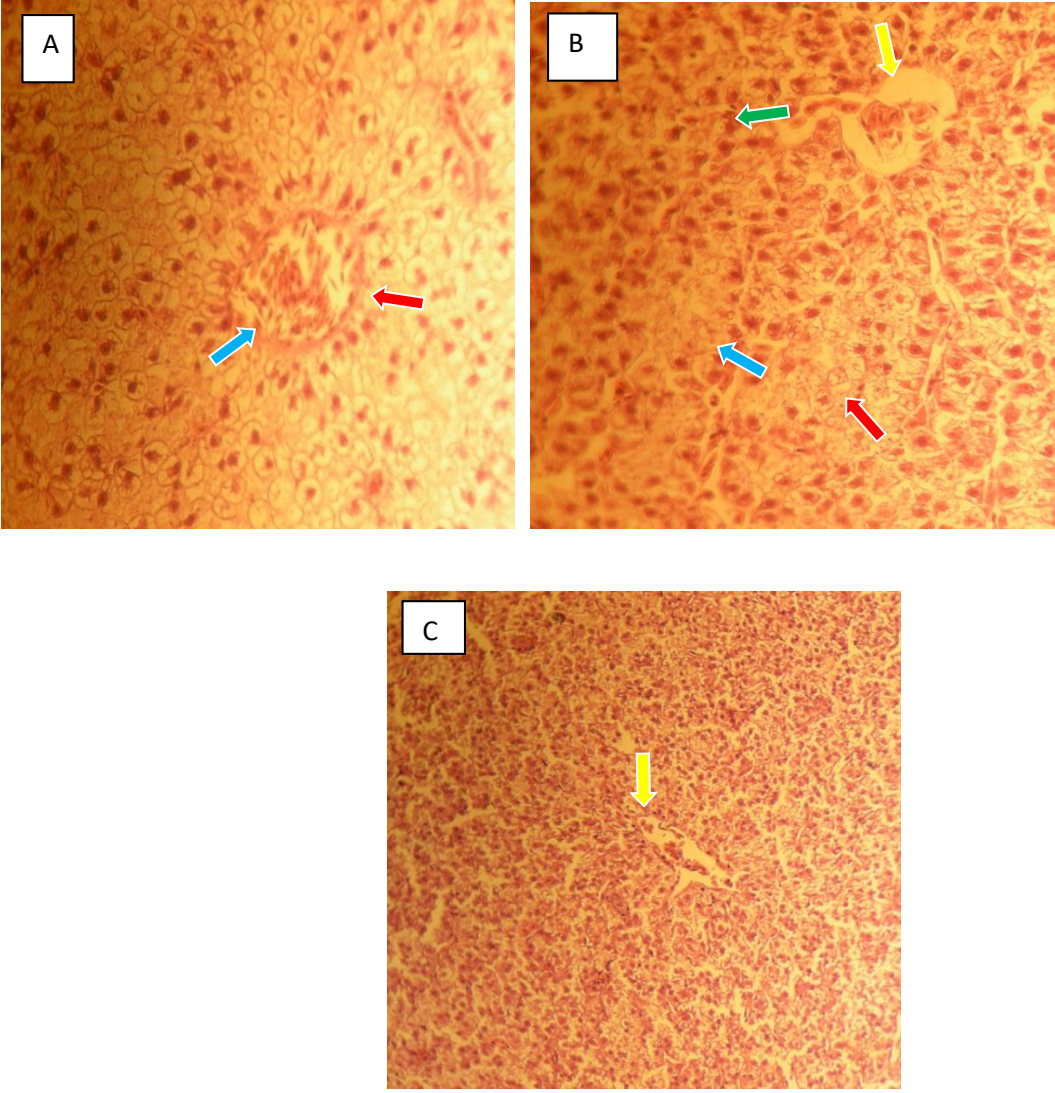
3. BULGULAR

Bu çalışmada geçen zaman diliminde hayvanların davranışlarında yavaşlama gözlemlendi. Tebukonazol verilen gruplarda yem alım isteğinin azaldığı gözlemlendi.

