

Black Sea Journal of Engineering and Science





BLACK SEA JOURNAL OF ENGINEERING AND SCIENCE
(BSJ ENGIN SCI)



Black Sea Journal of Engineering and Science (BSJ Eng Sci) is a double-blind peer-reviewed, open-access international journal published electronically 4 times (January, April, July and October) in a year by since January 2018. It publishes, in English and Turkish, full-length original research articles, innovative papers, conference papers, reviews, mini-reviews, rapid communications or technical note on advances in a wide range of scientific disciplines from all fields of engineering and science and from any source.

ISSN 2619 - 8991

Phone: +90 362 408 25 15

Fax: +90 362 408 25 15

Email: bsjsci@blackseapublishers.com

Web site: <http://dergipark.gov.tr/bsengineering>

Sort of publication: Periodically 4 times (January, April, July and October) in a year

Publication date and place: January 01, 2021 - Samsun, TURKEY

Publishing kind: Electronically

OWNER

Assoc. Prof. Uğur ŞEN

DIRECTOR IN CHARGE

Prof. Dr. Hasan ÖNDER

EDITOR BOARDS

EDITOR IN CHIEF

Prof. Dr. Hasan ÖNDER, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Assoc. Prof. Uğur ŞEN, Ondokuz, Mayıs University, TURKEY

SECTION EDITORS*

Prof. Dr. Erkan YALÇIN, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Prof. Dr. Hasan TANAK, Amasya University, TURKEY

Prof. Dr. Hasan TEMİZ, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Prof. Dr. Mustafa ŞAHİN, Kahramanmaraş Sutcu Imam University, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Esmeray KÜLEY BOĞA, Cukurova University, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Kadyrbay CHEKİROV, Kyrgyz Turkish Manas University, KYRGYZSTAN

Assoc. Prof. Dr. Özgür Hakan AYDOĞMUŞ, Social Sciences University of Ankara, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Roswanira Binti AB WAHAB, University of Technology, MALAYSIA

Asst. Prof. Dr. Fatma Sevinç KURNAZ, Yıldız Technical University, TURKEY

Asst. Prof. Dr. Sedat KARADAVUT, Trakya University, TURKEY

* The ranking is arranged alphabetically within the academic title

EDITORIAL - ADVISORY BOARD*

Prof. Dr. Aglaia (Litsa) LIOPA-TSAKALIDI, Institute of Western Greece, GREECE

Prof. Dr. Ercan EFE, Kahramanmaraş Sutcu Imam University, TURKEY

Prof. Dr. Mohammad Masood TARIQ, University of Balochistan, PAKISTAN

Prof. Dr. Mustafa Çağatay TUFAN, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Prof. Dr. Özkan GÖRGÜLÜ, Ahi Evran University, TURKEY

Prof. Dr. Soner ÇANKAYA, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Taner TUNÇ, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Asst. Prof. Dr. Emil OMURZAK, Kyrgyz-Turkish Manas University, KYRGYZSTAN

Asst. Prof. Dr. Yılmaz KAYA, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

* The ranking is arranged alphabetically within the academic title

STATISTIC EDITOR

Prof. Dr. Mehmet TOPAL, Kastamonu University, Turkey

ENGLISH EDITOR

Assoc. Prof. Dr. Sezen Ocak YETISGIN, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

TURKISH EDITOR

Prof. Dr. Serkan ŞEN, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

REVIEWERS OF THE ISSUE*

Prof. Dr. Celal TUNCER, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Levent MERCAN, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Özcan YALÇINKAYA, Gazi University, TURKEY

Assist. Prof. Dr. Arzu SEÇER, Çukurova University, TURKEY

Assist. Prof. Dr. Aycan Mutlu YAĞANOĞLU, Atatürk University, TURKEY

Assist. Prof. Dr. Emrah KAYA, Iğdır University, TURKEY

Assist. Prof. Dr. Kadir AKAN, Kırşehir Ahi Evran University, TURKEY

Assist. Prof. Dr. Özer KURT, Muş Alparslan University, TURKEY

Dr. Samet Hasan ABACI, Ondokuz Mayıs University, TURKEY


Dr. Pomi SHAHBAZ, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

* The ranking is arranged alphabetically within the academic title

Volume 4, Issue 1 (2021)

Table of Contents

Research Article

1. BIOLOGY OF THE MELON WORM, DIAPHANIA HYALINATA L. (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE), ON CUCURBITS IN GEZIRA STATE, SUDAN 

(Kavun kurdu biyolojisi, Diaphania Hyalinata L. (Lepidoptera: Pyralidae): Kabakgillerde, Gezira eyaleti, Sudan)

Mohaned MOHAMMED.....1-7

2. FARMERS' POINTS OF VIEWS OF RURAL ISSUES AND THEIR RECOMMENDATIONS FOR SOLUTIONS 

(Çiftçilerin kırsal sorunlara bakış açıları ve çözüm önerileri)

Çağatay YILDIRIM, Hatice TÜRKTEN, İsmet BOZ.....8-13

3. FEATURE EXTRACTION AND CLASSIFICATION OF POWER QUALITY EVENTS BASED ON FAST FOURIER TRANSFORMATION AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORK 

(Hızlı Fourier dönüşümü ve yapay sinir ağına dayalı güç kalitesi olaylarının özellik çıkarılması ve sınıflandırılması)

Ezgi GÜNEY, Çağrı KOCAMAN.....14-21

4. THE USE OF HONEY LOCUST PODS AS A SILAGE ADDITIVE FOR GRASS 

(Gladiçya meyvesinin çayırotu silajında kullanımı)

İnan GÜVEN, Adem KAMALAK.....22-28

Review Article

5. BIOACTIVE NANOPARTICLES SYNTHESIZED BY GREEN METHOD 

(Yeşil yöntemle sentezlenen biyoaktif nanopartiküller)

Harun ÇİFTÇİ, Çiğdem ER ÇALIŞKAN, Kübra ÖZTÜRK, Burcu YAZICI.....29-42



BIOLOGY OF THE MELON WORM, *DIAPHANIA HYALINATA* L. (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE), ON CUCURBITS IN GEZIRA STATE, SUDAN

Mohaned MOHAMMED^{1*}


¹Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, University of Ondokuz Mayıs, 55200, Samsun, Turkey

Abstract: The melon worm, *Diaphania hyalinata* Lepidoptera: Pyralidae considered as an insect pest that infests cucurbits and causes serious damage to them. Despite the importance of this insect, it has not received adequate study. This study was conducted under laboratory conditions with 28±1.2 and 20-25% room temperature and relative humidity respectively, to determine melon biology of melon worm on six species of cucurbits namely; snake cucumber, squash, pumpkin, sweet melon, watermelon, and tibish. The study revealed that the average duration of the developmental stages i.e. egg, larva, and pupa were 2.5±0.25, 11.4±0.13, and 7±0.15 days, respectively. The fecundity and fertility were 90.4±7.60 eggs and %73.6±3.63, respectively. The life cycle (from egg-laying to adult emergence) was completed in 20-23 days with a mean of 21.37±0.22 days when the larvae were fed on leaves of snake cucumber. The sex ratio was 1:0.8 male to female. The type of food had significant effects on larval, pupal period, and life cycle. A clear impact on the duration of the life cycle was found when larvae were fed on leaves of snake cucumber, squash, pumpkin, sweet melon, watermelon, and tibish compared when fed on fruits of the same cucurbits above. It was found that snake cucumber and sweet melon were the most preferred by females for egg laying compared to the other cucurbits in laboratory studies.

Keywords: Melon worm, Life cycle, Cucurbits, Host preference, *Diaphania hyalinata*

*Corresponding author: Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, University of Ondokuz Mayıs, 55200, Samsun, Turkey

E mail: mohanedali6224@gmail.com (M. MOHAMMED)

Mohaned MOHAMMED  <https://orcid.org/0000-0002-0118-8039>

Received: July 10, 2020

Accepted: November 06, 2020

Published: January 01, 2021

Cite as: Mohammed M. 2021. Biology of the melon worm, *Diaphania hyalinata* L. (Lepidoptera: Pyralidae), on cucurbits in Gezira State, Sudan. BSI Eng Sci, 4(1): 1-7.

1. Introduction

The family cucurbitaceae is considered as a large family which includes about 130 genera and 900 species (Jeffrey, 1980). Only 30 species of 9 genera under this family are cultivated (Esquinas-Alcazar and Gulick, 1983). They are essential source of vitamins and minerals and are useful in neutralizing the acid substances that result from consumption of animal protein and other food. Cucurbits constitute a major protein of vegetable source and are grown in different regions of Sudan (Ahmed, 2000). The Sudan' bank (2011) reported that annual production of cucurbits Sudan increased from 607000 tones (863000 acres) in 2003, to 616000 tones (88000 acres) in 2009. The cucurbits grown in Sudan include: snake cucumber (*Cucumis melo var flexuosus*), squash (*Cucurbita pepo* L), pumpkin (*Cucurbita maxima*), sweet melon (*Cucumis melo var cantalouppnesis*), water melon (*Citrullus lanatus*) and tibish (*Cucumis melo var tibish*). Many insect pests and diseases attack cucurbits and affect both productivity and quality and may even destroy whole plant.

The melon worm, *Diaphania hyalinata* Linnaeus (Lepidoptera: Pyralidae) was a minor pest but became a major pest in last few years. The *Diaphania* species are serious pests of Cucurbitaceae (Capinera, 2001; Panthi et

al., 2017; McKinlay, 1992). In Sudan it prefers snake cucumber and heavy attack had been reported from many parts of the country (Ali, 2009). The melon worm had been recorded earlier in the country (Medani, (1923; Gorier, 1932). However, during the growing season of 2005/ 2006 it was encountered as a serious pest on snake cucumber, cantaloupe, squash, and Pumpkin in the Gezira state (Mohamed and Ali, 2006). The melon worm moths deposit eggs as small clusters (2 - 6 eggs). On buds, stems, and underside of leaves during the nights. Covering the plants with a fine mesh screen can prevent melon worm adults from laying eggs on foliage (Webb and Linda, 1992). Eggs hatch in 2-4 d, and young larvae initially feed close to where they hatch (Canerday and Dilbeck, 1968; Fulton, 1947). The larva has five instars and total larval development time is about 14 days (Capinera, 2005). Larvae feed on lower surface of the leaves and later move and penetrate fruits and make them unmarketable (Ali 2006). The larvae can feed on the surface of the fruit, or even burrow into the fruit (Mohamed, 2012; Mohaned et al., 2013). However, melon worm under laboratory conditions completed its life cycle in 21-30 days at a range of temperature 18- 40 °C and RH 10-26 % (Capinera, 2005). The melon worm is also a serious pest of cucurbits through the southern



United States (Valles and Capinera, 1992). Due to the lack of scientific researches and data about this pest in Sudan, this study aimed to determine the biology (life cycle) of the insect on six cucurbit species: snake cucumber (*Cucumis melo var flexuosus*), squash (*Cucurbita pepo* L), pumpkin (*Cucurbita maxima*), sweet melon (*Cucumis melo var cantaloupensis*), watermelon (*Citrullus lanatus*), and tibish (*Cucumis melo var tibish*), and to reveal host preference of egg laying by females.

2. Materials and Methods

2.1. Identification Studies

The melon worm larvae were collected from infested fruits and brought to laboratory of the biology of the Crop Protection Department in the Faculty of Agricultural Sciences for rearing until adult emergence. The adults have been sent to the insect collection unit (ARC) for identification, also some pupae were sent to prof Dominique Bordat, CIRAD, Montpellier, France for confirmation the identification, with some adult photos.

2.2. Laboratory Studies

The biological studies were carried out under laboratory conditions to determine the life cycle of the insect at room temperature 28.3 ± 1.2 and RH 20-25%. Melon worm, small larvae were collected from snake cucumber in the field and brought to the laboratory, they were reared singly in cups (8cm diameter and 12cm length) and fed on leaves of the same cultivars with collection site. The leaves were replaced daily by new fresh leaves of snake cucumber until pupal stage. The morphological differences between male and female were observed and the sex was identified. The emerged adults were separated and each pair (male and female) were put together in a cage (50 × 50 × 50 cm), made of plastic and covered with muslin cloth. Leaves of snake cucumber brought from the field were washed by water to remove any eggs on them, and then were kept inside the cage for oviposition. A piece of cotton wool wetted with sucrose solution (10g sugar /100 L water) was used as food for adults and they were replaced daily with new ones. The leaves inside the cage were examined daily to observe the biological stages.

2.2.1. Eggs

The leaves with newly laid eggs were transferred to Petri-dishes lined with moist filter paper. The number of eggs in each Petri-dish was recorded. The eggs were daily inspected until hatching; incubation period and percentage of hatching were also recorded.

2.2.2. Larvae

After hatching, the newly emerged larvae (20 larvae) were reared on snake cucumber leaves. The larvae were confined in 20 plastic cups (8cm diameter and 12cm length). A single larva was placed in each cup with fresh leaves every day, until pupation. Duration of larvae from egg hatching until pupation period was recorded.

2.2.3. Pupae

The duration from pupation until adult emergence was recorded as pupal period.

2.2.4. Adults

The average of total life cycle and sex ratio for the melon worm were recorded. Ten pairs of newly emerged adults (male and female) were confined each into an oviposition cage, made of plastic and covered with muslin cloth. A piece of cotton wetted with 10 % sugar solution was provided every day for adult nourishment. The experiment was designed to study and evaluate the pattern of egg lying, pre-oviposition, oviposition and post-oviposition period in each cage and data were recorded on daily basis. The number of eggs laid by a single female per day and the adult longevity were also recorded.

2.3. Effect of Type of Food on Larval, Pupal Periods and Life Cycle

This study was carried out under laboratory conditions (temperature 28.3 ± 1.2 °C and RH 20-25%). One hundred and eighty newly hatched larvae were obtained from the laboratory and transferred to one hundred and eighty rearing cups. The larvae were divided into two groups: The first group, consisted of ninety larvae divided into six groups of fifteen replicates. Leaves of snake cucumber, squash, pumpkin, sweet melon, water melon or tibish. The second group, composed of ninety larvae, was also divided into six groups of fifteen replicates. The larvae of each group were confined to feed on one diet fruits of snake cucumber, squash, pumpkin, sweet melon, water melon or tibish. The diet (leaves or fruits) in each cup was replaced daily until the larvae reached the pupal stage. The differences in larval periods and pupal periods according to the different foods were recorded.

2.4. Host-Plants Preference

This experiment was designed to study the impact of 6 different host plants on the oviposition preference of *Diaphania hyalinata* females. The host plants tested were 15- day- old seedlings of the following crops: snake cucumber, squash, pumpkin, sweet melon, water melon and tibish. The host seedlings were grown in cups in the glass house before being transferred to the oviposition cage. The six cups were placed in rows in cage, each row constituted a replicate, four replicates were made. The cups in each row were randomly arranged. 4 females and 4 males were placed together in the same cage. The cups were carefully removed from the cage, next morning and test plants were thoroughly inspected for egg laying. The mean number of eggs laid /4 seedlings was calculated for each host separately.

2.5. Statistical Analysis

The cages inside greenhouse were arranged randomly through a completely randomized design (CRD) with three replication. The data were subjected to appropriate transformation when necessary, and analyzed using (ANOVA) for significant differences between treatments and Duncan's Multiple Range Test (DMRT) was used for means separation.

3. Results

3.1. Identification Studies

The adults of the melon worm sent to the insect collection unit (ARC) were identified as *Diaphania hyalinata* (Lepidoptera, Pyralidae); this result was confirmed by Dominique Bordat CIRAD, France.

3.2. Life Cycle of the Melon Worm

3.2.1. The eggs

Eggs were usually laid singly during the night, although some egg masses were observed. They were mainly deposited on the lower surface of the fresh leaves. They were also observed on stems. The eggs were glued to the lower surface of the leaves by a sticky secretion. Initially the newly laid eggs were white or greenish, but later they turn into yellow before hatching (Figure 1).



a) The eggs



b) The larvae



c) The female



d) The male

Figure 1. Different developmental stages of the melon worm, *Diaphania hyalinata*, showing the eggs (a), the larvae (b), the female (c) and the male (d).

The eggs incubation period

The eggs incubation period was 1-4 days with an average of 2.5 ± 0.25 days. Hatching occurred early in the morning and the mean percentage of hatching was $73.6\% \pm 3.63$ (Table 1).

3.2.2. The larvae

Hatching of eggs took place on the lower surface of the leaves. The newly hatching larvae were colorless. They moved to the upper surface of the leaves and immediately began to feed on the tender leaves and later on stems, buds, flowers and fruits. The two sub dorsal white stripes extending along the length of the body are considered the most distinctive characteristic of the larvae (Figure 1).

Table 1. Mean egg incubation period, percent hatching, developmental stages and adult ovipositional period of the melon worm, *Diaphani hyalinata*

Stage	Duration (days)
Incubation period of egg	2.5 ± 0.25
% hatching	73.6 ± 3.63
Larva	11.4 ± 0.13
Pupa	7.0 ± 0.15
Pre- oviposition	1.6 ± 0.22
Oviposition	5.6 ± 0.37
Post- oviposition	3.1 ± 0.37

Under laboratory conditions, the larval stage was completed in a period ranging from 11-13days, with an average of 11.4 ± 0.13 days (Table 1).

3.2.3. The pupae

In the laboratory, pupation took place on cup covers, rearing cages and also observed on the leaves. However, under field conditions the larvae pupated on the leaves, but no pupation was observed in the soil. The pupal period ranged from 6-8 days with an average of 7.0 ± 0.15 days (Figure 1, Table 1).

3.2.4. The Adults

Adults mostly emerged during the night. There is a tuft of light brown "hairs" on the tip of the abdomen, vestigial in the male but well-developed in the female. The wings pearly are white centrally, but are edged with broad band. Moths mainly display brushy hair pencils at the tip of the abdomen when at rest position (Figure 1). The average total life cycle of the insect (from egg laying to adult emergence) was 21.37 ± 0.22 days and sex ratio male to female was 1: 0.8.

3.3. Oviposition, Fecundity and Longevity

The pre-oviposition period ranged between 1-3 days with an average of 1.6 ± 0.22 days. Whereas, the oviposition period ranged between 4-8 days with an average of 5.6 ± 0.37 days. The oviposition pattern was indicated in Figure 2. That pattern reached a peak in the third day after egg laying had started, and then declined sharply on the eighth day. The post-oviposition period ranged between 1-5 days with an average of 3.1 ± 0.37 days (Table 1). The mean number of eggs laid by a single female was 90.4 ± 7.60 with a range of 63-131 egg/female (Table 2). The longevity of males ranged from 7-10 days with an average of 8.2 ± 0.35 days. Male caged with female for mating generally died earlier. The longevity of adult females ranged from 7-12 days with an average of 10.3 ± 0.47 days (Table 2).

Table 2. Fecundity and longevity of adult male and female of melon worm, *Diaphania hyalinata*

Fecundity	90.4 ± 7.60
Male longevity (days)	8.2 ± 0.35
Female longevity (days)	10.3 ± 0.47

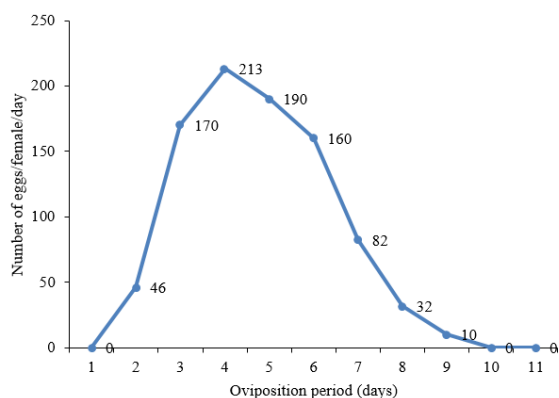


Figure 2. Oviposition pattern of the melon worm, *Diaphania hyalinata*, on snake cucumber.

3.4. Effect of Six Cucurbits Leaves on Larval, Pupal Periods and Life Cycle

The results of testing the different food types including leaves of snake cucumber, squash, pumpkin, sweet melon, water melon and tibish on larval and pupal development, are presented in Table 3. Table 3 shows that the mean larval periods were 11.26 ± 0.45 , 11.46 ± 0.63 , 12.13 ± 0.16 , 11.80 ± 0.17 , 12.50 ± 0.20 and 13.25 ± 0.27 , when the larvae were reared on leaves of snake cucumber, squash, pumpkin, sweet melon, water melon and tibish, respectively. The larvae fed on tibish leaves showed the longest developmental period followed by those fed on water melon and pumpkin, respectively. Whereas, those fed on snake cucumber leaves showed the shortest developmental period followed by those fed on squash and sweet melon leaves, respectively.

The mean pupal duration was 7.07 ± 0.23 , 7.46 ± 0.21 , 7.54 ± 0.27 , 7.64 ± 0.24 , 8 ± 0.30 and 7.62 ± 0.26 days for the larvae fed on snake cucumber, squash, pumpkin, sweet melon, water melon and tibish, respectively. The pupae developed from larvae fed on snake cucumber leaves emerged earlier in 7.07 ± 0.23 days. On the other hand those of water melon showed relatively longer pupation period of 8.0 ± 0.30 days. The pupae developed from larvae fed on leaves of sweet melon, tibish, pumpkin and squash reflected no significant differences in pupation period, which averaged 7.64 ± 0.24 , 7.62 ± 0.26 , 7.54 ± 0.27 and 7.46 ± 0.21 days, respectively, (Table 3). The average life cycle (from egg to adult emergence) was 20.38 ± 0.22 , 20.84 ± 0.33 , 21.54 ± 0.36 , 21.42 ± 0.20 , 22.33 ± 0.32 and 22.87 ± 0.39 days on snake cucumber, squash, pumpkin, sweet melon, water melon and tibish leaves, respectively . The average life cycle was shorter for those reared on snake cucumber leaves (20.38 ± 0.22) followed by squash leaves (20.84 ± 0.33) and longer for those on tibish leaves (22.87 ± 0.39) followed by water melon leaves (22.33 ± 0.32). Significant differences were found in the average life cycle of the insects raised on pumpkin and sweet melon (21.54 ± 0.36) and (21.42 ± 0.20) days respectively (Table 3).

The percentage of pupated larvae were 100, 100, 100, 100, 93.4, and 80 for snake cucumber, squash, pumpkin, sweet melon, water melon and tibish, respectively. The percentages of emerged adults were 86.7, 86.7, 73.4, 93.4, 85.7 and 66.7, respectively (Table 3).

3.5. Effect of Six Cucurbits Fruits on Larval, Pupal Periods and Life Cycle of the Melon Worm

The results of testing the different six fruits of snake cucumber, squash, pumpkin, sweet melon, water melon and tibish on larval and pupal development, were presented in Table 4 which shows that the mean larval periods were 13.50 ± 0.20 , 13.35 ± 0.13 , 13.35 ± 0.21 , 13.28 ± 0.12 , 14.33 ± 0.14 and 14.09 ± 0.25 days for the larvae reared on fruits of snake cucumber, squash, pumpkin, sweet melon, water melon and tibish, respectively.