Kontrol balık karaciğerinde Vena centralis ve lümeninde çekirdekli eritrositler normal görünümde ve hepatic yapı normal olarak izlendi (Şekil 1A). Tebukonazol uygulanan gruplardan elde edilen karaciğer, böbrek, solungaç ve bağırsak dokularında yapılan incelemede doz artışıyla orantılı olarak

dejenerasyon, nekroz, vakuoler ve hidropik (hücrelerde şişme) tespit edildi. Kontrol grubu örneklerinden alınan dokular normal görünümündedir. 2 mg/L'lik doz uygulanan balık karaciğerinde *V. centralis*, genel de nekrozla birlikte vakuoler ve hidropik dejenerasyonlar izlendi (Şekil 1B). 3 mg/L'lik doz uygulanan balık karaciğerinde *V. centralis* zorlukla seçilirken, hepatik yapının kaybolduğu ve hücre sınırlarının seçilemediği aynı zamanda tüm dokuyu oluşturan hücrelerin çekirdeklerinin yoğunluğu gözlemlendi (Şekil 1C). Kontrol böbrek dokusunun korteksinde bowman kapsülü ve damar kutbu distal ve proksimal tubulusların arasında net bir şekilde gözlenmektedir (Şekil 2A). 2 mg/L'lik doz uygulanan böbrek dokusunun korteksinde görünüm kontrole yakın izlendi. Bowman kapsülü distal ve proksimal tubulusların yıkımları ve kayıpları gözlemlendi, ayrıca mononükleer hücre infiltrasyonları gözlemlendi (Şekil 2B). 3 mg/L'lik doz uygulanan böbreklerde distal ve proksimal tubulusları oluşturan histolojik yapının kaybolduğu ve sadece bowman kapsülünün bir alanda seçildiği izlendi (Şekil 2C). Kontrol grubu solungaç dokusu, balıklarda epitel hücreleri ve kıkırdak doku normal histolojik yapıda olduğu gözlemlendi (Şekil 3A). 2 mg/L'lik doz uygulanan balık solungaç kesitlerinde genel de nekroz ve dejenerasyonlar gözlemlendi (Şekil 3B). 3 mg/L'lik doz uygulanan balık solungaç kesitlerinde sekonder lamel epitelinde hidropik dejenerasyonlar gözlenirken, ayrıca kıkırdak dokusu normal histolojik yapıda gözlemlendi (Şekil 3C). 3 mg/L'lik doz uygulanan balık solungaç kesitlerinde nekroz, desquamasyon ve klorid hücrelerde şişme gözlemlendi (Şekil 3D). Kontrol grubu ince bağırsak dokusunda tek katlı prizmatik çizgili kenarlı epitelium arasında yerleşmiş bulunan goblet hücreleri ve altındaki

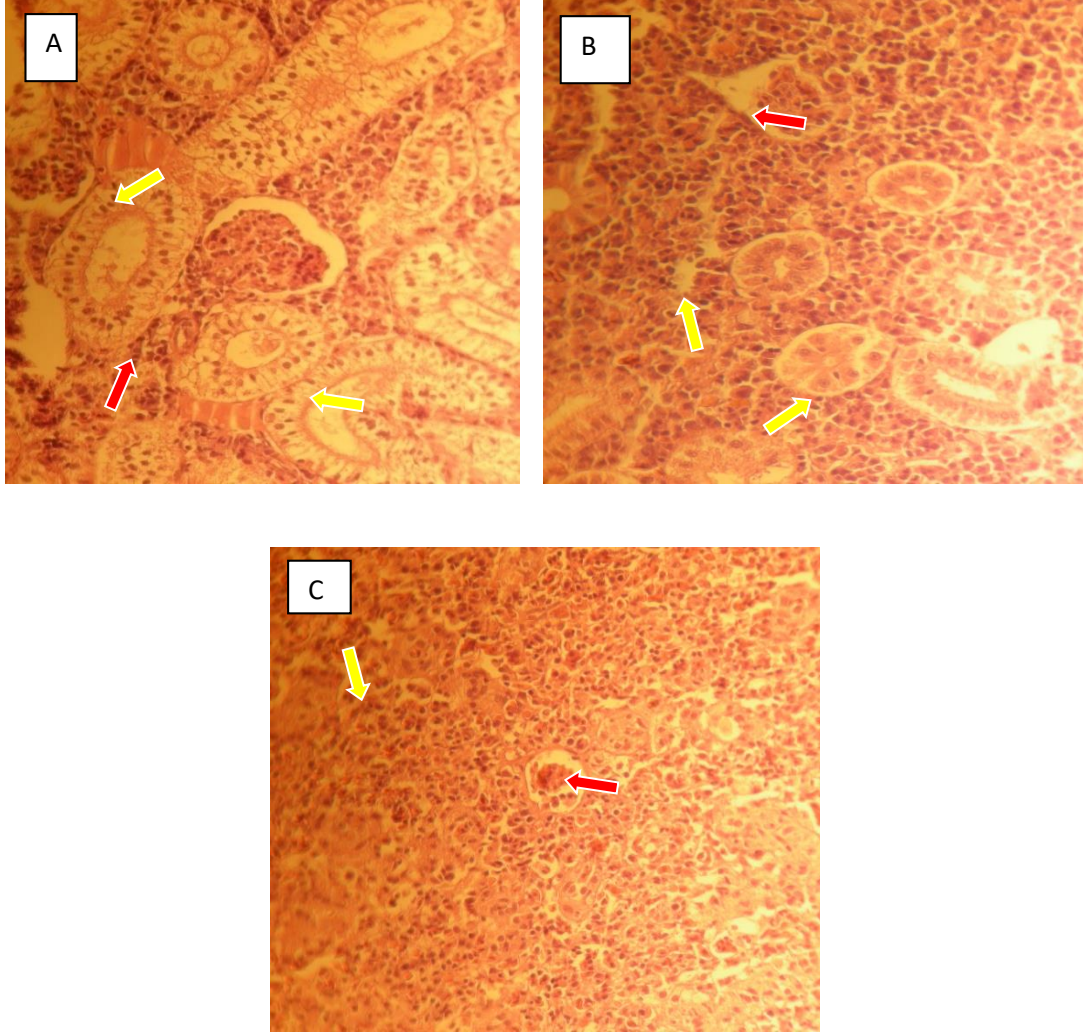
lamina propria tabakasındaki yapılar normal şekillerinde görüldü. Submukoza tabakasının lamina muskularis mukozasını oluşturan düz kas lifleri belirgin bir şekilde gözlemlendi (Şekil 4A). 2 mg/L'lik doz uygulanan balık bağırsak kesitlerinde çoğunlukla nekroz oluşumları ve dejenerasyonlar saptandı. 2 mg/L'lik doz uygulanan balık bağırsak kesitlerinde tek katlı prizmatik çizgili kenarlı epiteliumlarda gözlenen yırtılmalar dikkat çekiciydi. Epitel arasında yerleşmiş bulunan goblet hücreleri ve altındaki lamina propria tabakasındaki yapılar normal izlenmektedir. Submukoza tabakasının lamina muskularis mukozasını oluşturan düz kas lifleri açık bir şekilde seçildi. Ayrıca Tunica mukozayı oluşturan düz kaslarda izlenmektedir (Şekil 4B). 3 mg/L'lik doz uygulanan balık bağırsak kesitlerinde tek katlı prizmatik çizgili kenarlı epiteliumlarda yırtılmalar, bir başka deyişle, epitel doku kayıpları olarak gözlemlendi. Epitel hücreleri arasında yerleşmiş bulunan goblet hücreleri ve altındaki lamina propria tabakasındaki yapılar normal izlenmektedir. Lamina propria ve submukoza tabakasının birbirine karıştığı ve lamina muskularis mukozasını oluşturan düz kas liflerinin kaybolduğu tespit edildi (Şekil 4C). 3 mg/L'lik doz uygulanan balıklardan alınan bir başka preparasyonlarında bağırsak kesitlerinde tek katlı prizmatik çizgili kenarlı epiteliumlarda gözlenen yırtılmalar daha da yoğundu. Epitel arasında yerleşmiş bulunan goblet hücreleri desquamasyona uğramış ve altındaki lamina propria tabakasındaki hücreler de mononükleer hücre infiltrasyonları yoğunlaşmış olarak gözlemlendi. Yine Şekil 4C'de olduğu gibi, lamina propria ve submukoza tabakasının birbirine karıştığı ve lamina muskularis mukozasını oluşturan düz kas lifleri kaybolduğu tespit edildi (Şekil 4D).



Şekil 1.A. Kontrol balık karaciğeri. Vena centralis (mavi ok), ve hepatik yapı normal izlenmekte ve V. centralisin lümeninde çekirdekli eritrositler normal (kırmızı ok) görünümündedir. H-EX40.

B. 2 mg/L'lik doz uygulanan balık karaciğerinde V. centralis (sarı ok), genel de nekroz (mavi ok) ve dejenerasyonlar, vakuoler (Kırmızı ok), hidropik (yeşil ok) izlendi. H-EX40.