Table 3. Effect of six cucurbits leaves on larval, pupal periods and life cycle of the melon worm, *Diaphania hyalinata*

Host plant	Means				
	Larval period (days)	Pupal period (days)	Total life cycle (days)	% Pupation	% Emergence
Snake cucumber	11.26±0.45 ^f	7.07±0.23 ^b	20.38±0.22 ^f	100	86.7
Squash	11.46±0.63 ^e	7.46±0.21 ^{ab}	20.84±0.33 ^e	100	86.7
Pumpkin	12.13±0.16 ^c	7.54±0.27 ^{ab}	21.54±0.36 ^c	100	73.4
Sweet melon	11.80±0.17 ^d	7.64±0.24 ^{ab}	21.42±0.20 ^d	100	93.4
Water melon	12.50±0.20 ^b	8.00±0.30 ^a	22.33±0.32 ^b	93.4	85.7
Tibish	13.25±0.27 ^a	7.62±0.26 ^{ab}	22.87±0.39 ^a	80	66.7
Mean	12.07±314	7.56±252	21.56±0.30	95.6	82.1
CV%	0.50	5.40	0.25		
LSD	0.12	0.73	0.11		

^{a,b,c,d,e,f} Means containing different letters are significantly different. P>0.05

Table 4. Effect of six cucurbit fruits on larval, pupal periods and life cycle of the melon worm, *Diaphania hyalinata*

Host plant	Means				
	Larval period (days)	Pupal period (days)	Total life cycle (days)	% Pupation	% Emergence
Snake cucumber	13.50±0.20 ^{bc}	7.83±0.20 ^d	23.25±0.25 ^e	93.4	85.8
Squash	13.35±0.13 ^c	8.08±0.19 ^c	23.50±0.19 ^d	93.4	85.8
Pumpkin	13.35±0.21 ^c	8.00±0.36 ^c	23.60±0.49 ^d	80.0	83.4
Sweet melon	13.28±0.12 ^c	8.72±0.14 ^a	23.90±0.16 ^c	93.4	78.6
Water melon	14.33±0.14 ^a	8.00±0.01 ^c	24.50±0.18 ^a	80.0	66.7
Tibish	14.09±0.25 ^{ab}	8.28±0.18 ^b	24.28±0.52 ^b	74.4	63.7
Mean	13.65±0.18	8.15±0.18	23.84±0.30	85.8	77.3
CV%	2.35	1.05	0.38		
LSD	0.58	0.15	0.17		

^{a,b,c,d,e} Means containing different letters are significantly different. P>0.05

The larvae fed on water melon and tibish fruits showed the longest developmental periods, respectively. While those fed on sweet melon squash, pumpkin, and snake cucumber fruits showed the shortest developmental periods, respectively. The mean pupal duration was 7.83±0.20, 8.08±0.19, 8±0.36, 8.72±0.14, 8, 8.28±0.18 days for the larvae fed on fruits of snake cucumber, squash, pumpkin, sweet melon, water melon and tibish, respectively. The pupae developed from larvae fed on snake cucumber leaves emerged earlier in 7.83±0.20 days. While those of developed from sweet melon, tibish, squash, pumpkin and water melon had relatively longer pupation periods of 8.72±0.14, 8.28±0.18, 8.08±0.19, 8±0.36 and 8 days, respectively (Table 4).

The average life cycle (from egg to adult emergence) was 23.25±0.25, 23.50±0.19, 23.60±0.49, 23.90±0.16, 24.50±0.18 and 24.28±0.52 days for insects derived from snake cucumber, squash, pumpkin, sweet melon, water melon and tibish fruits, respectively. The average life cycle was shorter for those reared on snake cucumber, squash, pumpkin and sweet melon 23.25±0.25, 23.50±0.19, 23.60±0.49 and 23.90±0.16, respectively. While it was longer for those reared on water melon and tibish 24.50±0.18 and 24.28±0.52 days, respectively (Table 4).

The percentage pupated larvae were 93.4, 93.4, 80, 93.4, 80, and 74.4 for the groups fed on snake cucumber,

squash, pumpkin, sweet melon, water melon and tibish, respectively. The percents emerged adults were 85.8, 85.8, 83.4, 78.6, 66.7 and 63.7, respectively (Table 4).

3.6. Host Preference

The results of the cage experiment conducted in the laboratory for the determination of the host preference. The selectivity of the female for egg deposition on different hosts expressed as number of eggs/4 plants was the parameter used for assessment of host preference. Observations have shown that in the caged plants the eggs were either laid singly or in batches, mostly on the lower surfaces of the leaves and occasionally on the stems of the plants. Of the 6 types of cucurbits tested, snake cucumber and sweet melon were the most preferred with mean no. of eggs of 22.25 and 22.00 eggs /4 plants, respectively followed by squash, Pumpkin and water melon 21, 18.5 and 15.75 eggs/4 plants, respectively. Whereas tibish was the least preferred with a mean of 12.00 eggs/4 plants, and none of the six cultivars was immune to infestation (Table 5).

Table 5. Mean number of eggs deposited by four females on six different host plants in caged experiments

Treatments	Mean number of eggs/ 4 plants
Snake cucumber	22.25 ^a
Sweet melon	22 ^a
Squash	21 ^{ab}
Pumpkin	18.5 ^{ab}
Water melon	15.75 ^{ab}
Tibish	12 ^b
C.V	20
SE±	3.5

^{a,b} Means containing different letters are significantly different. P>0.05

4. Discussion

Laboratory studies on different developmental stages revealed that, the egg incubation period varied from 1 to 4 days (Mean 2.5±0.25). Capinera (2005) stated that egg hatching occurred after 3 to 4 days which agreed with this study. The larval period of *Diaphania hyalinata* varied from 10 to 13 days (Mean 11.4±0.4 days). Mohamed and Ali, (2006) reported larval period under temperature 18–40 and RH 10–26% was 14 to 18 days which was slightly longer than that observed in this study. The pupal stage duration varied between 6 to 8 days with an average of 7.1±0.7 days. The present study agreed with Mohamed and Ali, (2006) who reported that pupal period varied between 4 to 8 days and which was slightly shorter than Capinera (2005) results.

For the melon worm life cycle in this study, it was 20 to 23 days. Mohamed and Ali, (2006) reported life cycle of 21 to 30. The effect of six different food types, leaves and fruits of snake cucumber, squash, pumpkin, sweet melon, water melon and tibish on the larval and pupal stages was studied in the laboratory. The results have shown some differences between the six crops, leaves of snake cucumber were found to be the most suitable for larval and pupal rearing. Thus, the larvae raised on it completed their life cycle (from egg to adult emergence) in a shorter period. While leave of tibish and water melon were found to be least suitable for larval and pupal rearing, respectively. The larvae reared on them completed their life cycle in a longer period, relatively. However, fruits of squash, pumpkin and snake cucumber were found to be the most suitable for larval and pupal rearing respectively. Similarly, the same results were obtained Linares-Ramírez (2007) by who reported that resistance to *Diaphania hyalinata* was observed in *Cucurbita moschata* under laboratory conditions. In general, larvae, pupae and life cycle took more time when reared on fruits compared to the leaves that could return to high moisture content inside the fruits. On the other hand, the larvae reared on squash, pumpkin and snake cucumber completed their life cycle in a shorter period. While fruits of water melon and sweet melon were found to be least suitable for larval and pupal rearing, respectively. The larvae rearing on them completed their life cycle in

relatively longer period. Other study conducted by Guillaume and Boissot (2001) also shown that *Cucumis metuliferus* Meyer and *Cucumis Pustulatus* Naudin (wild cucumis) were resistant to *Diaphania hyalinata*.

In the present study, the host preference by female among the six types of cucurbits was studied in a cage experiment. Snake cucumber and sweet melon were the most preferred, and squash, pumpkin, water melon and tibish were the least preferred. None of the test plants was immune. This could be probably due to less number of hairs on snake cucumber and sweet melon compared to other cucurbits.

5. Conclusion

In this research, the biology of the melon worm, *Diaphania hyalinata* L. were studied on laboratory in order to determine and identify life cycle of insect on six species of cucurbits, including snake cucumber, squash, pumpkin, sweet melon, water melon and tibish. The following conclusion and suggestions are drawn out:

1. *Diaphania hyalinata* females laid their eggs singly or in batches, mostly on the lower surfaces of the leaves and occasionally on the stems of the plant.
2. Eggs hatched after 1-4 days. The larvae have five larval instars. The larval development was completed in 11-13day. Pupation period was 6-8days. Pre oviposition, oviposition, and post oviposition periods were found to be 1-3, 4-8 and 1-5 days, respectively. The life cycle was completed in 20-23 days, when the insect was fed on snake cucumber.
3. The larval and pupal periods and life cycle of melon worm were slightly longer when fed on fruits of snake cucumber, squash, pumpkin, sweet melon, water melon and tibish than when fed on leaves of the same cucurbits.
4. Under laboratory conditions leaves of snake cucumber and sweet melon were the most attractive for female eggs lying.

Author Contributions

All tasks have been done by the single author.

Conflict of Interest

The author declared that there is no conflict of interest.

Acknowledgements

Great and deep thanks; firstly to the Almighty God who endowed me this opportunity to submit my paper in your journal Secondly, I am really and deeply indebted to my family for encouragement and patience. Last, but not least, I would like to thank my father for his encouragement, support and endurance during this work.

References

- Ahmed ME. 2000. Breeding squash (*cucurbita pepo* L) for resistance to zucchini yellow mosaic virus (ZYMV) in Sudan.

- MSc. Thesis, Faculty of Agriculture Sciences, University of Gezira, Sudan, pp. 74.
- Ali EA. 2009. Evaluation of some insecticides for the control of melon worm, *Diaphania hyalinata* Linnaeus, on snake cucumber. The 81th meeting of the National Pests and Diseases Committee. Wad medani, Sudan October 2009. Agriculture, University of Gezira, Sudan.
- Mohamed AH, Ali EA. 2006. *Diaphania hyalinata* Linnaeus (melon worm) (Lepidoptera: pyralidae) attained a pest status in Sudan. In: Proceedings of the 74th meeting of the National Pests and Diseases Committee. Wad medani, June 19, 2006, Sudan.
- Canerday TD, Dilbeck JD. 1968. Pickleworm: its control on cucurbits in Alabama. Auburn University, Alabama, USA.
- Capinera J. 2001. Handbook of vegetable pests. Charlotte Cackle, India.
- Capinera JL. 2005. Melonworm, *Diaphania hyalinata* Linnaeus (Insecta: Lepidoptera: Pyralidae). EENY163. Florida Cooperation Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, Florida, USA, pp. 1-4.
- Esquinas-Alcazar JT, Gulick P. 1983. Genetic resources of Cucurbitaceae. A global report. IBPGR Secretariat, Rome, Italy.
- Fulton BB. 1947. Biology and control of the pickleworm. *Biology and Control Pickleworm*, (85): 1-27.
- Guillaume R, Boissot N. 2001. Resistance to *Diaphania hyalinata* (Lepidoptera: Crambidae) in *Cucumis* species. *J Econ Entomol*, 94(3): 719-723.
- Jeffrey C. 1980. A review of the Cucurbitaceae. *Botanical J Linnean Society*, 81(3): 233-247.
- Linares-Ramírez AM. 2007. Response to phenotypic recurrent selection for resistance to *Diaphania hyalinata* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) in tropical pumpkin (*Cucurbita moschata* Duchesne). *UPR Recinto Matagüez*, 787: 832-840.
- Mohamed MMA. 2012. Biology and host preference of the melon worm, *Diaphania hyalinata* L. (Lepidoptera: Pyralidae), on Cucurbits in Gezira State. MSc thesis, Faculty of Agriculture, University of Gezira, Sudan, pp. 74.
- Mohaned M, Mohamed H, Suliman Abdalla I. 2013. Host preference of the melon worm, *Diaphania hyalinata* L. (Lepidoptera: Pyralidae), on Cucurbits in Gezira State, Sudan. *Persian Gulf Crop Prot*, 2: 55-63.
- Panthi BR, Seal DR, Nuessly GS, Capinera JL. 2017. Seasonal abundance and spatial distribution of *Diaphania hyalinata* (Lepidoptera: Crambidae) on yellow squash in south Florida. *Florida Entomol*, 100(3): 647-652.
- Valles SM, Capinera JL. 1992. Periodicity of attraction of adult melonworm, *Diaphania hyalinata*. *The Florida Entomol*, 75(3): 390-392.
- Webb SE, Linda SB. 1992. Evaluation of spunbonded polyethylene row covers as a method of excluding insects and viruses affecting fall-grown squash in Florida. *J Econ Entomol*, 85(6): 2344-2352.
- McKinlay RG. 1992. *Vegetable crop pests*. Springer, Edinburgh Scotland, UK, pp. 406.



FARMERS' POINTS OF VIEWS OF RURAL ISSUES AND THEIR RECOMMENDATIONS FOR SOLUTIONS

Çağatay YILDIRIM^{1*}, Hatice TÜRK TEN¹, İsmet BOZ¹


¹Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, 55139, Samsun, Turkey

Abstract: The primary purpose of this study was to investigate the major problems encountered by farmers operated in Carsamba District of Samsun Province, and also possible solution recommendations proposed by the participants. A stratified sample of 350 farmers was contacted through face to face interviews in the Summer of 2016. Respondents were qualitatively asked to list the most important problems they faced in their agricultural activities as well as non-agricultural occupations in rural areas. A questionnaire was developed to collect data on farmers' socioeconomic characteristics and problems encountered during their production process, and their stay in the rurality. Farmers' recommendations for the solutions of their problems to the problems they identified were also asked in open-ended questions. Both quantitative and qualitative methods were used for data analysis. Descriptive statistics included frequencies, standard deviations, means, and percentages were used to analyze the socio-economic characteristics of farmers. Since this study was focused on the farmers' points of views of their problems and solutions, their comments on the open-ended questions were noted by the researchers during the data collection process. Farmers' responses on the main problems they faced were categorized considering the most frequently mentioned and stressed issues relating to farming and rural livelihoods. Research results showed that the major problems faced by farmers were lack of marketing opportunities for the farm commodities they produced, high input prices, improper shape and low-level production capacity of the lands owned by farmers, problems with plant protection, and lack of extension and training activities. Farmers suggest that the government should take more initiative to solve these problems. The results of this study are expected to provide useful information for farmers farmers' organizations, the Ministry of Agriculture and Forestry, and non-governmental agencies in the region.

Keywords: Farmers' problems, Rural issues, Farmers' points of views, Carsamba

*Corresponding author: Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, 55139, Samsun, Turkey

E mail: cagatay.yildirim@omu.edu.tr (Ç. YILDIRIM)

Çağatay YILDIRIM  <https://orcid.org/0000-0002-4121-5564>

Hatice TÜRK TEN  <https://orcid.org/0000-0003-2037-7756>

İsmet BOZ  <https://orcid.org/0000-0001-7149-8393>

Received: October 23, 2020

Accepted: November 23, 2020

Published: July 01, 2021

Cite as: Yıldırım Ç, Türkten H, Boz İ. 2021. Farmers' points of views of rural issues and their recommendations for solutions. BŞJ Eng Sci, 4(1): 8-13.

1. Introduction

Although its rates in Gross Domestic Production (GDP) and exports have declining trends in the last decades, agriculture is still an important sector in Turkey. It keeps millions of people living in rural areas and engaging in agricultural activities, provides basic food needs for the increasing population, provides employment in farms as well as in the developing agro-industry, and makes significant contributions to national income and exports. Agriculture and rural areas also provide labor and raw materials for the other sectors of the economy; and creates demand for the inputs produced by different industries, such as chemicals, pesticides, and farm machinery (Cinemre and Kılıç, 2015).

A total of 20.4 million people live in rural areas and engage in agricultural facilities in Turkey. It can be said that the amount of population intertwined with agriculture is higher if the rural areas that are within the scope of Greater City Municipalities are included in this population. Approximately 7.5% of the total GNP comes from agriculture, 21% of the working population is somehow related to agriculture. On the other hand, agricultural exports reached USD 16.1 billion and

accounted for 8.8% of total exports. This ratio increases to 14.7% with processed agricultural products and 22.4% with agriculture-based industry. The total agricultural area in the country is 37.9 million hectares. The number of cattle is 17.7 million cows and 184 thousand buffaloes. The numbers of small ruminants are 33.6 million sheep and 10.6 million goats (TURKSTAT, 2019).

Having a large potential in terms of crop and animal production, the agricultural sector in Turkey faces major structural problems. First of all, the average farm size is quite small as compared to developed countries and it is far from providing a stable income to the farm population living on it. This makes it difficult for farmers to make long-term investments and create a sustainable farming structure in rural areas. Given the agricultural potential, the competitiveness of the agricultural sector, and the contribution of agriculture to exports are low. The Turkish government has supported the agricultural sector for many decades. Agricultural supports are based on productivity, quality, and rural development. The amount of support to agriculture was increased to 14.5 billion TL in 2018. From 2003 through 2017, Turkish



farmers received 103 billion TL cash support. National Agricultural Project was passed to improve the welfare of our farmers, to have a more significant say in global competition, to leave a full warehouse for future generations in Turkey. The two most important pillars of the project are the Basin Based Support Model "and Domestic Livestock Production Supporting Domestic Model (TOB, 2018).

Various studies use the method of determining the problems experienced in a specific population using the perspective of individuals sampled from that target population. Kızılaslan and Somak (2019) determined the views and expectations of producers regarding agricultural policies with an example they selected from the central district villages of Tokat province. Another study in Tokat province was conducted to evaluate farmers' point of view of agricultural activities (Gözener, 2019). Başaran and Oraman (2019) researched the college of agriculture students' points of view of the future of agriculture. Kaya et al. (2016) evaluated farmers' perspectives on cooperatives comparing Agri and Eskisehir provinces. A study on farmers' points of view regarding the place and importance of agriculture in the Turkish economy was carried out by Oruç et al. (2016). A study conducted in Kırklareli province (Eğri, 2014) to measure farmers' perceptions regarding the transformation of Turkish agricultural policy after 2000. The study conducted in Kahramanmaraş province identified main agricultural issues and their solution recommendations using the opinions of extension agents employed by the provincial directorate of the Ministry of Agriculture and Rural Affairs (Boz, and Candemir, 2007). The common characteristic of the earlier research cited here is they all tried to identify agricultural and rural issues, some of them measured perceptions of respondents on determined subjects, and came out with recommendations considering the opinions of related clientele.

Being one of the largest delta plains of Turkey, Carsamba district is producing a significant amount of fruits, vegetables, field crops, and animal products. Farming commodities produced in this district are marketed not only within the borders of Samsun province but also in all other regions of Turkey. However, farmers in the districts face many different problems with production and marketing. With this study, solutions were sought for the main problems faced by the farmers operating in agricultural production in the district.

The overall purpose of this study was to explore agricultural issues faced by farmers operated in the Carsamba district of Samsun province. Specific objectives were to determine the socio-economic characteristics of farmers, to list the main agricultural problems farmers facing, and develop recommendations for the solutions to these problems. The findings of this study are aimed to provide useful information for agriculturists, policymakers, farmers' organizations, and scientists.

2. Materials and Methods

The main material of this study was information provided by administering a questionnaire to 350 farmers operated in different villages of Carsamba District. To draw accurate sample size, the villages where farming is predominated rural livelihood were selected with the aid of agricultural engineers employed by Carsamba district directorate of the Ministry of Agriculture and Forestry. Lists of farmers showing their farm sizes were provided from the directorate and these made the accessible population from which the sample size was determined. First of all, farmers who made the accessible population were divided into three strata based on their frequency distribution of land sizes they owned. Then using the stratified sampling technique, adequate sample size was determined as follows (Yamane, 2001):

$$n = \frac{N \sum N_h S_h^2}{N^2 D^2 + \sum N_h S_h^2} \quad (1)$$

Where n shows the sample size, N represents an accessible population, N_h is the number of subjects in a stratum, and S_h is the standard deviation in a stratum. D^2 is calculated by the formula d^2/Z^2 , where d is an allowable error from the mean of the accessible population and Z represents the Z value in the standard normal distribution table. Accepting a 5% error from the mean of the accessible population and 95% confidence interval ($t=1.645$), the sample size represented the target population of this study was calculated as 350 farmers. Since the accessible population was divided into three strata based on the frequency distribution of farm size, this sample size was also proportionally divided into three strata. Random sample numbers were used to determine each respondent to interview for data collection. In case of respondents could not be found or refused to respond to the questionnaire, spare farmers from the same stratum were predetermined and these were replaced by the original respondents.

A well-structured questionnaire was prepared to assess the sociodemographic characteristics of the respondent, their points of view of rural issues in their villages, and the possible solutions they offer for the identified issues. Therefore, the study was carried out by utilized both quantitative and qualitative research methods. Quantitative questions were technically closed-ended and qualitative ones were open-ended as they were required from farmers to freely express their opinions and views of agricultural issues around their environment and possible solutions they propose for solutions. Earlier work of (Boz and Candemir, 2007), and (Boz and Kaynakçı, 2019) was explicitly utilized to prepare the questionnaire. It was included three sections; the first section searched socioeconomic characteristics of farmers, the second section included farmers' points of view of agricultural issues in their environment and the third section covered questions relating farmers'

proposed solution recommendations, and other unspecified subjects, if any. Data collection process was completed between May and September months of 2016. The questionnaires were mostly filled in farmers' houses and tea shops of villages where farmers gather and socialize, particularly during the winter season. It took approximately half an hour to complete one questionnaire.

Closed-ended questions were analyzed using descriptive statistics such as means, standard deviations, minimum, and maximum values. To analyze agricultural problems in the locality farmers were asked to rank their problems regarding the effect of each identified problem on their farming. Then possible solution recommendations for each problem were explained by farmers and noted by researchers. The most stressed issues and farmers proposed solutions were organized and reported by the researchers.

3. Results and Discussion

3.1. Socioeconomic Characteristics

The socio-economic characteristics of farmers are presented in Table 1. A general farmer profile can be generated from these findings as a 53 years old male farmer having an average of 5.58 years of education and 31.93 years of farming experience. The average family size was 3.58 persons while the number of people working on the farm was 1.9. Since farming was not the only livelihood in the locality the amount of off-farm income per farmer was 2166 TL per month. The average farmer operated 33.29 decare of agricultural land of which 29.93 decare was property land, and farming activities were carried out on an average of 5.19 parcels. Most of the operational land was devoted to hazelnut production (23.50 decare) and it was followed by maize (4.50 decare), and tomatoes (2.58 decare) production.