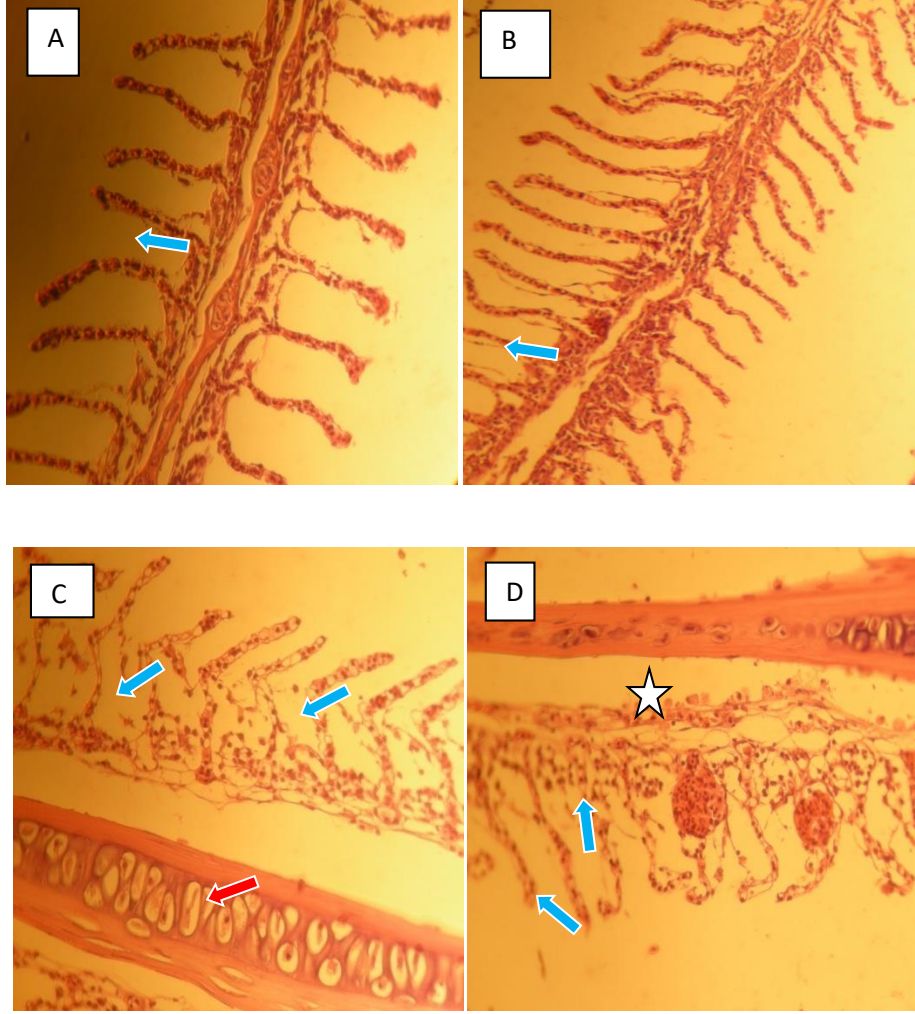
C. 3 mg/L'lik doz uygulanan balık karaciğerinde V. centralis (sarı ok) zorlukla seçilirken, hepatik yapının kaybolduğu ve hücre sınırlarının seçilemediği aynı zamanda tüm dokuyu oluşturan hücrelerin çekirdeklerinin yoğunluğu görünümündeydi. H-EX10



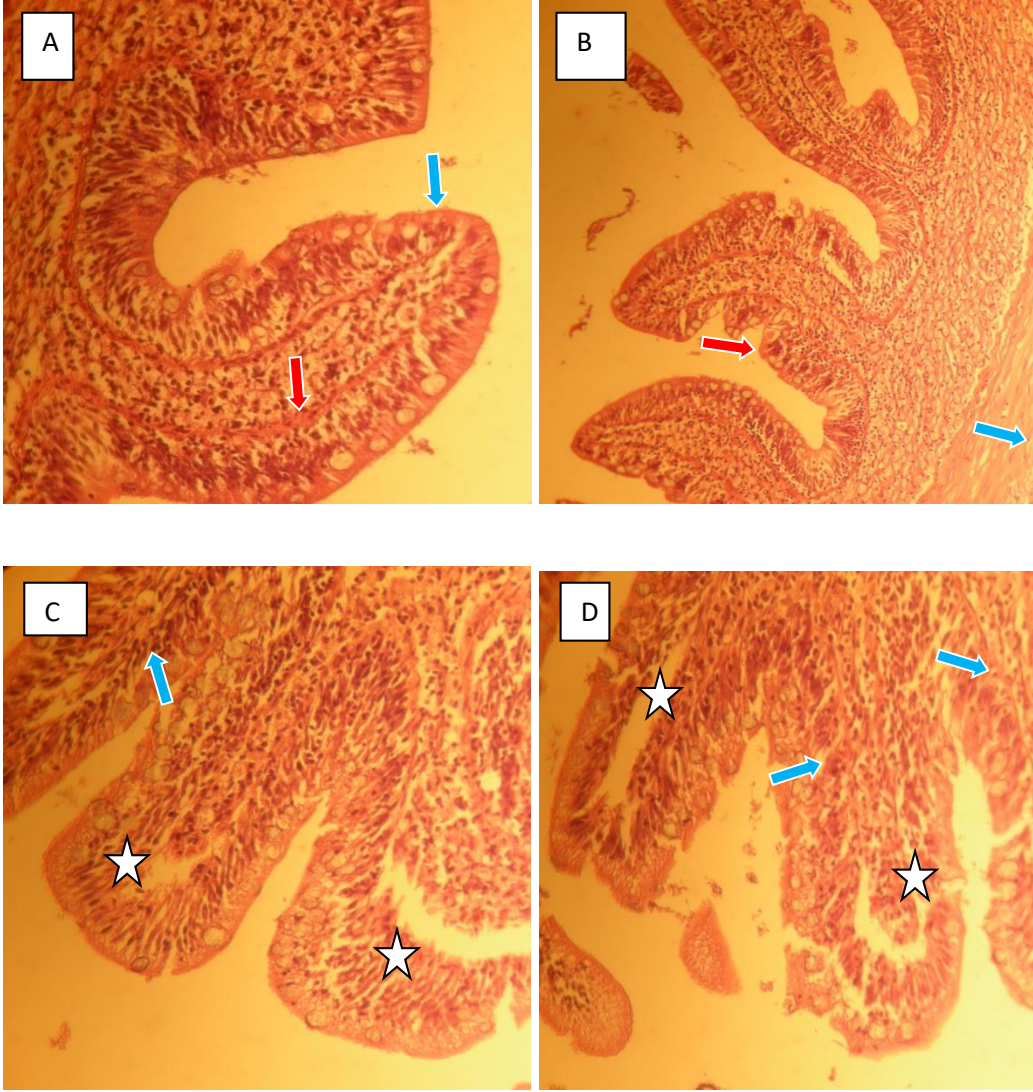
Şekil 2.A. Kontrol böbrek dokusunun korteksinde bowman kapsülü ve damar kutbu (Kırmızı ok) distal ve proksimal tubulusların (sarı ok) arasında net bir şekilde gözlenmektedir H-EX20.

B. 2 mg/L'lik doz uygulanan balıkların böbrek dokusunun korteksinde görünümü kontrole yakın izlendi. Bowman kapsülü (Kırmızı ok) distal ve proksimal tubulusların (sarı ok) dejenerasyonlar ve sayıca da azalışı gözlemlendi, ayrıca intersisiyel alanlar mononükleer hücre infiltrasyonlarında artışlar görüldü H-EX20.Ş

C. 3 mg/L'lik doz uygulanan böbreklerde distal ve proksimal tubulusları (sarı ok) oluşturan histolojik yapının kaybolduğu ve sadece bowman kapsülünün (Kırmızı ok) bir alanda seçildiği izlendi H-EX10.



Şekil 3.A Kontrol grubu solungaç dokusu, balıklarda. H-EX10 B. 2 mg/L'lik doz uygulanan balık solungaç kesitlerinde genel de nekroz ve dejenerasyonlar izlendi H-EX10. C. 3 mg/L'lik doz uygulanan balık solungaç kesitlerinde sekonder lamel epitellerinde dejenerasyon. Epitel hücrelerinde hidropik dejenerasyon, Ayrıca kıkırdak doku (kırmızı ok) normal histolojik yapıda gözlendi. H-EX40. D. 3 mg/L'lik doz uygulanan balık solungaç kesitlerinde nekroz (yıldız), desquamasyon ve klorid hücrelerde şişme (oklar). H-EX10.



Şekil 4.A. Kontrol ince bağırsak doku kesitlerinde, tek katlı prizmatik çizgili kenarlı epitelyum arasında yerleşmiş bulunan goblet hücreleri ve altındaki lamina propria tabakasındaki yapılar normal şekillerinde görüldü (mavi ok). Submukoza tabakasının lamina muskularis mukozasını oluşturan düz kas lifleri (kırmızı ok) belirgin bir şekilde gözlemlendi. H-EX40.

B. 2 mg/L'lik doz uygulanan balık bağırsak doku kesitlerinde, çoğunlukla nekroz oluşumları ve dejenerasyonlar saptandı. (kırmızı ok). 2 mg/L'lik doz uygulanan balık bağırsak kesitlerinde tek katlı prizmatik çizgili kenarlı epitelyumlarda yırtılmalar gözlemlendi. Epitel arasında yerleşmiş bulunan goblet hücreleri ve altındaki lamina propria tabakasındaki yapılar normal izlenmektedir. Submukoza tabakasının lamina muskularis mukozasını oluşturan düz kas lifleri açık bir şekilde seçildi. Ayrıca tunica

mukozayı oluşturan düz kaslarda izlenmektedir (mavi ok). H-EX10.

C. 3 mg/L'lik doz uygulanan balık bağırsak kesitlerinde tek katlı prizmatik çizgili kenarlı epitelyumlarda gözlenen epitel doku kaybı dikkat çekiciydi. Epitel arasında yerleşmiş bulunan goblet hücreleri ve altındaki lamina propria tabakasındaki yapılar normal izlenmektedir. Lamina propria ve submukoza tabakasının birbirine karıştığı (yıldız) ve lamina

muskularis mukozasını oluşturan düz kas liflerinin kaybolduğu tespit edildi (mavi ok) H-EX40.