Table 1. Socioeconomic characteristics of respondents

Socioeconomic characteristics	Min.	Max.	Mean	Std. Dev.
Age of farmer	27	87	53.23	11.32
Schooling years	0	16	6.59	3.31
Farming experience	5	63	31.93	11.52
Family size	1	8	3.58	1.73
Number of people working at the farm	1	6	1.90	1.10
Off-farm income (monthly)	0	9000	2166.03	2229.11
Total operational land (decare)	0	400	33.29	37.08
Property land (decare)	0	400	29.93	34.95
Number of parcels	1	39	5.19	5.49
Area of hazelnuts	0	220	23.50	18.91
Area of maize	0	65	4.50	11.25
Area of tomatoes	0	120	2.58	10.66
Number of tractors	0	2	.43	.53

The number of tractors owned per farmer was 0.43 indicating many farmers are operating their land by rental tractors. The district has adequate climate and soil conditions for growing many different fruits (pears, apples, plums, peaches, mulberries, etc.) and vegetables (tomatoes, lettuces, cabbage, peppers, eggplant, parsley, etc.).

Considering geographic characteristics, average operational land, family size, family labor, and value of farming commodities grown in the district, it can be said that the district may offer a sustainable livelihood for average farmers if they have the intention to continue farming by applying proper farming practices suggested by extension offices. This amount of land can provide adequate income for a family of four persons, even larger. But the problem here is there should be a consistency with input and output prices which have been subject to large fluctuations during the last decades. Also, a major observation in the countryside is that young people do

not want to stay in these places as they want to receive higher education and find employment other than farming. This observation was corroborated with the finding that farming labor per household was even less than two persons (1.9) while the average family size was 3.58.

3.2. Farming Issues and Solution Recommendations

In this section, farmers were asked to list and explain the main issues influencing the farming profession in the locality and what kind of solutions they would offer to solve these issues. Responses to this question were noted and put in the order of importance as stressed by farmers. The following priority issues and solution recommendations were reported.

3.2.1. Marketing of farm products

The most preferred reason for hazelnut plants, which has the highest production area in the region, is that it requires less labor than other farm commodities. In addition to this, especially the farmers who raise

livestock obtain roughage fodders from the hazelnut orchard and graze their animals there. Besides, firewood is also provided from the hazelnut garden. However, the main source of income that the hazelnut plant provides to producers is dried hazelnuts, which are harvested and sold once a year. The selling price of the product is determined by the government to close to the harvest period. The main buyers are the government through agricultural products office, the hazelnut agricultural sales cooperatives union (FISKOBIRLIK), and private traders.

Hazelnut farming is the livelihood of the Black Sea Region and it has an important place in the world market. According to the recent data 75% of global hazelnut production and approximately 60% of hazelnut cultivation area in the world take place in Turkey (FAOSTAT, 2020) Although hazelnuts occupy a significant place in Turkish agriculture, the price of the hazelnut produced by the Turkish producers is determined in the Hamburg Hazelnut Stock Market in Germany. The government's purchase price is also highly influence by this price and the domestic producers have to sell the hazelnuts at the prices determined here. Farmers stressed that the price of hazelnuts have been determined at low levels for years and it is far away of providing viable income for them. Due to periodicity in many districts, stable production cannot be achieved and this further causes price fluctuations which make it more difficult for farmers to earn stable income.

Beside hazelnuts marketing problems farmers also have difficulties of marketing other farm commodities such as fresh fruits and vegetables, as well as livestock products. Although Carsamba's agricultural products are consumed not only in Samsun province but also in many other provinces of Turkey, a value chain for farm commodities could not be achieved. This prevents farmers and processors to continue production and processing in a well operated market environment.

To solve marketing problems of hazelnuts it is proposed to set up a hazelnut stock market in Turkey. Besides, new and alternative uses of hazelnut should be increased. Examples of this are new types of chocolates, hazelnut butter, hazelnut oil, muffins, and cakes. Also, the consumption of hazelnut products should be encouraged with various advertising campaigns. Other marketing problems can be solved by encouraging farmers to establish farmers' organizations such as vegetables and fruits growers' cooperatives.

Although the unit cost of hazelnuts varies according to the farms, it varies between approximately 9 TL and 17 TL in the region (Yıldırım, 2018). Sales prices, on the other hand, may sometimes fall below the cost. Especially because the farmers have fewer storage facilities, they quickly sell their products at lower prices without following the market sufficiently. With the expansion of licensed warehousing, both the need for safe storage and the liquidity needs of farmers will be met to some extent. Besides, by using cooperatives or similar unions in which

the producers' hands will be strengthened in determining prices in hazelnut sales, it will be possible to reduce the advantage of traders and companies and increase the income of producers.

3.2.2. High-level input prices

A significant portion of the interviewed farmers complained that input prices in agricultural production were too high. For example, the purchase of chemical fertilizers, pesticides, seeds, seedlings and saplings at high prices decreases profit margins and often leaves no additional income for producers. On the other hand, the daily wages of off-farm labor force needed especially in hazelnut harvest are quite high. The fact that the input prices are so high brings many farmers to the threshold of abandoning agricultural production.

Farmers offered three alternative suggestions to solve this problem. First of all, they stressed the importance of sale prices being determined at higher levels and showing stability from year to year. The second suggestion is that input prices should be cheaper. If this objective cannot be provided with market forces, the state should increase its input subsidies for agricultural production as a precaution. Although farmers receive many subsidies from the government (TOB, 2018), many argue that these subsidies are not producing enough yield and productivity in many farm commodities (Boz and Kaynakçı, 2019). This is because Turkey has been importing many agricultural products for domestic demand which cannot be met by domestic supply. For these reasons, the prices are continuously increasing which causes consumers to spend the majority of the household budget on food consumption.

3.2.3. Lack of qualified labor

There is a lack of qualified workforce in hazelnut farmers in the study area. In cases where the family workforce is insufficient, the importance of the quality of the off-farm workforce, which is used extensively, becomes evident. As in every field of agriculture, an unqualified labor force prefers to work and landowners do not have a chance to choose workers due to the difficulty of finding adequate workers in the region. Employees can be certified through practice-based and short-term training programs focused on the work they will do, and a higher wage can be provided thanks to the certificate. By ensuring that certified workers are employed through private companies, the adequacy of both their social security and technical capacities can be guaranteed. By providing incentives to employing certified workers, the benefits of workers with high technical capacity can be proven to farm managers and be adopted. Workers who do not have a certificate in the region may be prevented from entering the region for work purposes. Employers will also be more willing to choose people who are trained in their specific branch.

3.2.4. Fertilizing and plant protection measures

Producers lack information on the amount and timing of chemical fertilizers and pesticides to be used in fresh fruit and vegetable production. In some cases, it was

stated that excessive chemical fertilizers and pesticides were used in the region. Although this prevents plant diseases and pests and prevents yield decreases, sometimes unconscious chemical use causes residues in products and reduces the market value of the product. On the other hand, it was stated that the producers could not control the packaging materials and residues properly and this situation sometimes poses a health risk for the farmer's family and the local people. This finding of the research has been confirmed by the earlier studies conducted in Carsamba district (Bayraktar and Boz, 2020), Türkoğlu district of Kahramanmaraş province (Alben and Boz, 2014), and Isparta province (Demircan and Yılmaz, 2005).

Farmers should be supported by the district directorate of agriculture, chamber of agriculture and other farmers' organizations with regular training and extension activities to solve the problems in chemical fertilization and spraying. Also, good agricultural practices and organic farming activities which ensure more sustainable use of agricultural resources in the region should be encouraged (Eryılmaz et al., 2019; Eryılmaz and Kılıç, 2018). Various demonstration activities should be carried out with the assistance of the faculty of agriculture operating in the region. In addition to the proper use of chemical fertilizers and pesticides, the use of farm manure should be encouraged. In this context, family farmers should be encouraged, even supported to raise at least a couple of livestock.

3.2.5. Lack of using modern agricultural technologies

Although many developments have occurred in agriculture, in the research area it was observed that these technologies have not been used by many farmers. Use of pesticides and chemical fertilizers, on the other hand, is common. Also, farmers own adequate machinery for cultivating fresh fruits and vegetables, as well as field crops. However, modern irrigation technologies have not been adopted by hazelnut farmers. Research showed that if hazelnut is irrigated in specific periods of growing seasons the yield and quality are directly affected (Külahcılar, 2017). Results of the present study showed that there is a lack of information on the benefits of irrigation in the region. Although some farmers who practice irrigation can easily observe its benefits, the rate of irrigation is very low due to the opinion that the water need of hazelnut is met with rainfall and the idea that it will bring additional workload.

3.2.6. Land division and fragmentation

Both inheritance laws and the geographical features of the region prevent farmers from being farm owners consisting of a single parcel. Inheritance laws require that agricultural land should be divided equally among children, which leads to fragmentation of agricultural assets. On the other hand, although the research area is a plain, there are also rugged, irregularly shaped and unsuitable lands for machine use. All these negative features are reflected in costs by increasing both labor and energy use. To solve this problem, land consolidation

works should be carried out in the region and the agricultural land should be left only to the heirs who are willing to farm.

3.2.7. Lack of land-use planning in the region

As a result of the study, the farmers especially addressed the problem of land-use planning. In terms of agricultural production, land and production planning depend on the type of land use. In this respect, land-use planning in the region should be rearranged and land consolidation should be undertaken. It is clear that farmers will contribute more to production as a result of the land consolidation works. Increasing production, especially by using modern agricultural techniques, depends on having land parcels in proper size and shapes. Greenhouse production in the region has a tremendous potential, particularly in fruit and vegetable growing. However, the scattered and fragmented lands pose an obstacle.

4. Conclusion and Recommendations

The results of this study showed that although farming in Carsamba district offers a remarkable potential for future developments, farmers face many different problems that restrict their ability to reach this potential. Many argue that the government should take the major initiative to solve these problems, particularly by increasing farming subsidies which they believe to have a major influence on farmer income and welfare in the long term. However, the results of this study showed that governmental subsidies can only play a partial effect to solve farming issues and offer sustainable agriculture, particularly in terms of economic and social aspects. Except for farming subsidies more specific attempts should be made to develop agriculture in the district.

First of all, marketing structure of the farm commodities produced in the district should be improved. A key measure to be taken is the practicing of product traceability which is applied in many developed countries to follow-up each farm commodity from pre-production to post consumption. If this system is applied for farming products of the region, production plans will be arranged accordingly and this will probably minimize price fluctuations through marketing channels. At the same time, effective control of government support payments can be ensured by product traceability.

High input prices pose a problem for input use. In addition to the contracted production of the producers in the district, dealing with the institutions and organizations instead of individual farmers in the region will create more feasible results in terms of reaching input prices that reasonable for farmers. However, the low-level organizational awareness of the farmers in the region prevents the utilization of this advantage. Besides, there is a lack of thrust among farmers to join farmers' organizations due to many different reasons. Establishing properly functioning farmers organizations, as well as, the government's legal controls over these organizations are very important at this point.

Land-use planning will offer more viable farms in the

district. An effective and functional land-use planning will make it possible for farmers to grow fruits and vegetables which have easier access to markets at suitable prices. This will probably reduce price fluctuations and its adverse effects to farmers' income. Land consolidation practices; use of modern farming technologies, particularly pressurized irrigation systems; encouraging farmers' organizations, and implementing continuous extension training programs will reduce the problems faced by farmers and make farming more viable livelihood in the locality.

Authors Contributions

ÇY, HT and İB contributed to the design and implementation of the research, to the analysis of the results and to the writing of the manuscript.

Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

Acknowledgements

This study is part of a project which was supported by Ondokuz Mayıs University, (Project No: PYO.ZRT.1901.14.009).

References

- Alben E, Boz İ. 2014. Kahramanmaraş ili Türkoğlu ilçesinde çiftçilerin zirai ilaç kullanımı, mevcut sorunlar ve çözüm önerileri. XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 3-5 Eylül, Samsun, Türkiye, 1614-1621.
- Başaran B, Oraman Y. 2019. Ziraat fakültesi öğrencilerinin tarımın geleceğine yönelik bakış açıları: Tekirdağ İli Örneği. International Conference on Eurasian Economies 2019, 11-13 Eylül, Gazimagosa, KKTC, 294-301.
- Bayraktar A, Boz İ. 2020. Attitudes and behaviours of farmers in using of pesticides in Carsamba district of Samsun. Turkish J Agri Food Sci Technol, 8(2): 392-398.
- Berk A, Armağan S. 2019. Kırsal alanda genç çiftçilerin sorunları ve beklentileri; Niğde İli Örneği. Alatarım, 18(1): 57-64.
- Boz İ, Candemir S. 2007. Yayım elemanları gözüyle

- Kahramanmaraş'ta tarımsal, kurumsal sorunlar ve çözüm önerileri. KSÜ Fen Müh. Derg, 10 (1): 97-105.
- Boz İ, Kaynakçı C. 2019. Evaluating farmers satisfaction of agricultural subsidies: The case of Carsamba District, Samsun. 3rd International Conference on Agriculture, Food, Veterinary, and Pharmacy Sciences. April 16-18, Trabzon Turkey, 1012-1020.
- Cinemre HA, Kılıç O. 2015. Tarım Ekonomisi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı, No:11, (5. Baskı), s:179, Samsun.
- Demircan V, Yılmaz H. 2005. Isparta ili elma üretiminde tarımsal ilaç kullanımının çevresel duyarlılık ve ekonomik açıdan analizi. Ekoloji, 14(57): 15-25.
- Eğri T. 2014. 2000 Sonrası Türk Tarım Politikalarında Dönüşüm ve Çiftçi Algısı: Kırklareli Örneği. Anadolu Üniv Sos Bilim Derg, 14(1):89-104.
- Eryılmaz GA, Kiliç O, Boz İ. 2019. Türkiye'de organik tarım ve iyi tarım uygulamalarının ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi. Yüzüncü Yıl Üniv Tarım Bilim Derg, 29(2): 352-361.
- Eryılmaz GA, Kiliç O. 2018. Türkiye'de sürdürülebilir tarım ve iyi tarım uygulamaları. Tarım Doğa Derg, 21(4): 624.
- Gözener B, Yüksel M. 2019. Çiftçinin tarıma bakışı: Tokat İli Örneği. Gaziosmanpaşa Bilim Araş Derg, 8(3): 110-119.
- Kaya N, Çoker S, Kınıklı F, Yercan M. 2019. Çiftçilerin Kooperatifçiliğe Bakış Açuları Üzerine Bir Araştırma: Ağrı ve Eskişehir İlleri Örneği. Turkish J Agri Econ, 25(2): 219-230.
- Kızılaslan N, Somak, E. 2019. Üreticilerin tarım politikalarına ilişkin görüş ve beklentilerinin belirlenmesi (Tokat İli Merkez İlçe Köyleri Örneği. Gaziosmanpaşa Bilim Araş Derg, 8(3): 140-154.
- Oruç E, Gündüz O, Ergün A. 2016. Çiftçi gözünde tarımın Türkiye ekonomisinde yeri ve önemi: Manisa İli Soma İlçesi Örneği. Gaziosmanpaşa Üniv Zir Fak Derg, 33(2): 194-200.
- TOB. 2018. Tarım ve Orman Bakanlığı, destekleme bülteni. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Yatırımcı Danışma Ofisi. <https://www.tarimorman.gov.tr/SGB/TARYAT/Menu/23/Tarimsal-Destekler-Bulteni> (erişim tarihi: 10.06.2020).
- TURKSTAT. 2019. Turkish Istatistical Institution, Data of agriculture. <http://www.tuik.gov.tr> (access date: 10.06.2020).
- Yamane T. 2001. Temel örnekleme yöntemleri (Çevirenler: A. Esin, C. Aydın, MA Bakır ve E. Gürbüzsel. Literatür Yayınları, Yayın, Yayın no: 53.



FEATURE EXTRACTION AND CLASSIFICATION OF POWER QUALITY EVENTS BASED ON FAST FOURIER TRANSFORMATION AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

Ezgi GÜNEY^{1*}, Çağrı KOCAMAN²

¹Sinop University, Vocational High School, Department of Electrical and Energy, 57000, Merkez, Sinop, Turkey


²Turkish Airlines Flight Management, 34180, Bahçelievler, İstanbul, Turkey


Abstract: This paper presents an effective method for detection and classification of Power Quality Events (PQE), based on Fast Fourier Transformation (FFT) for event identification and Artificial Neural Network (ANN) technique for classifying of these events. Firstly, synthetic data such as pure sine as a reference, voltage sag, voltage swell, flicker, transient, voltage with harmonics are created in MATLAB based on TS EN 50160 standard. Database with 480 PQE waveforms is generated with 80 samples for each of the 6 types of the waveform with randomly different event amplitude, beginning occurrence time, time duration, frequency component and angle according to a type of event. FFT is used to extract features of the events by decomposing the signal. Then, 16384×480 data are reduced to 480×480 data by applying Principal Component Analysis (PCA) that is prevent over-learning, obtain less runtime using less computing power and reduce data and storage space. Finally, a total of 480 PQE are classified by using ANN. 336 of these PQE are used for training cluster, 72 of PQE are used for verification and the remaining 72 are used for testing. Firstly, the ANN has been trained correctly. The classification performance of the ANN in PQE has been examined by inserting the test into ANN. The performance of ANN is 99.8% for these PQE. The purpose of this research is to provide an artificial intelligence assistant that can fast and accurately advise the power system operators for the networks, and the results also show that the goal has been achieved.

Keywords: Power quality event, Feature extraction, Classification, FFT, PCA, ANN

*Corresponding author: Sinop University, Vocational High School, Department of Electrical and Energy, 57000, Merkez, Sinop, Turkey

E mail: eguney@sinop.edu.tr (E. GÜNEY)

Ezgi GÜNEY  <https://orcid.org/0000-0003-4868-0626>

Çağrı KOCAMAN  <https://orcid.org/0000-0001-9763-7603>

Received: October 27, 2020

Accepted: December 02, 2020

Published: January 01, 2021

Cite as: Güney E, Kocaman Ç. 2021. Feature extraction and classification of power quality events based on fast fourier transformation and artificial neural network. BSJ Eng Sci, 4(1): 14-21.

1. Introduction

In recently, the power quality issue is the subject of much research for an increasing number of electronic and power electronic equipment components, nonlinear loads, unbalanced power systems and solid-state switching devices used in industrial and public sectors. PQE is an important issue due to complicated power distribution because of increasing in grid connection for the new energy resources such as wind and solar energy conversion systems. Therefore, PQE detection and classification is extremely important for the protection of power distribution network. This sensitivity, which occurred in recent years in the case of power quality, it has forced the development of intelligent methods to reduce the negative effects of PQEs the least (Li et al., 2016; Jamali et al., 2018).

Various approaches for the detection and classification of PQE are developed in the literature. Several of papers based on different techniques such as Fourier transform (FT) (Polat and Güneş, 2007; Ipinimo and Chowdhury, 2013; Deokar and Waghmare, 2014; Karasu and Saraç, 2018), wavelet transform (WT) (Ucar et al., 2018), S-transform (ST) (Saini and Kapoor, 2012; Satao and

Kankale, 2016; Daud et al., 2017), Hilbert-Huang Transform (HHT) (Das et al., 2017; Sahani and Dash, 2018), Gabor-Wigner Transform (GWT) (Shilpa et al., 2015) and Kalman-Filter (Abdelsalam, 2012). Several intelligent classifiers such as Artificial Neural Networks (ANN) (Naik and Kundu, 2014; Lopez-Ramirez et al., 2016), Fuzzy Logic Controllers (FLC) (Polat and Güneş, 2007), Support Vector Machines (SVM) (Li et al., 2016), Rule-Based systems (Rodríguez et al, 2012) are used for classification and recognition of PQE. These methods are basic steps of pattern recognition that use signal-processing techniques (Stoica and Moses, 2005).

The purpose of this research is to provide an artificial intelligence assistant that can fast and accurately advise the power system operators for the networks. The critical task in developing such a system is to select the appropriate marking analysis technique for classifying PQE. In order to achieve this purpose, five different PQE including voltage sag, voltage swell, flicker, transient and voltage with harmonic and pure sine as a reference are produced in different amplitude, beginning occurrence time, time duration, frequency component and angle according to a type of event. These types of PQE with



parametric equations and event parameter variations are given in Table I. Voltage sag and voltage swell signals are produced with different amplitudes, lengths and time duration. Voltage sag species the decrease in voltage from 0.9 to 0.1 pu for a typical period from 0.5 cycles to 1 minute. Voltage swell is the increase in voltage from 1.1 to 1.8 pu for a representative period from 0.5 cycles to 1 minute. Voltage sag and voltage swell are created in different amplitude, beginning occurrence time, time duration, and angle. A flicker is a systematic variation of the voltage waveform or a series of random voltage changes. Flicker signal is created with time scale ranges from tens of nanoseconds to steady-state and frequency ranges from 58 Hz to 60 Hz. This frequency range is chosen because the best-distinguished flicker frequency by the human eye is between 8 and 10 Hz. Transient is a sudden high peak event that raises the voltage levels in either a positive or a negative direction. Transient is created with different time duration, angles, frequency and amplitude which occur in voltage from 50 nanoseconds to 50 milliseconds. Harmonic distortion is the corruption of the fundamental sine wave at frequencies that are multiples of the fundamental. Voltages with harmonics are created with different amplitudes and frequency components such as 3th, 5th and 7th.

The organization of the paper is as follows: FFT (Fast Fourier Transform) based feature extraction stage is discussed in Section 2.1 in Section 2. The fundamental of FFT is detailed in Section 2.1.1. Section 2.1.2 presents the reduction data size with PCA. In Section 2.2, the classification of PQE by using ANN is presented. Section 2.2.1 presents the ANN classification approach. The results are shown in Section 3. Finally, the conclusion is in Section 4.

2. Material and Methods

In this section, the methods used to classify the signals produced by the types of distortion based on ANN are described in detail.