D. 3 mg/L'lik doz uygulanan balıkların bir başka kesitlerinde bağırsak kesitlerinde tek katlı prizmatik çizgili kenarlı epitelyumlarda gözlenen epitel doku kayıpları daha da yoğun ve dikkat çekiciydi. Epitel arasında yerleşmiş bulunan goblet hücreleri desquamasyona uğramış ve altındaki lamina propria tabakasındaki hücreler de mononükleer hücre infiltrasyonları yoğunlaşmış olarak gözlendi. Lamina propria ve submukoza tabakasının birbirine karıştığı (yıldız) ve lamina muskularis mukozasını oluşturan düz kas lifleri kaybolduğu tespit edildi (mavi ok) H-EX10.

4. TARTIŞMA

Literatür incelemelerinde, Sudak (*Stizostedion lucioperca* L. 1758) üzerine yapılan bir çalışmada, bazı histokimyasal boyama yöntemleri formlarının uygulanmasıyla ilgili verileri sunulmuştur. Bu histopatolojik çalışmada dokularda saptanan belli başlı bozukluklar karaciğer hücrelerinde vakuoler dejenerasyon, hemorajik odaklar ve nekroz; böbrek tübüllerinde parçalanma, hemapoetik dokuda azalma; dalak dokusundaki lenfositlerde sayıca azalma, hemoraji ve lenfoid hücrelerde lisis görülmüştür. Pestisite maruz bırakılan balıkların solungaç ve beyin dokularında görülen histopatolojik tabloda ise solungaç flamentlerinde hiperplazi, hemoraji ve lamelerde birbirine yapışma, beyin dokusunda ise hiperemi ile sinir ipliklerinde lisis saptanmıştır. Hematolojik çalışmalarda saptanan bulgular ise kelthane uygulanan balıkların kanında eritrositlerin şekillerini kaybederek parçalandıkları, diğer pestisitlere maruz bırakılan balıkların kan hücrelerinde morfolojik değişikliklerin yanı sıra özellikle supracide karşı vakuollü monositlerin oluşması ve fagosit olmuş supracide kristalleri dikkat çekici bulunmuştur (Uluköy, 1992). Mevcut çalışmada da, karaciğer, böbrek ve solungaçlarda yaklaşık benzer sonuçlara

ulaşmış olmasıyla birlikte yukardaki literatürü desteklemektedir. Pestisitlerin bir grubu olan fungusitler dişi ratlara verilmiş ve karaciğer, böbrek ve kalplerindeki Zn konsantrasyonlarında çok büyük artışa neden olduğu görülmüştür (Güven ve ark., 1999).

İnsektisitler, oksidatif strese, serbest radikal üretimine, antioksidanlarda değişime yol açabilirler (Kaya ve ark., 2014). Fazla miktarda reaktif oksijen grubunun açığa çıkmasıyla reaktif oksijen türleri hücre zarları, DNA, RNA gibi yapılarda hasara neden olur. Bu durum, insektisitlerin karaciğer, böbrek, sinirler, kaslar ve benzeri yerlerde yol açtıkları hasarın başlıca nedenleri arasındadır (Mercan, 2004). Organofosfatlı bir bileşik (Diazinon) ile yapılan bir histopatolojik çalışmada, ratların karaciğer dokusunda mitokondri ve hepatositlerde şişme, piknotik çekirdek, sitoplazmada vakuolizasyon meydana geldiği gözlenmiştir (Ulusoy, 2004).

Pestisitlerin balıkların solungaçlarında lamellar yapıda bozulmalar, yaprakçıkların erimesi, epitel dokuda kaynaşmalar görülürken, karaciğer ve böbrekte sulanma, iltihaplanma, hücrel ölüm, hücreler arası sıvıda bozulmalar olarak ortaya çıktığı belirtilmiştir (Atamanalp, 2004). Mevcut çalışma, yukarda bahsedilen (Ulusoy ve Atamanalp) çalışmadakiler gibi, balıkların solungaçlarında lamellar yapıda bozulmalar, yaprakçıkların erimesi, epitel dokuda kaynaşmalar, hepatositlerde şişme, piknotik çekirdek, sitoplazmada vakuolizasyon ve hücrel ölüm, gibi verilerle uygunluk arz etmekte, diğer taraftan, karaciğer ve böbrekte sulanma, iltihaplanma, hücreler arası sıvıda bozulmalar olarak ortaya çıktığı belirtilen veriler bu çalışmada kaydedilmemiştir.