2.1. Feature Extraction Method Based on FFT

2.1.1. Fast fourier transformation

FFT is a fast and efficient numerical algorithm that computes the Fourier transform. The FFT does not refer to a new or different type of Fourier transform. It refers to a very efficient algorithm for computing the discrete Fourier transform (DFT). The Fourier transform maps time domain functions into frequency domain representations and is defined as;

$$X(f)=F\{x(t)\}=\int_{-\infty}^{\infty}x(t)e^{-j2\pi ft}dt \quad (1)$$

where $x(t)$ is the time domain signal, and $X(f)$ is its Fourier Transform. DFT maps discrete-time sequences into discrete-frequency representations and is given by;

$$X_k=\sum_{i=0}^{n-1}x_i e^{-\frac{j2\pi ik}{n}} \quad k=0,1,2,\dots,n-1. \quad (2)$$

x_i is the input data, X_k is its DFT, and n is data number in both the discrete-time and the discrete-frequency domains. If it is applied directly, DFT requires nearly n^2 complex operations. On the other hand, computationally efficient algorithms can require as little as $n\log_2(n)$ operations with FFT, which is named fast Fourier transform. It is assumed that N is a power of 2,

$$N=2^m \quad (3)$$

For some integer $m = 1, 2, \dots$

By splitting the sum in, from the definition of the DFT, equation 2 into two parts, it is gotten

$$X(k)=\sum_{t=1}^{N/2}x(t)W^{tk}+\sum_{t=N/2+1}^{N/2}x(t)W^{tk} \quad (4)$$

Define

$$W=e^{-i\frac{2\pi}{N}} \quad (5)$$

The twiddle factors are simply the sine and cosine basis functions written in polar form. This leads to the definition of the twiddle factors as;

$$W^{Nk/2}=\begin{cases} 1, & \text{for even } k \\ -1, & \text{for odd } k \end{cases} \quad (6)$$

If the function that is wanted to be expanded is even: $f(k) = f(k)$, or odd: $f(x) = -f(x)$. Because the Fourier modes are also even $\cos(\frac{t\pi k}{N})$ or odd $\sin(\frac{t\pi k}{N})$, the Fourier expansion can be simplified (Peacock, 2014). Using this observation in equation 4, it is obtained:

For $k=2p=0,2,\dots$

$$X(2p)=\sum_{t=1}^{\bar{N}}[x(t)+x(t+N)]\overline{W}^{tp} \quad (7)$$

For $k=2p+1=1,3,\dots$

$$X(2p+1)=\sum_{t=1}^{\bar{N}}[x(t)-x(t+\bar{N})]W^t\overline{W}^{tp} \quad (8)$$

where $\bar{N} = N/2$ and $W = W^2 = e^{-i2\pi/N}$.

The equation (7) and (8) are the core of the FFT algorithm and represents DFTs for data of length equal to \bar{N} . Computation of the sequences transformed in equations (7) and (8) requires \bar{N} flops. Therefore, the computation of an N -point transform has been reduced

to the evaluation of two $N/2$ -point transforms plus a sequence computation requiring about $N/2$ flops. This reduction process is continued until $\bar{N} = 1$ (Changjie and Buxiang, 2015).

2.1.2. Principal component analysis

PCA, which has been widely used in many applications, is an unsupervised method for feature extraction and data reduction. The main reasons for using this method are as follows:

- To increase the accuracy score
- To prevent over-learning (overfitting)
- To achieve less runtime using less computing power
- To shrink data and reduce storage space
- To remove noise (unnecessary information, noise) in the data
- To be able to analyze and visualize data effectively cause unnecessary information and overfitting problems in the model.

So, in this work, PCA is used to prevent over-learning, obtain less runtime using less computing power and reduce data and storage space. PCA analyzes a data Table I in which observations are described by several inter-correlated quantitative dependent variables. Its goal is to extract the important information from the table, to represent it as a set of new orthogonal variables called principal components, and compress the size of the data set by keeping only this important information. The process steps to reduce the data size with PCA are as follows (Tan and Ramachandaramurthy, 2010; Shen et al., 2019). Firstly, data is processed to normalize its mean and variance;

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x^{(i)} \quad (9)$$

Each $x^{(i)}$ is replaced with $x^{(i)} - \mu$. These steps zero out the mean of the data, and may be omitted for data known to have zero mean.

$$\sigma_j^2 = \frac{1}{m} \sum_i (x_j^{(i)})^2 \quad (10)$$

Each $x_j^{(i)}$ is replaced with $x_j^{(i)}/\sigma_j$. These steps rescale each coordinate to have unit variance, which ensures that different attributes are all treated on the same "scale." Consider that given a unit vector u and a point x , the length of the projection of x onto u is given by $x^T u$. I.e., if $x^{(i)}$ is a point in the dataset, then its projection upon u is distance $x^T u$ from the origin. Therefore, to maximize the variance of the projections, is chosen a unit-length u for maximize;

$$\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (x^{(i)T} u)^2 = u^T \left(\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m x^{(i)} x^{(i)T} \right) u \quad (11)$$

It is easily recognized that the maximizing this subject to $\|u\|_2 = 1$ gives the principal eigenvector of

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x^{(i)} \quad (12)$$

To project the data into a k -dimensional subspace ($k < n$), it should be chosen u_1, \dots, u_k to be the top k eigenvectors of Σ . The u_i 's form a new, orthogonal basis for the data. Then, to represent $x^{(i)}$ in this basis need only compute the corresponding vector;

$$y^{(i)} = \begin{bmatrix} u_1^T x^{(i)} \\ u_2^T x^{(i)} \\ \vdots \\ u_k^T x^{(i)} \end{bmatrix} \in R^k \quad (13)$$

Thus, whereas $x^{(i)} \in R^k$, the vector $y^{(i)}$ now gives a lower, k -dimensional, approximation/representation for $x^{(i)}$. PCA is therefore also referred to as a dimensionality reduction algorithm. The vectors u_1, \dots, u_k are called the first k principal components of the data (Tan and Ramachandaramurthy, 2010).

The classification accuracy depends on both extracted features and the classifier. Selecting a robust classifier is essential to detect and classify of PQE accurately.

In this study, six voltage waveforms including pure sine, voltage sag, voltage swell, flicker, transient, voltage with harmonic are produced by using mathematical models in MATLAB. TS EN 50160 standard is used as a reference for feature extraction based on FFT. The parametric equations for the generated signals are shown in Table 1 (Vankatesh et al., 2010).

The healthy simulation model operates at 1 pu voltage amplitude. Sampling frequency is 25.6 kHz. PQE is produced as 5120 samples in 10 periods length. The frequency components of the signals are generated by using FFT analysis. The amplitude of the coefficients obtained from the FFT transform can be seen in the Power Spectrum (PS) graph visually. The PS of a signal shows how the power of signal is distributed throughout the frequency domain. FFT is used to get the frequency-domain voltage data from the time domain. The PQE is generated and the properties of PS graphs are obtained by using FFT analysis are given in Figure 1.

Table 1. Numerical modelling of the simulated PQE

PQE	Numerical model	Parameters
Pure Sine	$v(t) = \sin(\omega t)$	$\omega = 2\pi 50 \text{ rad/sec}$
Voltage Sag	$v(t) = [1 - \alpha(u(t - t_1) - u(t - t_2))]\sin(\omega t)$	$0.1 \leq \alpha \leq 0.9, T \leq t_2 - t_1 \leq 9T$
Voltage Swell	$v(t) = [1 + \alpha(u(t - t_1) - u(t - t_2))]\sin(\omega t)$	$0.1 \leq \alpha \leq 0.9, T \leq t_2 - t_1 \leq 9T$
Flicker	$v(t) = A(1 + \alpha_f \sin(\beta_f \omega t))\sin(\omega t)$	$0.01 \leq \alpha_f \leq 0.25$ $2 \text{ Hz} \leq \beta_f \leq 8 \text{ Hz}$
Transient	$v(t) = A[1 + \alpha(u(t - t_1) - u(t - t_2))]\sin(\omega t)$	$A = 5 - 10, 0.05T \leq t_2 - t_1 \leq 0.06T$
Harmonics	$v(t) = (\alpha_1 \sin(\omega t) + \alpha_2 \sin(3\omega t) + \alpha_3 \sin(5\omega t) + \alpha_4 \sin(7\omega t))$	$\alpha_1 = 1, \alpha_2 = 0.6 - 0.06,$ $\alpha_3 = 0.2 - 0.02, \alpha_4 = 0.08 - 0.008$

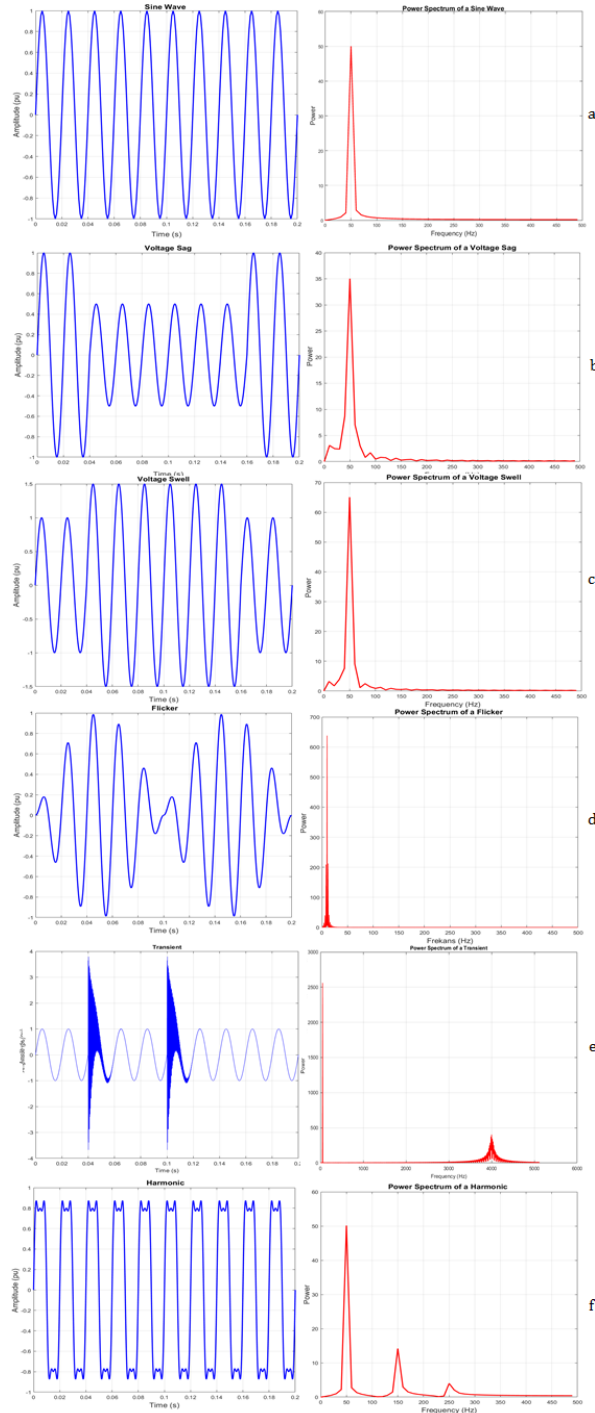


Figure 1. Sample waveforms of PQE and PS graphs.

The pure sine signal and its PS are given in Figure 1(a). Voltage sag and voltage swell signals contain 50 Hz frequency component. Therefore, there is a decrease in the component corresponding to 50 Hz for voltage sag signal given in Figure 1(b) while an increase in voltage swell signal given in Figure 1(c) is observed. The flickering signal is given in Figure 1(d) is generated by adding 58-60 Hz component on a 50 Hz component. The frequency ranges are shown in the PS graph. In transient signal, a 4 kHz transient is generated and an increase in the coefficient corresponding to 4 kHz component is observed. The PS of the transient signal with a transient frequency of 4 kHz is given in Figure 1(e). Figure 1(f) gives the voltage with the signal obtained by adding 3th and 5th harmonic component on the 50 Hz fundamental frequency component. It is seen in the PS of the harmonic signal that an increase in the component coefficients corresponding to the 3rd and 5th harmonic is observed.

2.2. Classifying of PQE Based on ANN

2.2.1. Artificial neural network

ANNs are a new generation of information processing systems and are good at, classification, optimization and data clustering (Saini and Kapoor, 2012). In addition, the ANNs are good at recognizing patterns and they are extensively applied for the analysis of PQE (Kumar et al., 2015; Kow et al., 2016; Khokhar et al., 2017; Luo et al., 2017). Basically, an ANN consists of an input layer, one or more hidden layers, and an output layer. The number of neurons and hidden layers depends on the problem and can be determined by trial and error until a target performance is achieved (Uyar et al., 2013). In ANN, network entries are first multiplied by weights. It is then summed with the bias value and passed through the transfer function to calculate the output. However, in order for the neuron to produce the desired output, it is necessary to set the weight values w and b . During the learning process, the ANN weights are adapted to the desired output vectors. The transfer function is a linear or non-linear derivable function.

In this paper, we propose pattern recognition and classification training methodology for the input signals. The proposed features can be used for any classification. The present study proposes the use of ANN for classification. The structure of the ANN used in this study is shown in Figure 2. The training parameters are selected to obtain the best performance, after several different experiments, such as the number of hidden layers, learning rate, and type of the activation functions.

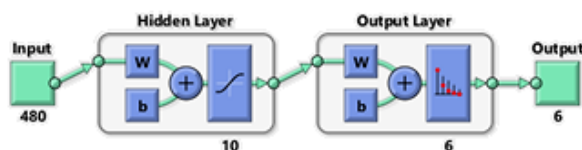


Figure 2. Two-layer neural network architecture with feed forward.

The proposed ANN architecture is selected from MATLAB / Neural Network Toolbox. As seen in Figure 2, a two-layer feed-forward network, with a hyperbolic tangent sigmoid transfer function in the hidden layer, and a softmax transfer function in the output layer are used as a classifier. The hyperbolic tangent sigmoid function is used since inputs have negative and positive values. Multilayer feed forward ANNs are chosen because of their ability to solve many engineering problems such as function approach, pattern recognition and classification. Pattern recognition and classification based on ANN is successfully used by selecting the output that represents the best-unknown input sample (Manjula and Sarma, 2010; Alshahrani et al., 2016; Feilatla et al., 2017). The number of input is 480. The hidden layer has 10 nodes while the output layer has 6 nodes. PQE that is classified is given in Table 2.

Table 2. Class of PQE

PQE	Class
Pure Sine	C1
Voltage Sag	C2
Voltage Swell	C3
Flicker	C4
Transient	C5
Voltage with harmonics	C6

3. Results

In order to detect and classification of the PQE, firstly, five different PQE and pure sine are created in MATLAB based on TS EN 50160 standard. Each sign in the PQE data set is generated with different amplitude, beginning occurrence time, time duration, frequency component and angle according to the event. Pure sine is selected as a reference. Then, the frequency components of the obtained waveforms are extracted by using FFT analysis. 16384 samples are taken and reduced to 480 data by applying PCA. The total size of the data set is 480×480 , where 480 is the size of the feature set and 480 is the number of PQE with 80 samples of each class. Finally, the feature vector of 480×480 is applied for training the ANN classifier. From 480 PQE, 336 PQE are used for training cluster, 72 for validation and the remaining 72 for testing the ANN classifier. The number of samples for training, validation and testing is chosen at random and given in Table 3.

Table 3. The number of samples for training, validation and testing

Mode	Samples in %	Number of Samples
Training	70	336
Validation	15	72
Testing	15	72

The network reaches its best validation performance in $7.8073e-07$, when generalization stops improving after some iteration and then there is an increase in the mean

square error of the validation samples. The smallest error between test and validation occurred in 23 iterations. Receiver Operating Characteristic (ROC) is a statistical method of decision making and is a graphical representation of the relationship between sensitivity and selectivity. For each class of classifier, the ROC applies threshold values along with the output [0,1] interval. For each threshold, two values are calculated: True Positive Rate and False Positive Rate. The ROC

curve is created by plotting the true positive rate (TPR) against the false positive rate (FPR) at various threshold settings. ROC can also be expressed as the fraction of the correct positives and the fraction of the false positives. If the positives are perfectly separated from the negatives, the area value under the ROC curve is 1, and if there is no positive value, the value under the ROC curve is 0. The larger this area, the more it has the sort of discrimination (Zweig and Campbell, 1993).

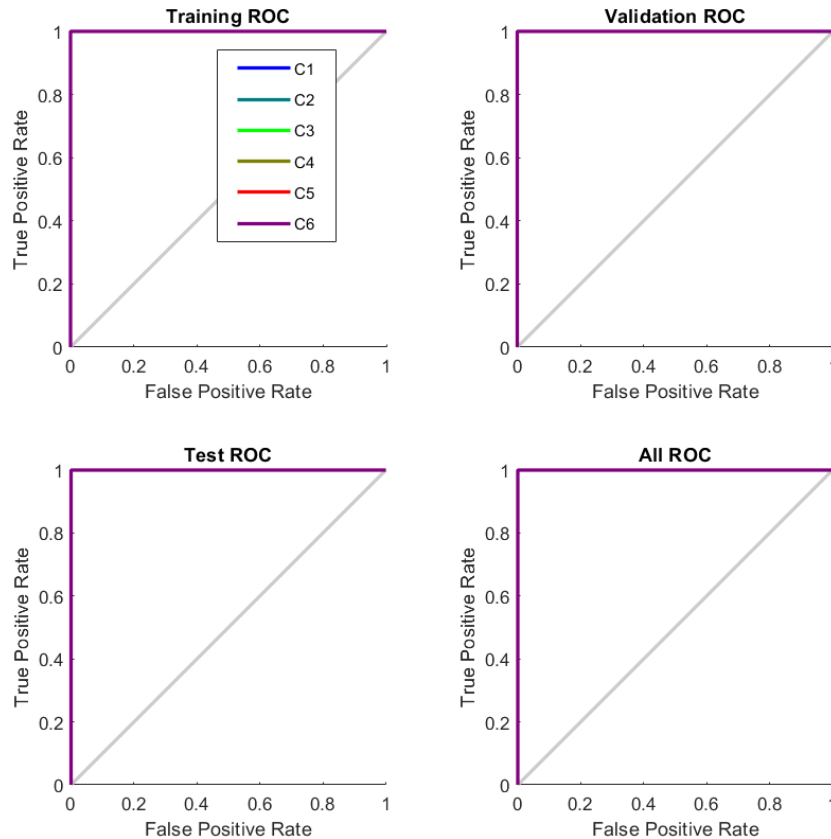


Figure 3. Receiver operating characteristic.

A test with perfect discrimination (no overlap in the two distributions) has a ROC curve that passes through the upper left corner (100% sensitivity, 100% specificity). Therefore, the closer the ROC curve is to the upper left corner, the higher the overall accuracy of the test (Atapattu et al, 2010). It is shown in Figure 3 that there is a perfect hug in ROC curves to the left and top edges and this test indicates that the ability of discrimination is excellent. In addition, in Figure 4, confusion matrices for training, testing and validation, and the six kinds of data are combined. The green squares indicate correct responses and red squares show incorrect responses. The lower right blue squares illustrate the overall accuracies So, as seen in Figure 4, the 99.8% recognition performance shows that the training performs well. ANN was trained with 100% accuracy and tested with 100% accuracy. This ratio is thought to be very successful and sensitive. Considering the effectiveness of the method and the success of the results, the result of this study can be deduced.

4. Conclusion

A system for the recognition and classification of PQEs by using FFT and ANN is presented in this paper. For this purpose, five different PQE and pure sine are created in MATLAB based on TS EN 50160 standard. 480 PQE waveforms are generated with 80 samples for each of the 6 types of the waveform with randomly different amplitude, beginning occurrence time, time duration, frequency component and angle according to the event. The sampling frequency of the waveforms is 25.6 kHz and the power frequency is 50 Hz. PS graphs obtained from the FFT analysis show that the 50 Hz frequency components of voltage sag decrease while 50 Hz frequency components of voltage swell increase. 3th, 5th and 7th frequency components are increased in voltage with harmonic. Corresponding to the generated transient frequencies increase. Flicker signal is created in frequency ranges from 58 Hz to 60 Hz. This frequency range is chosen because the best distinguished flicker frequency by the human eye is between 8 and 10 Hz. It is obtained increase in flicker frequency components

between 8 Hz to 10 Hz. It is seen that five kinds of PQE and pure sine are distinguished visually. Totally, 16384

data are obtained. In the next step, these huge 16384 data are reduced to 480 data by applying PCA.

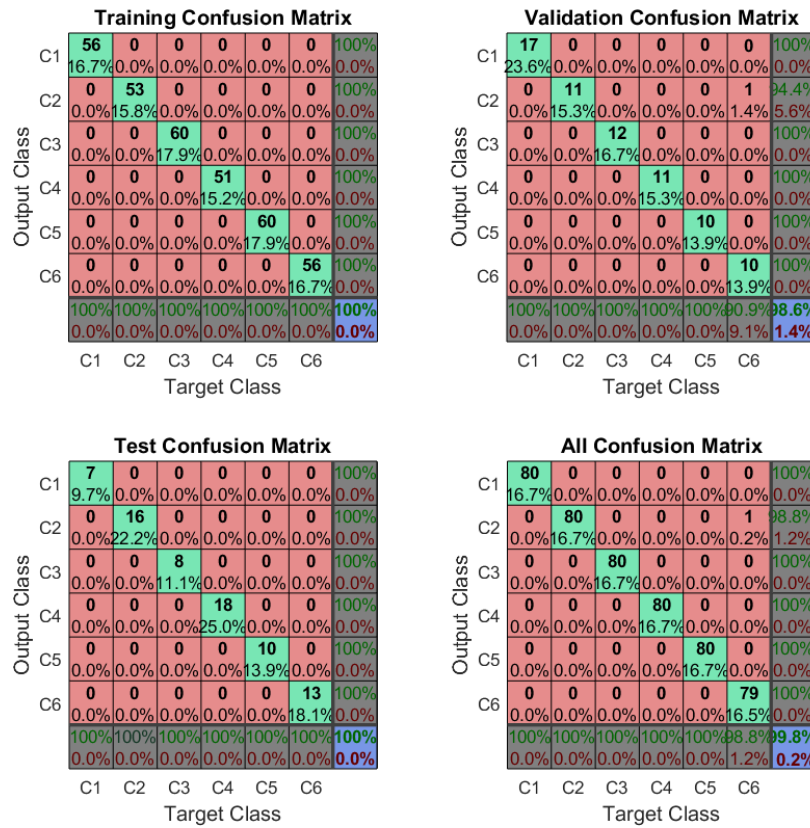


Figure 4. Confusion matrix

The ANN classifier is used for the classification. Multilayer feed forward ANNs which is good at pattern recognition and classification. From 480 PQE of each event, 336 PQE are used for training cluster, 72 are used for validation and the remaining 72 are used for testing. The proposed system is capable of recognition of various PQE with 100% accuracy. It is also shown that the overall accuracy is 99.8 %: FFT, which is used for feature extraction in this paper, can classify the PQE problems. Feature extraction and classification of PQE based on FFT and ANN gives satisfactory results. When the ANN model proposed in this paper is applied in any power distribution system, it can be observed that the network can provide fast and accurate consultancy to grid power system operators.

Author Contributions

CK; originally conceived the idea. EG; collected the data. EG and CK; drafted the manuscript. EG and CK; designed the study. All authors reviewed and approved the manuscript.

Conflict of Interest

The authors declared that there is no conflict of interest.

References

Abdelsalam AA, Eldesouky AA, Sallam AA. 2012. Characterization of power quality events using hybrid

technique of linear Kalman filter and fuzzy-expert system. Electric power systems Research, 83: 41-50.
 Alshahrani S, Abbod M, Taylor G. 2016, September. Detection and classification of power quality events based on Hilbert-Huang transform and feed forward neural networks. In 2016 51st International Universities Power Engineering Conference (UPEC), 1-6, IEEE.
 Atapattu S, Tellambur C, Jiang H. 2010. Analysis of area under the ROC curve of energy detection. IEEE Transact Wireless Com, 9(3): 1216-1225.
 Changjie Z, Buxiang Z. 2015. The medium and long term power load forecasting model based on PCA-SVM. Electrical Measurt Instrument, (9): 2.
 Das D, Chakravorti T, Dash PK. 2017. Hilbert Huang transform with fuzzy rules for feature selection and classification of power quality events. In 2017 4th IEEE Uttar Pradesh Section International Conference on Electrical, Computer and Electronics (UPCON), 439-445, IEEE.
 Daud K, Abidin AF, Ismail AP. 2017, August. Voltage sags and transient detection and classification using half/one-cycle windowing techniques based on continuous s-transform with neural network. In AIP Conference Proceedings, 1875: 030017.
 Deokar SA, Waghmare LM. 2014. Integrated DWT-FFT approach for detection and classification of power quality events. Int J Electrical Power Energy Sys, 61: 594-605.
 Feilat EA, Aljarrah RR, Rifai MB. 2017. Detection and classification of voltage variations using combined envelope-neural network based approach. Jordan J Electrical Eng, 3: 113.
 Ipinimo O, Chowdhury S. 2013. ANN-based classification

- system for different windows of voltage dips in a power network. In 2013 48th International Universities' Power Engineering Conference (UPEC), 1-6, IEEE.
- Jamali S, Farsa AR, Ghaffarzadeh N. 2018. Identification of optimal features for fast and accurate classification of power quality events. *Measurement*, 116: 565-574.
- Karasu S, Saraç Z. 2018. Classification of power quality events signals with pattern recognition methods by using Hilbert transform and genetic algorithms. In 2018 26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 1-4, IEEE.
- Khokhar S, Zin AAM, Memon A P, Mokhtar AS. 2017. A new optimal feature selection algorithm for classification of power quality events using discrete wavelet transform and probabilistic neural network. *Measurement*, 95: 246-259.
- Kow KW, Wong YW, Rajkumar RK. 2016. A review on performance of artificial intelligence and conventional method in mitigating PV grid-tied related power quality events. *Renew Sustain Energy Reviews*, 56: 334-346.
- Kumar R, Singh B, Shahani DT. 2015. Recognition of single-stage and multiple power quality events using Hilbert-Huang transform and probabilistic neural network. *Electric Power Comps Sys*, 43: 607-619.
- Li J, Teng Z, Tang Q, Song J. 2016. Detection and classification of power quality events using double resolution S-transform and DAG-SVMs. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measur*, 65: 2302-2312.
- Lopez-Ramirez M, Ledesma-Carrillo L, Cabal-Yepe E, Rodriguez-Donate C, Miranda-Vidales H, Garcia-Perez A. 2016. EMD-based feature extraction for power quality event classification using moments. *Energies*, 9: 565.
- Luo Y, Li K, Li Y, Cai D, Zhao C, Meng Q. 2017. Three-layer bayesian network for classification of complex power quality events. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 14: 3997-4006.
- Manjula M, Sarma AVRS. 2010. Classification of voltage sag causes using probabilistic neural network and hilbert-huang transform. *Int J Computer App*, 975: 8887.
- Naik CA, Kundu P. 2014. Power quality event classification employing S-transform and three-module artificial neural network. *Int Transactions on Electrical Energy Sys*, 24: 1301-1322.
- Peacock JA. 2014. Fourier Analysis. School of Physics and Astronomy, University of Edinburgh, UK.
- Polat K, Güneş S. 2007. Classification of epileptiform EEG using a hybrid system based on decision tree classifier and fast Fourier transform. *Applied Mat Comput*, 187: 1017-1026.
- Rodríguez A, Aguado JA, Martín F, López JJ, Muñoz F, Ruiz JE. 2012. Rule-based classification of power quality events using S-transform. *Electric Power Sys Res*, 86: 113-121.
- Sahani M, Dash PK. 2018. Automatic power quality events recognition based on Hilbert Huang transform and weighted bidirectional extreme learning machine. *IEEE Trans on Industrial Informatics*, 14: 3849-3858.
- Saini MK, Kapoor R. 2012. Classification of power quality events—a review. *Int J Electrical Power Energy Sys*, 43: 11-19.
- Satao SR, Kankale RS. 2016, August. A new approach for classification of power quality events using S-Transform. In 2016 International Conference on Computing Communication Control and automation (ICCUBEA), 1-4, IEEE.
- Shen Y, Abubakar M, Liu H, Hussain F. 2019. Power quality event monitoring and classification based on improved PCA and Convolution neural network for wind-grid distribution systems. *Energies*, 12: 1280.
- Shilpa R, Prabhu SS, Puttaswamy PS. 2015, December. Power quality events monitoring using Hilbert-Huang transform and SVM classifier. In 2015 International Conference on Emerging Research in Electronics, Computer Science and Technology (ICERECT), 6-10, IEEE.
- Stoica P, Moses RL. 2005. Spectral analysis of signals. (Vol. 1). Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, Nigeria.
- Tan RH, Ramachandaramurthy VK. 2010. Numerical model framework of power quality events. *European J Sci Res*, 43: 30-47.
- Ucar F, Alcin O, Dandil B, Ata F. 2018. Power quality event detection using a fast extreme learning machine. *Energies*, 11: 145.
- Uyar M, Kaya Y, Ataş M. 2013, April. Classification of power quality events based on S-transform and image processing techniques. In 2013 21st Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 1-4, IEEE.
- Zweig MH, Campbell G. 1993. Receiver-operating characteristic (ROC) plots: a fundamental evaluation tool in clinical medicine. *Clinical Chem*, 394: 561-577.



GLADIÇYA MEYVESİNİN ÇAYIROTU SİLAJINDA KULLANIMI

İnan GÜVEN^{1*}, Adem KAMALAK¹

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 46040, Onikişubat, Kahramanmaraş, Türkiye

Özet: Bu çalışmada, suda çözünür karbonhidrat (SÇK) ve tanen bakımından zengin Gladıçya (*Gleditsia triacanthos*) meyvesinin, çayırotu silajı yapımında silaj katkı maddesi olarak kullanım olanakları araştırılmıştır. Gladıçya meyvesi, silajların kompozisyonlarına, fermentasyon parametrelerine, in vitro gaz üretim parametrelerine, in vitro organik madde sindirim derecelerine (IVOMSD) ve metabolik enerji içeriklerine (ME) önemli derecede etki etmiştir. Gladıçya meyvesinin silajlara katılma oranına bağlı olarak oluşan silajların kuru madde içeriği (KM), Fleig skorları (FS), in vitro gaz üretimleri, organik madde sindirim dereceleri (OMSD), metabolik enerji içerikleri ve kuru madde sindirim dereceleri (KMSD) önemli derecede artarken, kül içerikleri (HK), asit deterjan fiber (ADF), nötral deterjan fiber (NDF) ve ham protein içerikleri (HP) azalmıştır. Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, %6 oranında Gladıçya meyvesi ilavesi çayırotu silajının amonyak içerikleri %46 oranında, pH'sını ise %13,12 oranında düşürmüştür. Kontrol grubuna göre, %6 oranında Gladıçya meyvesi ilave edilen çayırotu silajının Fleig Skoru 56,0'den 90,46'ya yükselmiştir. Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, %6 oranında Gladıçya meyvesi ilavesi çayırotu silajının ME içeriğini %8,76 oranında, OMSD ise %11,87 oranında kuru madde sindirim derecesini %20,28 artırmıştır. Sonuç olarak; daha kaliteli çayırotu silajı elde etmek için taze çayırotuna en az %3 oranında Gladıçya meyvesi katılması tavsiye edilebilir.

Anahtar kelimeler: Çayırotu silajı, Gladıçya meyvesi (*Gleditsia triacanthos*), Sindirim derecesi, Metabolik enerji


The Use of Honey Locust Pods as a Silage Additive for Grass


Abstract: In the current study honey locust (*Gleditsia triacanthos*) pods which is rich in water soluble carbohydrate (WSC) and tannin, was used as a silage additive for grass plant. Honey locust pods had a significant effect on the chemical composition, fermentation parameters, in vitro gas production parameters, in vitro organic matter digestibility (OMD) and metabolisable energy (ME) content of grass silage. Although dry matter content, Fleig score, in vitro gas production, organic matter digestibility (OMD), metabolisable energy (ME) and dry matter digestibility (DMD) of the resultant grass silage increased, crude ash, acid detergent fiber, neutral detergent fiber and crude protein (CP) contents decreased with increasing level of honey locust pods. The inclusion of honey locust pods at %6 into grass material resulted in a decrease in % 46 of the ammonia concentration and 13.12% of pH respectively, when compared with control group of grass silage. On the other hand, the inclusion of honey locust pods at 6% into grass material resulted in an increase in 8.76% of the metabolisable energy, 11.87% of organic matter digestibility and 20.28% of dry matter digestibility respectively, when compared with control group of grass silage. In addition, the inclusion of honey locust pods at %6 into grass material resulted in an increase in Fleig score from 56.0 to 90.46. It can be concluded that, at least, 3% of ground honey locust pods on fresh basis should be included into grass forage to obtain high quality grass silage.

Keywords: Grass silage, Honey locust (*Gleditsia triacanthos*) pods, Digestibility, Metabolisable energy

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 46040, Onikişubat, Kahramanmaraş, Türkiye

E mail: inanguven@ksu.edu.tr (I. GÜVEN)

İnan GÜVEN  <https://orcid.org/0000-0003-3993-0523>

Adem KAMALAK  <https://orcid.org/0000-0003-0967-4821>

Gönderi: 04 Aralık 2020

Kabul: 16 Aralık 2020

Yayınlanma: 01 Ocak 2021

Received: December 04, 2020

Accepted: December 16, 2020

Published: January 01, 2021

Cite as: Güven İ, Kamalak A. 2021. The use of honey locust pods as a silage additive for grass. BSJ Eng Sci, 4(1): 22-28.

1. Giriş

Ruminant beslemesindeki en önemli sorunlardan birisi kaliteli kaba yem sorunudur. Yem girdilerinin içerisinde kaba yem önemli bölümü oluşturmaktadır. Ruminantların kışın dengeli beslenmelerini sağlamak ve kaliteli kaba yem ihtiyacını karşılamak için son yıllarda ülkemizde silaj üretimi oldukça önem kazanmıştır. Silaj; genellikle yeşil ve suca zengin kaba yemlerin oksijensiz ortamda kısmi fermentasyonundan elde edilmektedir. Ülkemizde mısır başta olmak üzere yonca, fiğ, arpa, buğday ve çayır otu gibi buğdaygil ve baklagil bitkileri tek başına veya birlikte (karışım halinde) silolanarak silajı elde edilmektedir.

Buğdaygiller uygun zamanda hasat edildiğinde yeterli

suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) içermesi ve tamponlama (buffering) kapasitesi düşük olmasından dolayı kolaylıkla silolanabilmektedir. Baklagillerde ise durum oldukça farklıdır. Baklagillerin kuru madde içeriklerinin düşük, suda çözünür karbonhidrat bakımından fakir oluşları ve tamponlama kapasitelerinin oldukça yüksek olmasından dolayı direk veya pörsütülmeden tek başına silolanması oldukça zordur (Raques ve Smith, 1966; Pitt, 1990; Singh ve ark., 1996; Davies ve ark., 1998).

Bilindiği gibi, silaj materyalinin uzun süre bozulmadan kalabilmesi için pH'nın 4 civarında olması gereklidir. Silaj materyalin pH'sının düşmesi için laktik asit bakterileri tarafından laktik asit üretilmesi gerekmektedir. Çünkü



silaj materyalinin pH'sının düşmesi üretilen laktik asit miktarına bağlıdır. Bunun için de laktik asit bakterilerinin kullanabileceği yegâne kaynak suda çözünebilir karbonhidratlardır. İyi bir silolama için gerekli suda çözünebilir karbonhidrat seviyesi yaş silaj materyali kuru maddesinin %3,0'ü kadar olması gerektiği bildirilmiştir (Chamberlain ve Wilkinson, 1996). Farklı hasat zamanında elde edilen çayırotu ve silajı *in situ* ve *in vitro* yöntemlerle değerlendirilmiş olup, hasat zamanının ilerlemesiyle birlikte parçalanmış kısımda bir azalma meydana gelmiştir. Her iki tekniğin de hasat zamanında meydana gelen farklılıkları test etmede başarılı olduğu vurgulanmıştır (Kis ve ark., 2005).

Çayırotunun (*Pennisetum purpureum*, *Schumach*) bakteriyel inokülasyonu sonucu oluşan silajların aerobik stabiliteilerinin arttığı bildirilmiştir (Guim ve ark., 2002). Çayırotunun, kaprilik ve kaprik asit ile birlikte silolanması sonucunda oluşan silajların aerobik stabiliteileri kontrol grubuna göre yükselmiştir. Kaprilik asit, laktik asit oluşumunu engellemesine rağmen kaprik asit, laktik asit üretimini engellememiştir. Kaprilik ve kaprik asit protozoa sayısını etkilememesine rağmen organik madde sindirim derecesini biraz düşürmüştür (Abel ve ark., 2002). Çayırotunun, *Lactobacillus buchneri* ve *Lactobacillus buchneri* + homofermentatif laktik asit bakterisinin (*Pediococcus pentosaceus* ve *Lactobacillus plantarum*) karışımı ile silolanması sonucunda oluşan silajların pH'larının başlangıç aşamasında hızlı şekilde düştüğü, aerobik stabilitesinin de yükseldiği görülmüştür (Driehuis ve ark., 2001).

Çayırotu (*Pennisetum purpureum Schumach*) melas ve üre ile birlikte silolanmış olup; melas yüksek oranda üre kullanılan silajlarda bile pH'nın düşmesine sebep olmuş ve çayırotunun (*Pennisetum purpureum Schumach*) güvenli bir şekilde silolanması için en iyi kombinasyonun %5 melas + %0,6 üre olduğu bildirilmiştir (Yunus ve ark., 2000). Silaj yapımı sırasında bitkisel ve mikrobiyal kökenli enzimlerin yem materyali içerisindeki proteinlerin aşırı bir şekilde amonyağa kadar parçalanmasına (proteolizis) neden olduğu ve çoğu durumda gerçek proteinlerin %80'ni amonyağa kadar parçaladığı tespit edilmiştir (Winters ve ark., 2000).

Baklagil silajlarında olduğu gibi, çayır silajlarında da silolama sırasında meydana gelen proteolizis önemli bir sorundur. Proteinlerin silolama sırasında aşırı parçalanması proteinlerin rumende etkin kullanımını etkilemektedir. Baklagil ve çayırotu silajlarında proteinlerin aşırı parçalanmasını önlemek için kullanılan birçok katkı maddesi olmasına rağmen bu maddelerin kullanımını kısıtlayan faktörler vardır. Bundan dolayı bu çalışmada tamamen doğal olarak yetişen Gladiçya meyvesi kullanılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Yemlerin Öğütülmesi ve Kompozisyonların Belirlenmesi

Bu çalışmada ruminant hayvanların beslenmesinde yoğun bir şekilde kullanılan kaba yemlerden çayır otu ile

Galadiçya meyvesi kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan Gladiçya meyveleri 1 mm elekten geçecek şekilde öğütülmüş ve öğütülen örnekler 25 × 15 ebatlarında naylon torbalar içerisinde oda şartlarında kullanılmak üzere muhafaza edilmiştir. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Kampüsü içerisinde biçme makineleri ile biçilen çayırotu; (*Festuca arundinacea* (%35), *Festuca rubra* (%20), *Poa pratensis* (%15), *Lolium perenne* (%30)) temiz bir zemin üzerine pörsümesi beklenilmeden yayılmış ve daha önce kurutulup öğütülmüş Gladiçya meyvesiyle % 0,0, 1,5, 3,0, 4,5 ve 6,0 oranlarında homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Daha sonra bu karışım 1,8-2 kg kapasiteli küçük bidonlara hava kalmayacak şekilde elle sıkıştırılarak silolanmaya bırakılmıştır. Her muamele üç tekerrürlü olarak hazırlanmıştır.

Yemlerin kuru madde (KM), ham kül (HK), ham yağ (HY) ve ham protein (HP) içerikleri AOAC (1995) metoduna göre, NDF ve ADF içerikleri ise Van Soest (1991) yöntemine göre yapılmıştır.

2.2. Yemlerin *In vitro* Gaz Üretimleri ve Gerçek Sindirim Derecelerinin Belirlenmesi

Silaj örnekleri (0,2 g), 30 ml çözeltiyle (10 ml rumen sıvısı + 20 ml yapay tükürük) 100 ml'lik şırıngalar içerisinde 96 saat 39 °C'de inkubasyona bırakılmıştır (Menke ve Steingass, 1988). Rumen sıvısı üç adet kanüllü koçtan alınmıştır. Koçlara %60 yonca kuru otu ve %40 kesif yemden oluşmuş rasyon verilmiştir.

Bu işlemler yapılmadan önce kullanılan şırıngalar 39 °C ön ısıtmaya tabi tutulmuştur. Şırıngalar inkubasyonun başlamasından yarım saat sonra on dakikada bir sallanmış. On saatlik inkubasyon sonunda her saat başı sallanmıştır.

Gaz ölçümleri 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 96 saatlerde yapılmıştır. Net toplam gaz üretimleri kör denemeden elde edilen gaz değerleri çıkartılarak hesaplanmıştır. Bütün gaz ölçümleri üç tekerrürlü yapılmıştır. Daha sonra elde edilen gaz değerlerinden üretilen gaz miktarı, Ørskov ve McDonald (1979) tarafından geliştirilen model kullanılarak gaz üretimiyle ilgili parametreler hesaplanmıştır.

$$y = a + b(1 - \exp(-ct)) \quad (1)$$

a: kolay fermentasyona uğramış kısımdan elde edilen gaz miktarı

b: yavaş fermentasyona uğramış kısımdan elde edilen gaz miktarı

c: b'nin fermente olma hızı

t: zamanı göstermektedir.

2.3. Metabolik Enerji (ME) İçerikleri

Gaz üretimi sonucu elde edilen 24 saatlik gaz ölçüm değerleri ve yem içerikleri kullanılarak yemin metabolize olabilir enerji miktarı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Menke ve ark.,1979).

$$\text{Metabolik Enerji ME (Mj/kg KM)} = 2,20 + 0,136\text{GÜ} + 0,057\text{HP} + 0,002859\text{HY} \quad (2)$$

GÜ: 24 saatlik gaz üretimi (ml)

HP: Ham protein (%)

HY: Ham yağ (%) ifade etmektedir.

2.4. *In vitro* Organik Madde Sindirilebilirlik Derecesi (IVOMSD)

Gaz üretimi sonucu elde edilen 24 saatlik gaz ölçümleri ve yem içerikleri kullanılarak yemin organik madde sindirilebilirliği (%) aşağıdaki formülle belirlenmiştir (Menke ve ark., 1979).

$$IVOMSD = 14,88 + 0,8893GÜ + 0,448HP + 0,651H \quad (3)$$

IVOMSD: *In vitro* organik madde sindirim derecesi

GÜ: Gaz üretimi (ml)

HP: Ham protein (%)

HK: Ham kül içeriği (%) göstermektedir.

2.5. *In Situ* Naylon Torba Tekniği

Çalışmanın bu aşaması KSÜ Ziraat Fakültesi Hayvansal Üretim Merkezinde yapılmıştır. Altmış günlük silolama sonucunda oluşan silajların kuru maddelerin rumende parçalanabilirliği naylon torba tekniği kullanılarak, üç adet kanül takılmış koçlarda belirlenmiştir. Bunun için, iç ve dış parazitlerden arındırılmış üç baş koça bizzat araştırmacı tarafından rumen kanülü takılarak deney süresi boyunca saman ve konsantre yem içeren rasyonla beslenmiştir. Koçlara her an ve rahatça ulaşabilecekleri şekilde temiz su ve yalama taşları sağlanmıştır. Silajların rumende parçalanmasına ait parametreler *in situ* naylon torba tekniği (Ørskov ve McDonald, 1979) kullanılarak elde edilmiştir.

Kurutma sonunda kuru madde kayıpları zamana bağlı olarak bütün silajlar için hesaplanmıştır. Zamana bağlı olarak elde edilen kuru madde kayıpları Ørskov ve McDonald (1979) tarafından önerilen fonksiyon kullanılarak her yemin yıkılabilirlik özellikleri saptanmıştır.

$$Y = a + b (1 - \exp(-ct)) \quad (4)$$

a: yem maddesinin rumene koyulduğu ilk anda çözünen miktarı (rumende kolay yıkıma uğrayan kısım) (%)

b: çözünmeyen fakat zamanla yıkılan kısım (%)

c: b'nin yıkılma hız sabiti, (% / saat)

t: İnkubasyon süresi (saat)

Y: herhangi bir t anındaki rumende parçalanmış (yıkılan) kısım(%) göstermektedir.

Daha sonra yemlerin yıkılabilirlik özellikleri (a, b, c) aşağıda belirtilen formülde yerine konarak her yeme ait kuru maddenin etkin yıkılabilirlikleri (P) tespit edilmiştir.

$$P = a + (b - a) \exp(-ct) \quad (5)$$

P: Rumende etkin yıkılabilirlik %

r: Rumen içeriğinin rumenden birim zamanda çıkış hız sabiti (%/saat), (r= 0,02, 0,05 ve 0,08). Rumen içeriğinin rumeni terk etme hızı (r) hayvanın yem tüketime bağlı olarak değişmektedir.

2.6. *In vitro* Kuru Madde Sindirim Derecesinin (İVKMSD) Belirlenmesi

Altmış günlük silolama sonucunda oluşan silajların kuru madde sindirim derecesi iki aşamalı *in vitro* sindirim

tekniki (Tilley ve Terry, 1963) ile belirlenmiştir. Daha önce fistül takılmış olan üç adet koçtan rumen sıvısı alınmıştır. Yaklaşık olarak 0,5 gram silaj örnekleri daha önce hazırlanışı *in vitro* gaz üretim tekniğinde verilen 40 ml tampon solüsyonla karıştırılmış Rumen sıvısıyla 38 °C'de 24 saatlik plastik tüpler içerisinde fermentasyona tabi tutulmuştur.

Daha sonra silaj örnekleri pepsin içeren solüsyonla 38 °C'de 24 saatlik bir inkübasyona tabi tutulmuştur. İnkübasyon sonunda kalan örnekler Whatman kâğıdından süzülerek kuru madde hesaplanmıştır. Yemlerin *in vitro* kuru madde sindirim derecesi (İVKMSD) aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

In vitro Kuru madde Sindirim Derecesi (İVKMSD %) = (Girenkurumadde / Kalan kuru madde) x100.