Chlorpyrifos toksisitesine karşı B vitamini kompleksinin koruyucu etkileri araştırılmış, incelemeler sonucunda yalnız CE uygulanan grupta karaciğer dokusunda hücre sınırlarının kaybolduğu, çekirdek ve sitoplazmanın bozulduğu tespit edildi. Böbrek dokusunda ise bowman kapsülünde yer alan proksimal tubuluslarda hücre kaybı, distal

tubuluslarda ise bozulmalar olduğu ve yer yer kanama odaklarının varlığı gözlemlendi. CE+B vitamini kompleksi uygulanan grupta ise, karaciğer dokusunda hepatositler ve sinozoidal yapılarıdaki morfolojik değişiklikler sadece CE uygulanan gruba göre daha az olduğu tespit edildi. Böbrek dokusunda ise, bowman kapsülü ve tubulus yapılarının daha iyi durumda olduğu ve kanama odaklarının azaldığı gözlemlendi. Bu bulgulara göre de B Vitamini kompleksinin Chlorpyrifos toksisitesine karşı koruyucu etkisinin olabileceği belirtilmiştir (Demiroğlu, 2012).

Tebukonazol (saflık % 97.0) uygulanan ratların dalak, karaciğer ve böbrek üstü hedef organlardır. Dişi karaciğer olarak, periportal stromada bir artış gözlemlendi. Safra kanallarında proliferasyon belirgindir ve yağ damlacıkları hepatositlerde görüldü. Erkeklerde sentrilobüller hepatositlerde yağ değişimi belirtilmiştir. Tedavi grubundaki erkeklerde karaciğer N-ve O-dimetilaz etkinliğini artırdığı gözlemlenmiştir; yüksek doz uygulamasında dişilerde artan bir lif içeriği karaciğer periportal alanlarında tespit edildi. Adrenal bezinin zona fasikülatasının yağ vakuelleri ve sinüs endotel hücreleri hafif bir reaksiyon gösterdiğini belirtmiştir (<http://www.cdpr.ca.gov/docs/toxsums/toxsuml1st.htm> on Tebuconazole (107534-96-3) as of July 6, 2006).

Organofosfat insektisit ile yapılan bir araştırmada, özellikle karaciğerde santral ven periferinde lokalize hepatositlerde daha belirgin olmak üzere parankimada hidropik ve vakuoler dejenerasyonlar, sinüzoidlerde dilatasyon ve kupffer hücre proliferasyonu gözlemlenildi. Böbrek dokusunda karaciğere oranla daha fazla yapısal değişiklikler saptanmıştır. Perivasküler ve peritubuler mononükleer hücre infiltrasyonları, glomeruler ve tubuler dejenerasyonlar tespit edilmiştir (Kayhan ve ark., 1999). Mevcut çalışmanın da, yukarıda belirtilen verilerle uygunluk arz ettiğini söyleyebiliriz.

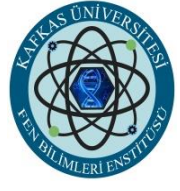
Organofosfat insektisit (Malation) rat ince bağırsaklarında nekroz, ödem ve hiperemi gibi histopatolojik değişiklikler gözlemlenirken, vitamin C + vitamin E + malathion uygulanan grupta nekroz ve mononükleer hücre infiltrasyonu gözlemlenmiştir (Uzun, 2010). Yine organofosfatlı bir bileşik olan Fenthion'un ratlarda karaciğer hasarına neden olduğunu ve Vitamin E ve C kombinasyonunun bu hasarı azalttığı tespit edilmiştir (Gökalp, 2003).

Farelere tebukonazol uygulaması yapılmış ve mikroskopik incelemeler sonucunda yalnız 1 mL tebukonazol uygulanan farelerde mononükleer hücre infiltrasyonları, hepatositlerin çekirdeklerinin görünümü normal seyrederken bazılarında hücresel yapı bozulmaları ve kaybolmuş çekirdekler gözlemlenmiştir. Yine nekrotik alanların yanı sıra dejenere (vakuoler ve hidropik) alanlar gözlemlenmiştir. 5 mL tebukonazol uygulanan farelerde genel olarak tüm karaciğer hepatositlerin çekirdeklerinin yoğunluğu belirgin olarak görülmüştür. Genel olarak tebukonazol uygulanan grupta karaciğer dokusunda hücre sınırlarının kaybolduğu, çekirdek ve sitoplazmanın bozulduğu tespit edilmiştir. Tebukonazol ve B Vitamini kompleksi uygulanan grupta ise, karaciğer dokusunda hepatositler ve sinozoidal yapılarıdaki morfolojik değişiklikler sadece tebukonazol uygulanan gruba göre daha az olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular sonucunda, B Vitamini kompleksinin tebukonazol toksisitesine karşı koruyucu etkisinin olabileceği belirtilmiştir (Yalmanlı, 2013). Mevcut çalışmada, tebukonazol uygulanan balıkların solungaç dokusunda, doz artışına bağlı olarak sekonder lamel epitelinde nekroz, desquamasyon ve hidropik dejenerasyonlar tespit edildi. Karaciğer dokusunda nekroz, vakuoler ve hidropik dejenerasyonlar gözlemlendi. Böbrek dokusunda distal ve proksimal tubullerde dejenerasyon ve mononükleer hücre infiltrasyonu gözlemlendi. Bağırsak dokusunda çoğunlukla nekroz oluşumları ve dejenerasyonlar saptandı.