2.7. İstatistik Analiz

Elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklar Duncan çoklu karşılaştırma testleri ile belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Silaj Materyali Olarak Kullanılan Çayırotu ve Katkı Maddesi Olarak Kullanılan Gladıçya Meyvesinin Besin Madde Kompozisyonu

Silaj ham maddesi olarak kullanılan çayırotu ve silaj katkı maddesi olarak kullanılan Gladıçya meyvesinin içeriği Tablo 1'de verilmiştir. Çayırotunun kuru madde içeriği %21,63 iken Gladıçya meyvesinin kuru madde içeriği %93,75 bulunmuştur. Ham protein içerikleri kuru madde bazında karşılaştırıldığında ise çayır otunun ham protein içeriği %21,86 iken Gladıçyanın %8,60 bulunmuştur. Çayırotunun ADF içeriği %30,10 iken Gladıçya meyvesinin ADF içeriği %26,04 bulunmuştur. Çayırotunun NDF içeriği %42,10 iken Gladıçya meyvesinin NDF içeriği %39,07 bulunmuştur. Çayırotunda kondense tanen bulunmazken Gladıçya meyvesinde %6,84 oranında bulunmuştur.

Tablo 1. Çayır otu ve Gladıçya meyvesinin besin madde içerikleri (%)

Yemler	Çayır otu	Gladıçya
Km (%)	21,63	93,75
HK (%KM)	12,60	4,64
HP (%KM)	21,84	8,60
NDF	42,10	39,07
ADF	30,10	26,04
WSC	-	15,16

KM= kuru madde, HK= ham kül, HP= ham protein, ADF= asit deterjan fiber, NDF=nötral deterjan, WSC= suda çözünür CHO.

Bu çalışmada silaj katkı maddesi olarak kullanılan Gladıçya meyvesinin kompozisyonu Bruno-Soares ve ark. (2003)'nin bildirdiği kompozisyon ile uyum içerisindedir. Bruno-Soares ve ark., (2003) gladıçya meyvesinin ham kül, ham protein, yağ, NDF, ADF ve kondense tanen içeriğini sırasıyla % 3,9, 7,0, 1,1, 31,0, 23,1 ve 5,4 olarak

bildirmiştir. Bu çalışmada kullanılan Gladiçya meyvesinin NDF, ADF ve HP içeriği Bruno-Soares ve ark., (2003)'nin bildirdiği değerden biraz yüksek bulunmuştur. Diğer taraftan kondense tanen içeriği ise Bruno-Soares ve ark.,(2003)'nin bildirdiği değere çok yakın bulunmuştur.

3.2. Gladiçya İlavesinin Çayırotu Silajının Besin Madde Kompozisyonuna Etkisi

Altmış günlük silolama süresi sonunda elde edilen

silajların kompozisyonlarına ait parametreler Tablo 2'de verilmiştir. Katkı maddesi olarak kullanılan Gladiçya meyvesi silajların kompozisyonunu önemli derecede etkilemiştir. Çayırotu silajlarının KM içerikleri %21,63 ile %26,83 arasında değişmiş olup Gladiçya meyvesinin kullanım oranının artmasıyla birlikte çayırotu silajlarının KM içeriği önemli derecede yükselmiştir.

Tablo 2. Gladiçya ilavesinin çayırotu silajının kompozisyonuna etkisi

	Silaj grupları (Gladiçya meyvesi katkısı)						SHO	Ö,S
	%0	%1,5	%3,0	%4,5	%6,0			
KM	21,63 ^e	22,67 ^d	24,58 ^c	25,73 ^b	26,83 ^a	0,178	***	
Kül	12,60 ^a	11,23 ^b	10,62 ^{bc}	10,21 ^c	10,16 ^c	0,370	***	
ADF	31,08 ^a	30,24 ^{ab}	29,86 ^b	28,61 ^c	28,35 ^a	0,471	***	
NDF	42,11 ^a	40,69 ^{ab}	38,72 ^{ab}	37,53 ^a	37,92 ^a	1,618	**	

^{a,b,c}Aynı harflere sahip ve aynı satırda yer alan ortalamalar arasında fark yoktur (P<0.05), SHO= Standart hata ortalaması, ÖS= önem seviyesi, ***= P < 0.001, **= P<0.01.

KM= kuru madde, ADF= asit deterjan fiber, NDF= nötral deterjan fiber, HP= ham protein.

Bir birim Gladiçya meyvesinin katılmasıyla birlikte çayırotu silajının KM içeriğinde yaklaşık olarak 0.896 birimlik artış olmuştur. Çayırotu silajının kuru madde içeriğindeki bu artışın sebebi Gladiçya meyvesinin kuru madde içeriğinin taze çayırotundan daha yüksek olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular Kamalak ve ark., (2009)'nin bulguları ile uyum içerisindedir. Kamalak ve ark. (2009)'nin yoncayla yaptığı çalışmada, Gladiçya meyvesinin katılmasıyla birlikte oluşan yonca silajlarının kuru madde içeriği önemli derecede yükselmiştir.

Çayırotu silajlarının kül içeriği %10,16 ile %12,60 arasında değişmiş olup Gladiçya meyvesinin kullanım oranının artmasıyla birlikte silajların kül içeriği önemli derecede düşmüştür. Bir birim Gladiçya meyvesinin katılmasıyla birlikte kül içeriğinde 0,382 birimlik azalış meydana gelmiştir. Silaj kül içeriğindeki bu azalışın sebebi, Gladiçya meyvesinin kül içeriğinin çayırotundan daha düşük olmasıdır.

Kamalak ve ark., (2009)'nin yoncayla yaptığı çalışmada, Gladiçya meyvesinin katılmasıyla birlikte oluşan yonca silajlarının kül içeriğinde önemli derecede düşüş olduğu bildirilmişlerdir. Bu bağlamda çalışmamızda elde edilen bulgular Kamalak ve ark., (2009)'nin bulguları ile uyum içerisindedir.

Çayırotu silajlarının ADF içerikleri %28,35 ile %31,08 arasında değişmiş olup Gladiçya meyvesinin kullanılmasıyla birlikte oluşan çayırotu silajların ADF içeriğinde önemli azalmalar meydana gelmiştir. Bir birim Gladiçya meyvesinin katılmasıyla birlikte çayırotu silajının ADF içeriğinde 0,475 birimlik düşüş meydana gelmiştir. Çayırotu silajının ADF içeriğindeki bu azalışın sebebi Gladiçya meyvesinin ADF içeriğinin çayırotundan daha düşük olmasıdır.

Bu çalışmada elde edilen bulgular Kamalak ve ark., (2009)'nin bulguları ile uyumlu bulunmamaktadır. Gladiçya meyvesinin yonca otuyla birlikte silolanması sonucu oluşan yonca silajında ADF içeriğinin önemli

derecede yükseldiği bildirilmiştir. Çünkü Kamalak ve ark., (2009)'nin yaptığı çalışmada kullanılan Gladiçya meyvesinin ADF içeriği yonca otundan daha yüksek bulunmuştur. Dolayısıyla katkı oranının artmasıyla birlikte yonca silajının ADF içeriği yükselmiştir. Oysa bu çalışmada kullanılan Gladiçya meyvesinin ADF içeriği çayırotu silajından daha düşüktür ve bundan dolayı oluşan silajların ADF içeriklerinin kontrol grubuna göre daha düşük olduğu düşünülmektedir.

Çayırotu silajlarının NDF içerikleri %37,53 ile %42,11 arasında değişmiş olup Gladiçya meyvesinin katılmasıyla birlikte oluşan çayırotu silajının NDF içeriğinde önemli düşüşler meydana gelmiştir. Bir birim Gladiçya meyvesinin katılmasıyla birlikte oluşan çayırotu silajının NDF içeriğinde 0,802 birimlik bir azalma meydana gelmiştir. Çayırotu silajının NDF içeriğindeki bu azalışın sebebi Gladiçya meyvesinin NDF içeriğinin çayırotundan biraz düşük olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular Kamalak ve ark., (2009)'nin bulguları ile uyumlu bulunmamaktadır. Kamalak ve ark., (2009) yaptığı çalışmada, Gladiçya meyvesinin yonca otuyla birlikte silolanması sonucu oluşan yonca silajının NDF içeriğinde önemli derecede yükselişler olduğu bildirilmiştir. Çünkü Kamalak ve ark., (2009)'nin yaptığı çalışmada kullanılan Gladiçya meyvesinin NDF içeriği yonca otundan daha yüksek bulunmuştur. Dolayısıyla katkı oranının artmasıyla birlikte oluşan yonca silajının NDF içeriği yükselmiştir. Oysa bu çalışmada kullanılan Gladiçya meyvesinin NDF içeriği çayırotu silajından daha düşüktür ve bundan dolayı oluşan çayırotu silajlarının NDF içeriği kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuştur.

Çayırotu silajlarının ham protein içerikleri %16,94 ile %21,86 arasında değişmiş olup, Gladiçya meyvesinin katılmasıyla birlikte oluşan çayırotu silajının HP içeriğinde önemli düşüşler meydana gelmiştir. Bir birim Gladiçya meyvesinin katılmasıyla birlikte oluşan çayırotu silajlarının ham protein içeriğinde 0,714 birimlik bir

azalış meydana gelmiştir. Çayırotu silajının ham protein içeriğindeki bu azalmanın sebebi Gladiçya meyvesinin ham protein içeriğinin çayırotunun HP içeriğinden düşük olmasıdır.

Bu çalışmada elde edilen bulgular Kamalak ve ark., (2009)'nın bulguları ile uyum içerisindedir. Kamalak ve ark., (2009) yaptıkları çalışmada, Gladiçya meyvesinin katkı maddesi olarak kullanıldığı yonca silajının HP içeriğini önemli derecede düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Çayırotu silajlarının Fleig skorları 56,00 ile 91,72 arasında değişmiştir. Başka bir ifadeyle silajlar orta kalite ile çok iyi kalite arasında değişmiştir. Katkısız çayırotu silajı orta kalitede iken Gladiçya meyvesinin katılmasıyla birlikte silaj kalitesi yükselmiştir. İyi kalite çayırotu silajı elde etmek için Gladiçya meyvesi %3,0 oranında çok iyi kaliteli çayırotu silajı elde etmek için %4,5 ile %6,0 oranında Gladiçya meyvesi katılması gerekmektedir. Bir birim Gladiçya meyvesinin katılmasıyla birlikte silajların Fleig skorunda 6,43 birimlik artış ortaya çıkmıştır. Fleig skorlardaki bu artışın sebebi, Gladiçya meyvesinin çayırotu silajlarının pH'sını düşürmesi ve kuru madde

içeriğini yükseltmesi olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular Kamalak ve ark., (2009)'nın bulguları ile uyum içerisindedir. Kamalak ve ark., (2009) yoncayla yaptıkları çalışmada, Gladiçya meyvesinin yonca silajlarının Fleig skorlarını, başka bir ifadeyle silaj kalitesini önemli derecede yükselttiğini bildirmişlerdir.

3.4. Ölçülen silaj pH'sı ile Olması Gereken pH'nın Karşılaştırılması

“Olması gereken pH değeri” Meeske (2005) tarafından önerilen bir kavram olup, bu kavrama göre silajların pH değerleri, silajların KM içeriğiyle yakından ilişkilidir. Yani bu kavrama göre her silajın KM'sine göre bir pH değerine sahip olması gerektiği vurgulanmaktadır.

$$\text{Olması gereken pH} = 0,0359 \times \text{KM (g/kg)} + 3,44$$

KM: kuru madde

Bu çalışmada elde edilen silajların “Olması gereken pH” değerleri aşağıdaki formüle göre belirlenmiştir. “Olması gereken pH değerleri” ile çalışmada elde ettiğimiz pH değerleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Ölçülen pH ile olması gereken pH'nın karşılaştırılması

Silajlar	pH	OL pH	SHO	ÖS
% 0,0	4,80 ^a	4,21 ^b	0,04	***
% 1,5	4,62 ^a	4,25 ^b	0,03 ***	***
% 3,0	4,34	4,32	0,01	ÖD
% 4,5	4,15 ^b	4,36 ^a	0,05	***
% 6,0	4,17 ^b	4,40 ^a	0,02	***

^{a,b}Aynı simgeye sahip ve aynı satırda yer alan ortalamalar arasında fark yoktur (P<0.05), SHO= standart hata ortalaması, ÖS= önem seviyesi, ***= P < 0.001, ÖD= önemli değil.

OL pH= olması gereken pH.

Kamalak ve ark., (2009) yaptıkları çalışmada yonca silajının güvenli bir şekilde silolanması için en az %4,5 oranında Gladiçya katılması gerektiği vurgulanmıştır. Oysa bu çalışmada çayırotunun güvenli bir şekilde silolanması için %3,0 Gladiçya meyvesinin yeterli olacağı bulunmuştur. Bu farklılığın sebebi, kullanılan silaj materyalinin suda eriyen karbonhidrat içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü silaj pH'sından sorumlu en önemli asit olan laktik asit, suda eriyen karbonhidratlardan faydalanılarak laktik asit bakterileri tarafından sentezlenmektedir. Genel olarak yonca suda çözünabilir karbonhidrat bakımından çayırotundan daha fakirdir. Ayrıca yoncanın tamponlama kapasitesi çayırotundan daha yüksektir. Bu iki nedenden dolayı yonca istenilen pH'ya ulaşmak için daha fazla Gladiçya meyvesine ihtiyaç duymaktadır.

Bu çalışmada kullanılan Gladiçya meyvesi ilk kez yonca silajı yapımında katkı maddesi olarak Kamalak ve ark., (2009) tarafından kullanılmış ve bu çalışmayı karşılaştırılacak benzer çalışmaya rastlanmamıştır. Bundan dolayı, bu çalışmada elde edilen bulgular Kamalak ve ark., (2009)'nın bulgularıyla karşılaştırılmak zorunda kalmıştır. Bu yüzden Gladiçya meyvesinin silaj katkı maddesi olarak kullanılmasını amaçlayan bilimsel çalışmalara daha fazla ihtiyaç duyulduğu aşikardır.

3.5. Gladiçya İlavesinin Çayırotu Silajlarının *In vitro* Fermentasyonuna, Metabolik Enerji ve *In vitro* Organik Madde Sindirim Derecesine Etkisi

Değişik oranlarda Gladiçya meyvesinin katılmasıyla oluşan çayırotu silajları *in vitro* gaz üretim tekniği kullanılarak fermentasyona tabi tutulmuştur. Gladiçya meyvesinin katkı oranının artmasıyla birlikte gaz üretimi artmıştır. Üç ve altı saatlik inkübasyon sonucunda kontrol ve %1,5 katkılı çayırotu silajlarının gaz üretimleri diğer çayırotu silaj gruplarından daha düşük bulunmasına rağmen diğer bütün inkübasyon zamanlarında Gladiçya katkılı silajlarda kontrol grubuna nazaran daha fazla gaz üretimi elde edilmiştir.

Zamana bağlı gaz üretim değerleri Fig Paket programında $y = a + b(1 - \exp(-ct))$ fonksiyonuna fit edilerek elde edilen gaz üretim kinetikleri Tablo 4'te verilmiştir.

Gladiçya katkı maddesi gaz üretim hızına (c) ve kolay fermente olan kısımdan elde edilen gaz üretimine (a) etkisi olmamasına rağmen, yavaş fermente olabilen kısımdan elde edilen gaz üretimini (b) önemli derecede etkilemiştir. Yavaş fermente olabilen kısımdan üretilen gaz en yüksek %6,0 oranında Gladiçya katkı maddesi kullanılan çayırotu silajından elde edilmiştir.

Tablo 4. Gladiçya ilavesinin gaz üretim kinetiği, OMSD ve ME içeriğine etkisi

Parametre	Silaj Grupları (Gladiçya Meyvesi Katkısı)						SHO	ÖS
	%0,0	%1,5	%3,0	%4,5	%6			
c	0,074	0,077	0,076	0,076	0,080	0,002	ÖD	
a	1,65	1,53	1,75	2,01	1,72	0,341	ÖD	
b	58,18 ^e	61,86 ^d	63,91 ^c	67,08 ^b	70,47 ^a	0,469	***	
OMSD	67,64 ^d	69,65 ^c	71,82 ^b	72,97 ^b	75,67 ^a	0,582	***	
ME	9,81 ^d	10,14 ^c	10,48 ^b	10,67 ^b	11,11 ^a	0,087	***	
KMSD	59,30 ^d	62,49 ^c	64,19 ^{bc}	66,52 ^b	71,33 ^a	0,799	**	

Aynı harflere sahip ve aynı satırda yer alan ortalamalar arasında fark yoktur (P<0.05), SHO= standart hata ortalaması, ÖS= önem seviyesi, ***= P < 0.001, **= P<0.01, ÖD= önemli değil.

c= gaz üretim hızı, a =hızlı parçalanmış kısımdan üretilen gaz miktarı, b= yavaş parçalanmış kısımdan üretilen gaz miktarı, OMSD= organik madde sindirim derecesi (%), ME= metabolik enerji içeriği (Mj/kg kuru madde), KMSD= kuru madde sindirim derecesi (%).

Bir birim Gladiçya meyvesinin katılmasıyla birlikte yavaş fermente olan kısımdan üretilen gaz miktarında 1,987 birimlik bir artış meydana gelmiştir. Bir birim Gladiçya meyvesinin katılmasıyla birlikte kuru madde sindirim derecesinde 1,291 birimlik bir artış meydana gelmiştir. Bir birim Gladiçya meyvesinin katılmasıyla birlikte metabolik enerji (ME) içeriğinde 0,207 birimlik bir artış meydana gelmiştir. Bir birim Gladiçya meyvesinin katılmasıyla birlikte kuru madde sindirim derecesinde 1,871 birimlik bir artış meydana gelmiştir.

Çalışmamızda elde edilen bulgular Kamalak ve ark., (2009)'nın yoncayla yaptığı çalışmada elde ettikleri bulgularla uyum içerisindedir. Gladiçya katkı maddesi gaz üretim hızını etkilemezken hem kolay hem de yavaş parçalanmış kısımdan üretilen gaz miktarını artırmıştır. Çünkü silaj katkı maddesi olarak kullanılan Gladiçya meyvesi önemli miktarda fermente olabilecek özellikte suda çözünebilir karbonhidrat kaynağıdır. Dolayısıyla katkı maddesinin artmasıyla birlikte fermentasyon sonucunda daha fazla gaz üretilmiştir.

Gladiçya meyvesinin çayırotu silajı ile birlikte silolanması sonucu oluşan silajların OMSD ve ME değerleri kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmasının sebebi Gladiçya meyvesinin rumendeki mikroorganizmalara faydalanabilecekleri besin maddeleri sağlamasıdır. Katkı oranının artmasıyla birlikte fermentasyon sonucunda daha fazla gaz üretimi olmuştur.

Gladiçya meyvesinin protein içeriği açısından çayırotuna göre düşük olmasından dolayı Gladiçya meyvesinin katılma oranına bağlı olarak oluşan silajın protein içeriği

düşüğü daha önce bildirilmişti. Buna rağmen HP ve 24 saatlik gaz miktarı kullanılarak hesaplanan OMSD ve ME değerleri kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur. Yani proteinin, enerji ve sindirim derecesine katkı payındaki azalma üretilen gaz miktarındaki artış ile telafi edilmiştir. Hatta yüksek gaz üretimi OMSD ve ME değerlerinin daha da yükselmesine sebep olmuştur.

3.6. Gladiçya Meyvesinin Çayırotu Silajlarının *in Situ* Kuru Madde Parçalanma Bilirliğine (KMP) Etkisi

Değişik oranlarda Gladiçya meyvesinin katılmasıyla oluşan çayırotu silajları naylon torba tekniği kullanılarak rumende inkübasyona bırakılmış ve torbalarda meydana gelen zamana bağlı ortalama kuru madde kayıpları belirlenmiştir. İnkübasyonun erken saatlerindeki çayırotu silajlarında kuru madde kayıpları birbirine yakın olurken 24 saatlik inkübasyondan sonraki ölçümlerde kontrol grubu ile %1,5 Gladiçya katkı maddesi kullanılan çayırotu silajı bir grubu, diğerleri ise diğer grubu oluşturmaktadır. Diğer bir ifadeyle, %3 ve daha fazla Gladiçya katkı maddesi kullanarak elde edilen çayırotu silajında kuru madde kayıpları azalmıştır.

Zamana bağlı kuru madde kayıplarının Fig Paket programında $y = a + b(1 - \exp(-ct))$ fonksiyonuna fit edilerek elde edilen yıkılabilirlik özellikleri Tablo 5'de verilmiştir. Gladiçya katkı maddesi, kolay parçalanmış kuru madde (a) miktarına etki etmesine rağmen, yavaş parçalanmış kuru madde miktarı (b) ve bunun parçalanma hızına (c) etki etmemiştir.

Tablo 5. Gladiçya ilavesinin çayırotu silajının rumende KMP'ne etkisi

Parametre	Silaj Grupları (Gladiçya Meyvesi Katkısı)						SHO	ÖS
	%0,0	%1,5	%3,0	%4,5	%6			
c	0,036	0,054	0,038	0,048	0,044	0,012	ÖD	
a	37,64 ^a	34,90 ^{ab}	35,29 ^{ab}	34,24 ^{ab}	32,88 ^b	1,361	*	
b	49,57	49,23	46,23	38,80	47,09	4,799	ÖD	
KMP1	69,64 ^a	70,13 ^a	63,49 ^b	61,36 ^b	64,99 ^{ab}	1,615	***	
KMP2	58,57 ^{ab}	59,90 ^a	53,67 ^b	53,02 ^b	54,68 ^{ab}	1,692	***	
KMP3	53,19 ^{ab}	54,36 ^a	49,03 ^b	48,63 ^b	49,40 ^{ab}	1,613	**	

Aynı harflere sahip ve aynı satırda yer alan ortalamalar arasında fark yoktur (P<0.05), SHO= standart hata ortalaması, ÖD= önemli değil, * P<0.05, **= P<0.01, ***= P < 0.001.

c= b'nin fermente olma hızı (%), a= kolay parçalanmış veya fermente olan kısım, b= yavaş fermente olan kısım, KMP1= kuru maddenin etkin yıkılabilirlik derecesi (%)(r: 0,02), KMP2= kuru maddenin etkin yıkılabilirlik derecesi (%)(r: 0,05), KMP3= kuru maddenin etkin yıkılabilirlik derecesi (%)(r: 0,08).

4. Sonuç

Bu çalışmada elde edilen bulgular, daha önce sadece yonca silajı yapımında katkı maddesi olarak kullanılan, suda çözünebilir karbonhidrat ve tanen bakımından zengin, tamamen organik Gladiçya meyvesinin kurutulup, öğütülerek daha kaliteli çayır silajı elde etmek için de kullanılabilceğini, ekonomiye katma değer sağlayacağını destekler niteliktedir. Çalışmamızda bahse konu olan Gladiçya katkı maddesinin Çayırotu silolamasında kullanılan etkin dozu %3 olarak değerlendirilmiştir. Silaj NH₃ değerlerinden yola çıkarak hedeflenen "proteolizisi önleme" amacına ulaşıldığı görülmektedir. Bu yüzden, Gladiçya'nın gelecekte yapılacak ağaçlandırma çalışmalarına dahil edilmesi ve öncelik verilmesi, ağaçlandırma yapılacak olan bölge halkı ve Türkiye ekonomisi için yeni bir katma değer oluşturacağını söylemek mümkündür. Gelecekte yapılacak olan çalışmalarda, Gladiçya katkılı silajların *in vivo* sindirim derecesi, yem tüketimi, hayvansal üretime olan etkisinin belirlenmesine öncelik verilmelidir.