Bu mevcut bulguların ışığı altında, 2 ve 3 mg/L'lik tebukonazol uygulamasının *Cyprinus carpio* (L. 1758)' nun çeşitli dokuları üzerine toksik etkilerinin olduğu sonucuna varıldı.

5. KAYNAKLAR

- Atamanalp M. (2004). Pestisitlerin balıkların üreme biyolojisi üzerine etkileri. Atatürk Üniversitesi, 4UZBKP_025.pdf 02-sep-2004.12:20 181K.
- Baş AL, Demet Ö. (1992). Çevresel toksikoloji yönünden bazı ağır metaller. *Ekoloji Dergisi*, 5: 42-46.
- Demiroğlu EG. (2012). Fare (*Mus musculus*)'nin karaciğer ve böbrek dokularında chlorpyrifos toksisitesine karşı B vitamini kompleksinin (B₁, B₆, B₁₂) koruyucu etkisinin histopatolojik yöntemlerle araştırılması. Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans Tezi, Kars.
- Gökalp O., Mollaoğlu H., Yılmaz HR. (2003). Organofosfat insektisit Fenthion'un rat amilaz ve lipaz enzimleri üzerine etkisi, Vitamin E ve C'nin rolü. *Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 10:(2) 21-23.
- Güven K. (1999). The accumulation and histological effects of the organometallic fungicide propineb on the organs of fetuses and female rats during pregnancy. *Turkish Journal of Biology*, 23:413-422.
- <http://www.cdpr.ca.gov/docs/toxsums/toxsumlist.htm> on Tebuconazole (107534-96-3) as of July 6, 2006.
- Karaytuğ S. (2004). Kadmiyumun *Cyprinus Carpio* (L., 1758)'da serum parametrelerine etkileri ve doku birikimi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana.
- Kaya İ., Yılmaz M., Koç E., Deveci HA., Ersan Y., Karapehlivan M. (2014). Tebukonazol (Fungusit) uygulanan *Cyprinus carpio* (L. 1758)'da serum total antioksidan, oksidan ve sialik ssit düzeylerinin incelenmesi. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 8(3):214-219 DOI: 10.3153/jfscom.201427.
- Kaya S., Pirinçci İ., Bilgili A. (1998). Çevre Bilimi ve Çevre Toksikolojisi. Medison Yayın Serisi, Yayın no/36.
- Kayhan FE., Koç ND., Contuk G., Muşlu MN., Sesal NC. (2009). Sıçan böbrek dokusunda endosulfan ve malathion' un oluşturduğu yapısal değişiklikler. *Journal of Arts and Sciences*, 12:43-52.
- Mercan U. (2004). Toksikolojide serbest radikallerin önemi. *Yüzüncüyıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 15(1-2):91-96.
- Uluköy G. (1992).** Sudak (*Stizostedion lucioperca* L. 1758) balıklarında farklı konsantrasyondaki bazı pestisitlerin oluşturabileceği hematolojik ve histopatolojik değişimlerin incelenmesi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Ulusoy Y., Toprak B., Uzunhisarcıklı M., Ögürçü A. (2004). Electron microscopic investigation of effects of diazinon on rat's hepatocytes", *Etilik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 15(1-2):29.
- Uzun FG., Ulusoy Y., Demir F., Kalender S. (2010). Effects of malathion in small intestine tissue of rats and protective role of vitamin C and E. *Journal of Etilik Veterinary Microbiology*, 21(1):11-16.
- Yalmanlı E. (2013). Farede (*Mus musculus*) Tebuconazole etken maddesi taşıyan fungusitlere karşı B vitamininin iyileştirici etkilerinin histopatolojik olarak araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kars.
- Yıldız K., Sipahioğlu S., Yılmaz M. (2000). Çevre Bilimi. Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, Ankara, 26-28, 104-107.



Bu Sayının Hakem Listesi (Alfabetik Sıra)
The Refrees Liste of This Issue (in Alphabetical Order)

Ahmet Turan TEKEŞ	Kafkas Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi
Çiğdem SEZER	Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi
Duygu TANRIKULU	Kafkas Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi
Hayati YÜKSEL	Bingöl Üniversitesi Veteriner Fakültesi
Özlem ÖNEN	Kafkas Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi
Salih AKPINAR	Kafkas Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi
Salih ÖKTEN	Kırıkkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi
Sevilay DEMİRCİ	Kafkas Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Vedat ADIGÜZEL	Kafkas Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