Katkı Oranı Beyanı

İG ve AK fikri tasarladı. İG verileri topladı. İG ve AK verileri analiz etti. İG ve AK makaleyi hazırladı. Tüm yazarlar makaleyi inceledi ve onayladı.

Çatışma Beyanı

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Destek ve Teşekkür Beyanı

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Birimi Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiş olan doktora tezinden üretilmiştir. Proje No: 2010/4-9D.

Kaynaklar

Abel H, Immig I, Harman E. 2002. Effect of adding caprylic and capric acid to grass on fermentation characteristics during ensiling and in the artificial rumen system RUSITEC. Anim Feed Sci Tech, 99(1-4): 65-72.
Chamberlain AT, Wilkinson JM. 1996. Feeding the dairy cow. Chalcombe Publications, Painshall, Church Lane, Welton, Lincoln, LN2 3 LT, UK.
Davies DR, Merry RJ, Williams AP, Bakewell EL, Leemans DK,

Tweed JKS. 1998. Proteolysis during ensilage of forages varying in soluble sugar content. J Dairy Sci, 81: 444-453.
Driehuis F, Elferink SJWHO, Van Wikselaar PG. 2001. Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculated with *Lactobacillus bucheri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria. Grass and Forage Sci, 56(4): 330-343.
Guim A, De Andrade P, Iturrino-Schocken RP, Franco GL, Ruggieri AC, Malheiros EB. 2002. Aerobic stability of wilted grass silage (*Pennisetum purpureum* Schum) treated with microbial inoculant. Brazilian J Anim Sci, 31(6): 2176-2185.
Kamalak A, Bal MA, Aydın R, Atalay Aİ. 2009. Gladiçya meyvesinin katkı maddesi olarak yonca silajında kullanımı. Tubitak Proje Raporu. 1: 64, Ankara, Türkiye.
Kis G, Grbesa D, Kostelic A, Karolyi D. 2005. Estimating grass and grass silage degradation characteristics by *in situ* and *in vitro* production methods. Italian J Anim Sci, 4(8): 142-144.
McDonald P, Henderson AR, Heron SJE. 1991. The biochemistry of Silage. Second Edition, Chalcombe Publ., Marlow, UK.
Menke KH, Raab L, Salewski A, Steingass H, Fritz D, Schneider W. 1979. The estimation of the digestibility and metabolisable energy content of ruminant feedingstuff from the gas production when they are incubated with rumen liquor. J Agri Sci, 93: 217-222.
Menke KH, Steingass H. 1988. Estimation of the energetic feed value from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. Anim Res Develop, 28: 7-55.
Ørskov ER, McDonald I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J Agri Sci (Camb), 92: 499-503.
Pitt RE. 1990. The probability of inoculant effectiveness in alfalfa silages. American Soc of Agri Eng, 33: 1771-1778.
Raques CA, Smith D. 1966. Some non-structural carbohydrates in forage legume herbage. J Agri and Food Chem, 14(4): 423-426.
Singh K, Honig H, Wermke M, Zimmer E. 1996. Fermentation pattern and changes in cell wall constituents of straw-forage silages, straw and partners during storage. Anim Feed Sci Tech, 61: 137-153.
Tilley JMA, Terry RA. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J British Grassland Soc, 18: 104-111.
Winters AL, Cockburn JE, Dhanoa MS, Merry RJ. 2000. Effect of lactic acid bacteria in inoculants on changes in amino acid composition during ensilage of sterile and non-sterile ryegrass. J App Microbiol, 89: 442-451.
Yunus M, Ohba N, Shimojo M, Furuse M, Masuda Y. 2000. Effects of adding urea and molasses on Napier grass silage quality. Asian-Australasian J Anim Sci, 13(11): 1542-1547.



YEŞİL YÖNTEMLE SENTEZLENEN BİYOAKTİF NANOPARTİKÜLLER

Harun ÇİFTÇİ^{1*}, Çiğdem ER ÇALIŞKAN², Kübra ÖZTÜRK³, Burcu YAZICI⁴

¹Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya ABD, 40100, Kırşehir, Türkiye

²Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 40100, Kırşehir, Türkiye

³Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Proje Yönetim Ofisi, 40100, Kırşehir, Türkiye

⁴Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Moleküler Tıp ABD, 40100, Kırşehir, Türkiye

Özet: Nanoteknoloji, bilimin tüm alanlarında uygulanan umut verici teknolojilerden biri haline gelmiştir. Biyoteknolojik olarak üretilen metalik nanopartiküller (NP), biyomedikal ve fizyokimyasal alanlardaki kapsamlı uygulamaları nedeniyle bilimsel uygulama ve teknoloji platformlarında ilgi görmektedir. Son yıllarda sentetik ilaçların kullanımı sonucu meydana gelen yan etkiler ve bunların yol açtığı medikal ve ekonomik sorunlar tedavilerde bitki kullanımını tekrar popüler hale getirmiştir. Bitkilerden değişik yöntemlerle elde edilen bitki ekstraktları ile 100 nm'den daha küçük boyutta, ekolojik, toksik olmayan metal esaslı (altın, gümüş, palladyum, mangan, çinko gibi) NP'ler sentezlenebilmektedir. NP'lerin boyutları ve şekilleri değişikçe partiküllerin fiziksel, kimyasal, biyoaktif, optik, elektriksel, katalitik ve toksisite özellikleri de değişmektedir. Yeşil sentez olarak da bilinen biyolojik sentez; yüksek basınca, yüksek sıcaklık değerlerine ve toksik kimyasallara gerek duyulmadan NP'lerin kolay ve ekolojik olarak elde edilmesinde kullanılan pratik yöntemdir. NP'lerin yeşil sentezi bakteri, mantar, maya, virüs, mikroalg ve bitki biyokütlesi/özü gibi farklı biyomateriyaller kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Metalik NP'lerin bitki aracılı biosentezi, bitkide bulunan organik fonksiyonel gruplar içeren biyomoleküller (proteinler, vitaminler, amino asitler, enzimler, polisakaritler, sitratlar, organik asitler gibi) aracılığıyla gerçekleşir. Medikal alanlarda NP'lerin artan uygulaması, NP'lerin biyolojik etkileşimlerinin mekanizmalarının ve potansiyel toksisitelerinin daha iyi anlaşılmasını gerekli kılmaktadır. Bu derlemede, fiziksel, kimyasal ve yeşil sentez dâhil NP'lerin sentez yolları açıklanmaktadır. Ayrıca literatürde güncel çalışmalarda verilen partikül karakterizasyonu yöntemleri ve partiküllerin antibakteriyel, antifungal ve antiviral aktivite gibi özellikleri ayrıntılı olarak tartışılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Nanopartikül, Yeşil sentez, Nanopartiküllerin etki mekanizmaları, Biyoaktif özellikler


Bioactive Nanoparticles Synthesized By Green Method


Abstract: Nanotechnology has become one of the promising technologies applied in all fields of science. Biotechnologically produced metallic nanoparticles (NP) attract attention in scientific application and technology platforms due to their extensive in applications biomedical and physicochemical fields. In recent years, the side effects caused by the use of synthetic drugs the medical and economic problems caused by them have made the use of plants in the treatment popular again. Non-toxic, ecological, metal-based and size of less than 100 nm NPs (such as gold, silver, palladium, manganese, zinc) using obtained plant extracts from plants by different methods can be synthesized. As the size and shape of the NPs change, the physical, chemical, bioactive, optical, electrical, catalytic and toxicity properties of the particles also change. Biological synthesis, also known as green synthesis; It is the preferred practical method for obtaining NPs easily and ecologically without the need for high pressure, high temperatures values and toxic chemicals. Green synthesis of NPs is performed using different biomaterials such as bacteria, fungi, yeast, viruses, microalgae and plant biomass/extract. Plant-mediated biosynthesis of metallic NPs occurs through biomolecules (such as proteins, vitamins, amino acids, enzymes, organic acids, polysaccharides and citrates) containing organic functional groups in the plant. Increasing application of NPs in medical fields requires a better understanding of the mechanisms of biological interactions and potential toxicities of their. In this review, synthesis ways of NPs including physical, chemical and green synthesis are explained. In addition, the particle characterization methods given in current studies in the literature and the properties of particles such as antibacterial, antifungal and antiviral activity are discussed in detail.


Keywords: Nanoparticle, Green synthesis, Mechanisms of effect nanoparticles, Bioactive properties


*Sorumlu yazar (Corresponding author): Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya ABD, 40100, Kırşehir, Türkiye

E mail: harunciftci@yahoo.com (H. ÇİFTÇİ)

Harun ÇİFTÇİ  <https://orcid.org/0000-0002-3210-5566>

Çiğdem ER ÇALIŞKAN  <https://orcid.org/0000-0001-5821-7489>

Kübra ÖZTÜRK  <https://orcid.org/0000-0002-4488-0164>

Burcu YAZICI  <https://orcid.org/0000-0003-2887-1361>

Gönderi: 25 Ekim 2020

Kabul: 26 Kasım 2020

Yayınlanma: 01 Ocak 2021

Received: October 25, 2020

Accepted: November 26, 2020

Published: January 01, 2021

Cite as: Çiftçi H, Çalışkan ÇE, Öztürk K, Yazıcı B. 2021. Bioactive nanoparticles synthesized by green method. BSJ Eng Sci, 4(1): 29-42.

1. Giriş

Nanoteknoloji; fizik, kimya, biyoloji, çevre, malzeme bilimi, tıp ve eczacılık gibi çeşitli bilim alanlarındaki

teknolojik ilerlemeler ve ileri düzeydeki araştırmaların desteğiyle kilit disiplinlerden biri olarak ortaya çıkmıştır (Çiftçi ve ark., 2019). Nanoteknoloji, madde boyutunun 1-100 nm aralığına düşecek şekilde manipüle edilmesi ve



kontrol edilmesi olarak tanımlanabilir (Ahmed ve ark., 2017). Nanoteknoloji kavramı ilk olarak Richard Feynman tarafından 1959'da düzenlenen American Physical Society'nin (APS) toplantısında tanıtılmıştır (Feynman, 1959). "Nano" terimi, cüce anlamına gelen Yunanca *nanos* kelimesinden türetilmiştir ve tek bir yönde düzenlenmiş üç atomun uzunluğuna eşit olan metrenin milyarda birini ifade etmektedir (Thakkar ve ark., 2010). Nanoteknolojinin temelini oluşturan NP'ler, belirli boyutları, şekilleri, bileşimleri, daha büyük yüzey alanı/hacim oranları ve tek tek bileşenlerin saflığı nedeniyle dikkat çekici özelliklere sahiptir (Jacob ve ark., 2017; Khan ve ark., 2019). NP'lerin kazandıkları bu özellikler sentez aşamasında kullanılan farklı yöntemlerden kaynaklanmaktadır. Bu özellikler; antimikrobiyal, antikanser, antienflamatuar, yüzey aktif, ilaç taşıyıcı ve farmakolojik ürünlerin hazırlanmasına olanak sağlamıştır. NP'lerin sentezinde fiziksel ve kimyasal sentez yöntemleri oldukça pahalı olmakla birlikte toksik yan ürünlerin oluşmasına neden olmaktadır. Yeşil yöntem ise daha uygun maliyetlidir, sentezlenmesi kolaydır, çevreye olan kimyasal yükü azaltır ve sentez sırasında gereksiz işlemleri ortadan kaldırır (Kumari ve ark., 2019). Biyolojik materyallerden üretilen NP'ler, biyojenik NP'ler olarak bilinir ve ilgili sentez süreci, yeşil sentez olarak adlandırılır. NP'lerin yeşil sentezi, prokaryotik/ökaryotik hücrelerin veya indirgeme ajanları olarak görev yapan ekstrakte edilmiş biyomoleküllerin kullanılmasını içermektedir (Jeevanandam ve ark., 2016). Bitki biyokütlesi/özütü, çeşitli biyolojik malzemelerden, NP sentezinde diğer mikroskobik organizmalara göre çeşitli inert avantajlara sahiptir. Metalik NP'lerin bitki aracılı biyosentezi, bitki biyokütlesinde bulunan ve organik fonksiyonel grupları içeren biyomoleküller aracılığıyla gerçekleşir (Iravani, 2011). Sentez yönteminin yanı sıra kullanılan teknikler NP'lerin nano ölçekli aralıkta olmasını sağlayan önemli bir unsurdur. Ayrıca, sıcaklık, pH, indirgeyici ajanların konsantrasyonu, metal iyon konsantrasyonu, etkileşim süresi, basınç gibi çevresel faktörler de sentezde anahtar rol oynamaktadır (Rana ve ark., 2020).

Bu derlemede, fiziksel, kimyasal ve yeşil sentez dahil NP'lerin sentez yöntemleri açıklanmaktadır. Ayrıca partikül karakterizasyonu yöntemleri ve partiküllerin antibakteriyel, antifungal ve antiviral aktivite gibi özellikleri ayrıntılı olarak tartışılmaktadır.

2. Nanopartiküller

"Nanopartikül" terimi, nano araştırmalarda yapı taşları olarak kullanılan ve 100 nm' den daha küçük boyuttaki maddeleri tanımlamak için kullanılır (Manivasagan ve ark., 2016). NP'ler küçük boyutları, çok miktarda bağlanma alanı içeren büyük yüzey alanları, elektronik yapı, ara yüzey reaktivitesi gibi belirgin seviyede farklı fizikokimyasal ve morfolojik özelliklere sahiptir (Bogunia-Kubik ve Sugisaka, 2016). NP'lerin boyutları ve şekilleri değiştikçe partiküllerin fiziksel, kimyasal, optik, elektriksel, ısı, katalitik, biyoaktivite ve toksisite

özellikleri de değişmektedir. Partikül büyümesini önleyebilmek için ayırıcı ajanlar kullanılarak istenilen boyutta NP'ler üretilebilmektedir. Bunlara ek olarak; çeşitli partiküllerden meydana gelen NP'ler tek bir çeşit partikülden oluşan NP'lere göre farklı katalitik, manyetik, optik özelliklere sahip olabilmektedir (He ve Shi, 2012; Shin ve ark., 2015). NP atomlarının yaklaşık %40-50'sinin yüzeyde olmasından dolayı reaktivitesi yüksektir (Sneed ve ark., 2015). Bu özellikler NP'lerin diğer malzemelere oranla önemini artırmaktadır.

2.1. Nanopartiküllerin Sentezi

NP'ler fiziksel, kimyasal ve biyolojik teknikler kullanılarak üretilebilmektedir.

2.1.1. Fiziksel yöntemler

Metalik NP'lerin sentezine yönelik fiziksel yöntemler arasında buharlaşma-yoğunlaşma, lazer ablasyonu, elektroliz, difüzyon, plazma arkı, püskürtme biriktirme, piroliz ve yüksek enerjili bilyalı öğütme yer almaktadır (Iravani ve ark., 2014). Buharlaşma-yoğunlaştırma genellikle atmosferik basınçta bir tüp fırın kullanılarak gerçekleştirilir fakat bu yöntemin bazı dezavantajları vardır; örneğin, tüp fırın büyük bir yer kaplar, kaynak malzeme etrafındaki ortam sıcaklığını yükseltirken büyük miktarda enerji tüketir ve termal stabilizeye ulaşmak için çok zaman gerektirir (Korbekandi ve ark., 2015). Lazer ablasyon yöntemi, tipik olarak, çeşitli çözücüler içinde koloidal NP'ler üretmek için tasarlanmıştır. Lazer ablasyon işlemi, vakum altında ve bazı inert gazların varlığında hazinede gerçekleşir (Khodashenas ve Ghorbani, 2014). Bu tekniğin diğer metal kolloid üretim yöntemlerine kıyasla önemli bir avantajı, solüsyonlarda kimyasal reaktiflerin bulunmamasıdır (Iravani ve ark., 2014). Yüksek enerjili bilyeli frezelemede, makro veya mikro ölçekli malzemeleri kimyasal değişiklik olmadan nano kristal yapılara indirgemek için yüksek darbeli çarpışmalar kullanılır. NP'lerin sentezi için sprey piroliz alanında önemli ilerlemeler kaydedilmiştir ve çeşitli araştırmacılar, farklı bileşimler, şekiller ve boyutlarda partiküllerin üretilmesindeki çok yönlülüğünü göstermiştir (Lines, 2008). Fiziksel yöntemlerin genel dezavantajları, yoğun enerji kullanımı ve maliyetli vakum sistemleri veya ekipmanı gerektirmeleridir.

2.1.2. Kimyasal yöntemler

NP'lerin sentezine yönelik kimyasal yöntemler arasında; kimyasal indirgeme, mikro emülsiyon, elektrokimyasal ve termal ayrışma yer alır. İnorganik ve organik ajanlar ile gerçekleştirilen kimyasal indirgemedeki ekipman kullanımının kolaylığı nedeniyle metal partiküllerin sentezinde yaygın olarak tercih edilen yöntemlerden biridir. Sodyum borohidrid (NaBH_4) (Kim ve ark., 2007), potasyum bitartarat ($\text{KC}_4\text{H}_5\text{O}_6$) (Tan ve ark., 2003), metoksi polietilen glikol ($\text{CH}_3\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$), trisodyum sitrat dihidrat (Rivas ve ark., 2001), askorbat (Iravani ve ark., 2014) ve elementel hidrojen bu yöntemde yaygın kullanılan indirgeyici ajanlardır. Bu kimyasal maddeler metalik iyonları indirger ve metalik NP'lerin oluşumuna sebep olur. Brust ve ark. (1994),

organik çözücü içinde dağılması ve saf tozlar olarak yeniden ayrıştırılması kolay olan monodispartiküller üretmek için indirgeyici ajan olarak sodyum borhidrür kullanarak altın NP'leri (AuNP) sentezlemiştir (Brust ve ark., 1994). Mikro emülsiyon yöntemi ise, boyut, morfoloji, geometri, homojenlik ve yüzey alanı gibi parçacık özelliklerinin kontrolünü sağlayan çok yönlü ve tekrarlanabilir bir tekniktir (Ganguli ve ark., 2008; Martínez-Rodríguez ve ark., 2014). Elektrokimyasal sentez yönteminde, bir elektrolit içindeki anot ve katot olarak adlandırılan iki veya daha fazla elektrot arasında elektrik akımı geçirme işlemidir. Bu teknikte, anot elektrolit içindeki metal iyon türlerine oksitlenebilir ve metal iyonu daha sonra stabilizatör desteğiyle katot tarafından metale indirgenir. Sentez elektrot-elektrolit ara yüzeyinde meydana gelmektedir (Ramimoghadam ve ark., 2014). Partikül büyüklüğünü kontrol etmek için, elektrik akımı ve voltaj beslemesinin yoğunluğu değiştirilebilir (Sharma ve ark., 2018). Bu metodla üretilen NP'ler boyut kontrolünün iyi olması nedeniyle uniform bir boyut dağılımına ve yüksek saflığa sahip olmakla birlikte, basit, ucuz, çevre dostu ve maliyet olarak uygundur (Starowicz ve ark., 2011; Ramimoghadam ve ark., 2014; Kefeni ve ark., 2017). Rodríguez-Sánchez ve ark. (2000) 2 ila 7 nm arasında değişen gümüş NP'lerini (AgNP) hazırlamak için metal bir anodun aprotik bir çözücü içinde çözünmesine dayanan elektrokimyasal prosedür kullanmıştır. Araştırmacılar ayrıca, akım yoğunluğunu değiştirerek farklı Ag parçacık boyutlarının elde edilmesinin mümkün olduğunu göstermişlerdir (Rodriguez-Sanchez ve ark., 2000). Ma ve ark. (2004), elektrokimyasal yöntemle sulu bir çözelti içinde dar boyut dağılımlarına sahip küresel AgNP (10–20 nm) sentezlemişlerdir (Ma ve ark., 2004). Kimyasal sentez yolunun çeşitli faydaları olmasına rağmen, yüksek miktarda çözücüler, yüzey aktif maddeler ve diğer kimyasalların kullanılması sentezlenmiş NP'lerin biyoaktif uygulama alanlarını sınırlamaktadır (Narayanan ve Sakthivel, 2010). Bu nedenle, bazı araştırmacılar NP sentezi için temiz, biyoyumlu, toksik olmayan ve çevre dostu yöntemler geliştirmeye çalışmıştır (Dauthal ve Mukhopadhyay, 2016).

3. Yeşil Yöntem (Biyosentez)

NP'lerin yeşil sentezi bakteri (Hulkoti ve Taranath, 2014), mantar, maya (Moghaddam ve ark., 2015), virüs (Dujardin ve ark., 2003), mikroalg (Schrofel ve ark., 2011) ve bitki biyokütlesi/özü (Mittal ve ark., 2013) gibi farklı biyomateryaller kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Bu alanda çeşitli biyolojik organizmaların kullanımı, artan başarıları ve sentez aşamasındaki kolaylıklar nedeniyle hızla gelişmektedir. Yeşil yöntem sayesinde farklı şekil, boyut, içerik ve fizikokimyasal özelliklere sahip NP'ler sentezlenebilmektedir. Bitkiler ve mikroorganizmalarda bulunan proteinler, enzimler, fenolik bileşikler, aminler, alkaloidler ve pigmentler gibi moleküller, indirgeme

yaparak tek adımda NP üretimini gerçekleştirmektedir (Karnani ve Chowdhary, 2013; Shah ve ark., 2015; Parveen ve ark., 2016).

Mikroorganizmalar toksik kimyasallar ve zor koşullar olmaksızın ortam şartlarında NP'leri sentezleme yeteneğine sahiptir. Bu yolla oluşan NP'lerin özellikleri kimyasal olarak sentezlenmiş NP'lere oldukça benzemektedir ve mikroorganizmalar sentezini biyoelektroksiyon ve enzim aracılı minerallerin indirgenmesi ile gerçekleştirmektedir (Bäuerlein, 2003). Biyolojik indirgenmede proteinler, karbonhidratlar ve biyomembranlar rol almaktadır. Mikroorganizmalardaki redüktazlar, örneğin sülfat redüktaz NP'lerin sentezinde birçok biyolojik indirgeme sürecinde önemli işlevler üstlenmektedir (Han ve ark., 2007). Diğer doğal kaynaklarla kıyaslandığında bakteriler yeşil sentez için nispeten kolay şekilde manipüle edilmelerinden dolayı geniş bir araştırma alanına sahiptir. Birçok bakteri, oda sıcaklığında ve hafif kültür şartlarında çeşitli morfolojilere sahip NP'ler üretme potansiyeline sahiptir (Thakkar ve ark., 2010). NP'lerin oluştukları yerler bakterilerin indirgeyici türlerine göre değişiklik gösterir. Hücrenin içinde veya hücre duvarında bulunan indirgeyici enzimler veya fonksiyonel gruplar hücre içi oluşumda yer almaktadır. Bundan dolayı oluşturulan NP'ler sınırlı alandadır ve bazen hücreden çıkarılması zordur. NP'ler ekstraselüler olarak, genellikle indirgeyici enzimler çözücü ortamda çözüldüğünde veya bakteriler enzimlerini hücre dışına saldırdığında meydana gelirler (Nath ve Banerjee, 2013). Hussein ve ark. (2007), *Pseudomonas aeruginosa* kullanarak AuNP'lerin hücre dışı sentezini incelemiştir (Hussein ve ark., 2007). Öte yandan Kalimuthu ve ark. (2008) belediye atık suyundan izole edilen *Bacillus licheniformis* kullanılarak yaklaşık 50 nm boyutunda AgNP'leri sentezlemiştir (Kalimuthu ve ark., 2008). Nair ve Pradeep (2002), ayran içinde bulunan laktik asit bakterisi hücrelerindeki metal iyonlarının reaksiyonu ile Au, Ag nanokristallerini ve bunların alaşımlarını sentezlemiştir (Nair ve Pradeep, 2002). Ölü/inaktif bakteriyel biyokütelerin bile, hücre duvarındaki belirli organik fonksiyonel grupların varlığı nedeniyle metal iyonlarını NP'lere indirgeme potansiyeli gösterdiği bilinmektedir (Sneha ve ark., 2010).

Diğer yeşil yöntemlerde olduğu gibi alg ile NP üretimi de çevre dostu uygulamalardandır. Alglerin zor çevresel şartlara dayanıklı olmaları ve NP sentezinde redükleyici ajan olan fenolik bileşikler ve organik maddeleri bünyelerinde bulundurmaları nedeniyle uygulamalarda önemli yere sahiptirler (Khan ve ark., 2019). NP'lerin alg aracılı sentezi; alg özü, metal öncü çözeltisi ve alg özütünün metal öncü çözeltisi ile inkübe edilmesini içerir (Sharma ve ark., 2016). Sıvı alg özünün metal öncü çözeltisi ile karıştırılmasıyla reaksiyon başlatılır. Karışımının renk değişimi, reaksiyonun başlamasının tipik bir göstergesidir, ardından partiküller bir araya gelerek NP büyümesi meydana gelir, böylece farklı boyut ve şekilde termodinamik olarak kararlı NP'ler oluşur (Prasad ve ark., 2016; Fawcett ve ark., 2017).

Literatür, mikroalglerin son yıllarda AgNP'lerin biyosentezi için yaygın olarak kullanıldığını ortaya koymaktadır. Bao ve ark. (2018), *Neochloris oleoabundans*'ın sulu ekstraktını kullanılarak AgNP'lerin biyosentezini bildirmişlerdir (Bao ve ark., 2018). Kusumaningrum ve ark. (2018), *Chlorella pyrenoidosa* kullanılarak antimikrobiyal AgNP'leri sentezlemişlerdir (Kusumaningrum ve ark., 2018). Yapılan çalışmalarda mikroalgler tarafından sentezlenen AgNP'lerin, tarımsal uygulamalarda patojenleri kontrol etmede etkili oldukları belirtilmektedir (Terra ve ark., 2019).

Mantarlarla NP üretimi intrasellüler veya ekstrasellüler olabilmektedir (Yadav ve ark., 2015). Ekstrasellüler yol intrasellüler yolla karşılaştırıldığında çok hızlıdır, ancak ekstrasellüler yolla daha büyük boyutta NP'ler sentezlenebilir (Narayanan ve Sakthivel, 2010). Yadav ve ark. (2015), boyuttaki bu farklılığın muhtemelen mantar içindeki parçacıkların çekirdeklenmesinden kaynaklanabileceğini bildirmiştir (Yadav ve ark., 2015). Fungusların kolay üretilmeleri, biyokütle oluşturmaları, üretim sürecinde ekstrasellüler enzimleri hücre dışına salmaları ve büyük ölçekli üretimlerinin kolay olması önemli avantajları arasında yer alır (Khan ve ark., 2018). İntrasellüler üretimde NP'ler hücre içerisinde oluşurken, ekstrasellüler üretimde süpernatant veya filtrat kullanılması ile hücrenin dış yüzeyinde oluşur. İşin doğasından intrasellüler olarak üretilen NP'leri elde etmek daha zordur (Singh ve ark., 2016). Bu da ekstrasellüler uygulamalara ayrı bir avantaj sağlamaktadır. Bhardwaj ve ark. (2018), *Pleurotus citrinopileatus* (sarı istiridye mantarı) kullanarak, antibakteriyel aktiviteye sahip yaklaşık 7 nm boyutundaki küresel AgNP'leri sentezlemişler (Bhardwaj ve ark., 2018). Başka bir çalışmada da Ismail ve ark., (2015), *Pleurotus Ostreatus* kullanarak hücre dışı üretimle küresel, 17.5 nm boyutunda antikanser aktiviteye sahip NP sentezini başarıyla gerçekleştirmişler (Ismail ve ark., 2015). Aktinomisellerden metal NP'lerin biyojenik sentezi ve bunların biyomedikal ve terapötik uygulamaları hakkında çalışmalarda mevcuttur (Golinska ve ark., 2014). Aktinomiseller kültüründe hücre duvarı ve hücre zarından salgılanan enzimler gümüş ve altın iyonlarının azalmasına, proteinler ise NP oluşumunun stabilizasyonuna yardımcı olur (Sukanya ve ark., 2013). NP'lerin biyosentezinde kullanılan biyomateryallerden bitki biyokütlesi/özütlerinin kullanımı daha güvenilir ve çevre dostu bir yöntem olarak kabul edilmiştir. Bitki aracılı biyosentez diğer biyomateryallere göre; güvenli kullanım, uygun maliyet, basit süreç, hücre kültürlerinin ayrıntılı bakımının ortadan kaldırılması, hızlı sentez, çevreye duyarlı, daha kararlı NP'ler, NP boyutu ve şekli üzerinde daha iyi kontrol ve büyük ölçekli sentez için daha uygun olması gibi avantajlara sahiptir (Shankar ve ark., 2004). Fitonanoteknolojinin biyoyumlu olması ve çözücü olarak su kullanılması, sentezlenen NP'lerin toksik olmayan bir yapıya sahip olmasını sağlayarak biyomedikal ve çevre alanındaki kullanımını

arttırmaktadır (Singh ve ark., 2016). NP sentezi için gövde, yaprak, çiçek, meyve, kök, lateks, tohum ve tohum kabuğu gibi farklı bitki parçaları kullanılabilir. Fakat bitki ekstraktlarını kullanarak gerçekleştirilen sentez işlemlerinin, mikrobiyal süreçlere veya tüm bitkinin kullanılmasına dayalı yöntemlere kıyasla daha kolay ve daha az maliyetli olmaları önemli bir avantaj oluşturmaktadır (Beattie ve Haverkamp, 2011). Bhati-Kushwaha ve Malik (2013), AgNP biyosentezi için *Verbena encelioides*'in yaprak ve gövde özlerini hazırlayarak, her iki özütün de NP'leri başarıyla sentezlediğini doğrulamıştır (Bhati-Kushwaha ve Malik, 2013). Benzer şekilde Paulkumar ve ark. (2014), AgNP sentezinde *Piper nigrum*'un yaprak ve gövde özlerini kullanırken oluşan farklılıkları gözlemlemiş ve reaksiyonun 10 dakikada başladığını, yaprak için 2 saatte ve gövde ekstraktları için 4 saatte sona erdiğini belirtmişler. Ek olarak, kökten sentezlenen AgNP'lerin boyutu 9–30 nm iken, yaprak özlerinden sentezlenen AgNP'lerin TEM görüntülerinde küçük (4–14 nm) ve büyük (20–50 nm) boyutlu NP'leri gözlemlemişler (Paulkumar ve ark., 2014).

Bitkilerde bulunan terpenoidler, flavonlar, ketonlar, aldehitler, proteinler, amino asitler, vitaminler, alkaloidler, tanenler, fenolikler, saponinler ve polisakkaritler gibi biyomoleküller, metallerin indirgenmesinde önemli rol oynamaktadır (Nath ve Banerjee, 2013). Umadevi ve ark. (2013) *Solanum lycopersicum* (domates) bitkisinin meyve özünü kullanarak AgNP'leri sentezlemiş ve *S. lycopersicum* meyve ekstraktında bulunan sitrik asidin indirgeyici ajan olarak davrandığını ve malik asidin biyolojik olarak indirgenmiş AgNP'lerinin kapatılmasından sorumlu olduğunu ifade etmişler (Umadevi ve ark., 2013). Benzer olarak Noruzi ve ark. (2011), gül yaprakları kullanılarak AuNP'lerinin sentezini incelemişler ve çiçek özütünün bol miktarda şeker ve protein içerdiğini bu nedenle de tetrakloroaurat tuzunun AuNP'lerine indirgenmesinden sorumlu olduğunu belirlemişlerdir (Noruzi ve ark., 2011). Geleneksel kimyasal ve fiziksel yöntemlerde; metal iyonların indirgenmesinde yer alan indirgeyici ajanlar ve sentezlenen NP'lerin oluşması istenmeyen aglomerasyonunu önlemek için eklenen stabilize ajanlar, çevre ve hücre için toksisite riski içermektedir. Biyoyumluluk özelliği olan NP'lerin yeşil sentez yöntemiyle üretiminde ise bu ajanlar, kullanılan biyolojik organizmalarda doğal olarak yer almaktadır (Hussain ve ark., 2016).

Bu nedenle, bu inceleme sonraki bölümlerde, özellikle metal ve metal oksit NP'lerin yeşil sentezi, sentez parametrelerini, etki mekanizmalarını, karakterizasyonunu ve uygulama alanlarına odaklanmaktadır. Çeşitli mikroorganizmaların ve bitkilerin aracılık ettiği NP sentezine ilişkin bazı güncel çalışmalar Tablo 1'de ve Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Farklı mikroorganizmalardan sentezlenen metalik nanopartiküller ve tıbbi özellikleri

Organizma	NP türü	Lokasyon	Karakterizasyon	Boyut (nm)	Şekil	Tıbbi özelliği	Referanslar
<i>Sargassum swartzii</i>	Au	HD	UV-Vis, FT-IR, XRD, HR-TEM,	35	Küresel	Sitotoksik	Dhas, 2014
<i>Klebsiella pnömonisi</i>	Au	HD	UV-Vis, XRD FT-IR,	10-15	Küresel,	Anti-bakteriyel Aktivite	Prema ve ark., 2016
<i>Magnusiomyces ingens</i> LH-F1	Au	HD	TEM, FT-IR, SEM	10-80	Küre, üçgen ve altıgen	Katalitik etki	Zhang ve ark., 2016
<i>Pseudomonas deceptionensis</i>	Ag	HD	UV-Vis, XRD, EDX, FE-TEM	10-30	Küresel	Anti-mikrobiyal ve Anti-biyofilm	Jo ve ark., 2016
<i>Penicillium crustosum</i>	Au	HD	UV-Vis, TEM, EDX, DLS, FT-IR,	20-50	Küresel	Biyokimyasal parametre etkisi	Roy ve Das, 2016
<i>Escherichia coli</i>	FeO	HD	UV-Vis, DLS, FESEM, EDX, TEM,	18 ± 2	Küresel	Anti-koagulan aktivite	Crespo ve ark., 2017
<i>Pseudomonas aeruginosa.</i>	HI	HI					
<i>Penicillium italicum</i>	Ag	HD	UV-Vis, SEM	33	-	Anti-mikrobiyal	Nayak ve ark., 2018
<i>Shewanella loihica</i>	Cu	HD	TEM, SEM, EDX, XRD, XPS	10-16	Kübik	Anti-bakteriyel aktivite	Lv ve ark., 2018
<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	Ag	HD	UV-Vis, TEM, FT-IR, DLS	10	Küresel	Anti-fungal aktivite	Elamawi ve ark., 2018

HD= hücre dışı; HI= hücre içi; NP= nanopartikül; FT-IR= fourier dönüşümü kızılötesi spektroskopisi; UV-Vis= UV-görünür spektroskopisi; DLS= dinamik ışık saçılımı; EDX= enerji yayılımı X-ışını Analizi; XRD= X-ışını kırınımı; XPS= X-ışını foto-elektron spektroskopisi; SEM= taramalı elektron mikroskobu; TEM= transmisyon elektron mikroskobu; HR-TEM= yüksek çözünürlüklü transmisyon elektron mikroskobu; FESEM= alan taramalı elektron mikroskobu.

4. Neden Yeşil Sentez

Fiziksel ve kimyasal yöntemler üzerine yapılan çalışmalar; metal esaslı NP'lerin boyutu, morfolojisi, stabilitesi ve reaktivitesi gibi fizikokimyasal özelliklerin deneysel koşullardan, metal iyonları ve indirgeyici ajanlar arasındaki etkileşim kinetiğinden ve stabilize edici ajan ile metal arasındaki adsorpsiyondan güçlü bir şekilde etkilendiğini ortaya koymuştur (Sharma ve ark., 2009). Yeşil sentezin mevcut şartlarda diğer yöntemlere kıyasla daha düşük verimli olmasına rağmen, enerji ihtiyacı olmaması ve çevreye uygun koşullarda, toksik kimyasallar ve çözücüler kullanılmaması, süreci daha güvenli hale getirdiğinden yaygın olarak tercih edilmektedir (Mohanpuria ve ark., 2008). Oldukça kararlı ve iyi karakterize edilmiş NP'lerin biyolojik üretimi organizma türleri, hücre büyümesi, enzim aktivitesi, optik büyüme, reaksiyon koşulları ve uygun biyokatalizör gibi parametreler optimize edilerek elde edilebilir (Shankar ve ark., 2004). Ayrıca yeşil sentezlenmiş NP'ler, diğer yöntemlerle sentezlenmiş NP'ler ile kıyaslandığında daha yüksek antimikrobiyal aktiviteye sahiptir. Bu antimikrobiyal aktivitenin, biyosentezlenmiş NP'leri kapatmada ve ardından stabilize etmede işlev gören birkaç proteinin sinerjistik etkisi sonucu meydana geldiği düşünülmektedir (Roy ve ark., 2019). NP'lerin elektronik, optik, manyetik ve katalitik özellikler gibi temel özellikleri NP boyutu ve şekli tarafından kontrol edilir. Biyolojik sistemlerin kontrol edilebilirlik kolaylığı nedeniyle, NP'lerin yeşil sentezi, kimyasal sentezden daha uygun bir yöntemdir (Ghorbani ve ark., 2011).

4.1. Nanopartiküllerin Yeşil Sentezi için Kritik Parametreler

Son zamanlarda yapılan çalışmalarda, homojen boyut ve morfolojiye sahip NP'ler üretmek için rasyonel olarak kararlı bir sistem kurulmaya çalışılmıştır (Kathiresan ve ark., 2009). Reaksiyon sıcaklığı, pH, inkübasyon süresinin

ve konsantrasyon sentezlenen NP'lerin şeklinde, boyutunda, stabilitesinde ve nükleasyon sürecinde önemli değişikliklere neden olabilmektedir. Çalışmalarda mikroorganizmanın optimal büyümesi için gerekli en yüksek sıcaklık tercih edilmektedir. Çünkü yüksek sıcaklıkta NP sentezinden sorumlu enzim daha aktiftir. Aynı zamanda, bu teknikte en etkili faktörlerden birisi de pH'dır ve farklı pH değerlerinde farklı NP'ler sentezlenebilir. Gurunathan ve ark. (2009), AgNP'lerin çoğunun *Escherichia coli*'de pH 10'da sentezlendiğini göstermiştir (Gurunathan ve ark., 2009). Bitkilerde ise pH değişiklikleri, doğal fitokimyasalların yükünde farklılıklara neden olur. Bu durum, bağlanma kabiliyetlerinin ve NP sentezi esnasında metal iyonlarının azalmasına neden olarak NP'lerin morfolojisini ve verimini etkileyebilmektedir. Örneğin, *Avena sativa* ekstraktında, pH 3 ve 4' de çok sayıda küçük boyutlu AuNP oluşurken, pH 2'de NP agregasyonu gözlemlenmiştir. Bu yüzden, çok düşük pH değerlerinde, indirgeme boyunca NP agregasyonunun hakim olduğu öne sürülmüştür (Singh ve ark., 2016). Reaksiyon süresinde metalik NP'lerin sentezi için boyut ve şekli kontrol etmede önemli bir rol oynar. Rajeshkumar ve ark. (2013), *Vibrio alginolyticus* süpernatanı kullanılarak AgNP'lerin hücre dışı sentezinde, reaksiyon süresinin artması ile verimin yükseldiğini ve UV-görünür spektroskopisi (UV-Vis) pikinde önemli bir kayma oluşturmadığını göstermişlerdir. Tersine, hücre içi sentezin UV-Vis pikinde daha yüksek dalga boyuna doğru kayma oluşturduğunu ve hücre dışı AgNP sentezinde NP'lerin boyutunu etkilemeden zamana bağlı verimin gözlemlendiği sonucuna varmışlardır (Rajeshkumar ve ark., 2013). Tek hücre proteini (*Spirulina platensis*) kullanılarak hücre dışı olarak sentezlenen Ag ve Au NP'ler için benzer gözlemler kaydedilmiştir (Govindaraju ve ark., 2008). Bitki özü kullanılarak sentezlenen NP'lerin inkübasyon süresi, NP'lerin morfolojik özelliklerini ve

niteliklerinde meydana gelen değişimi gözlemlemek için incelenmiştir (Rajendran ve Sen, 2016). Saklama koşulları ve ışığa maruz kalma gibi diğer faktörler de bakır oksit NP'lerin (CuONP) reaksiyon süresini etkilemektedir. Uzun süreli inkübasyon süresinin partiküllerin topaklaşmasına ve küçülmesine neden olduğu belirtilmiştir (Saif ve ark., 2016). Reaktan

konsantrasyonu (biyomoleküller veya metal tuzları), metalik NP oluşumunu önemli ölçüde etkilemektedir. Yapılan bir çalışmada reaksiyon ortamında *Penicillium brevicompactum* süpernatanı ve altın tuzu konsantrasyonunun değişimi ile AuNP'lerin boyut ve şeklinin önemli ölçüde etkilendiği görülmüştür.

Tablo 2. Çeşitli bitkilerden sentezlenen metalik nanopartiküller ve tıbbi özellikleri

Tıbbi bitki	NP türü	Kısım	Karakterizasyon	Boyut (nm)	Şekil	Tıbbi özelliği	Referanslar
<i>Helicteres isora</i>	Ag	Kök	UV-Vis, SPR, TEM, XRD, FT-IR	16-95	Kübik	Anti-oksidan, Anti-bakteriyel	Bhakya ve ark., 2015
<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Ag	Tohum	TEM, SAED, EDAX, SEM, FT-IR	90-100	Kristal, Düzensiz küresel	Anti-bakteriyel	Jagtab ve Bapat, 2013
<i>Prunus serrulata</i>	Ag ve Au	Meyve	UV - Vis, FE-TEM, EDX, FT-IR, XRD, DLS	66 (Ag), 65 (Au)	Küresel (Ag) Altıgen (Au)	Anti-enflematuar	Singh ve ark., 2018
Tarçın	Ag	Bütün bitki	UV-Vis, EDAX, FE-SEM, FT-IR	50-70	Küresel	Anti-mikrobiyal	Premkumar ve ark., 2018
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Ag	Yaprak	UV-Vis, XRD, SEM, TEM, EDAX	78.9 - 98.54	Küresel	Sitotoksik, Anti-oksidan	Deepika ve ark., 2020
<i>Phoenix dactylifera</i>	Ag	Çiçek	UV-Vis, SEM, EDX,	27 (Ag)	Düzensiz dağılık	Sitotoksik	Banu ve ark., 2018
<i>Trifolium pratense</i>	ZnO	Çiçek	UV-Vis, FT-IR, TXRF, SEM	60-70	-	Anti-bakteriyel	Dobruca ve Dhugaszewska, 2016
<i>Nyctanthes arbor-tristis</i>	ZnO	Çiçek	UV-Vis, FT-IR, XRD, DLS, TEM,	12-32	Kristal yapı	Anti-fungal	Jamdagni ve ark., 2018
<i>Passiflora caerulea</i>	ZnO	Yaprak	UV-Vis, XRD, FT-IR, SEM, EDAX, AFM	37.67	Kristal Küresel Kübik	Anti-bakteriyel	Santhoshkumar ve ark., 2017
<i>Berberis aristata</i>	ZnO	Kökler	UV-Vis, XRD, SEM, EDX, DLS	20-40	İğne benzeri naoyapı	Anti-bakteriyel, Anti-oksidan	Chandra ve ark., 2019
<i>Justicia wynaadensis</i>	ZnO	Yaprak	SEM, FT-IR, XRD,	39	Altıgen	Antimitotik ve DNA bağlanma potansiyeli	Hemanth Kumar ve ark., 2019
<i>P. granatum (Punicaceae)</i>	Pt	Meyve kabuğu	UV-Vis, TEM, XRD, FESEM, FT-IR.	20.12	Küresel	Anti-kanser	Şahin ve ark., 2018
<i>P. gymnospora (Dictyotaceae)</i>	Pt	Bütün bitki	FT-IR, UV-vis, XRD, FESEM, EDX, HR-TEM	5-50	Kesik Oktahedral	Anti-mikrobiyal, Anti-kanser, Anti-oksidan	Ramkumar ve ark., 2017
<i>C. speciosus (Costaceae)</i>	Pt	Yaprak	XRD, FT-IR, Raman, SEM, HR-TEM, EDS, DRS, PL, XPS	10-50	Küresel	Anti-diyabetik, Foto-katalizör	Surya ve ark., 2019
<i>X. strumarium (Asteraceae)</i>	Pt	Yaprak	FT-IR, PXRD, SEM-EDX, TEM	22	Kübik, dikdörtgen	Anti-bakteriyel, Anti-fungal, Anti-kanser	Kumar ve ark., 2019
<i>Albizia adianthifolia</i>	FeCl ₂ ve FeCl ₃	Yaprak	UV-Vis, XRD, FT-IR, SEM	32-100	Küresel Şekilli	Stotoksik	Sulaiman ve ark., 2018
Yeşil ve siyah çay yaprakları	FeCl ₃	Yaprak	SEM, FT-IR, EDX, UV-Vis	42-60	Küresel	Anti-bakteriyel, Anti-fungal	Asghar ve ark., 2018

NP= nanopartikül; FT-IR= fourier dönüşümü kızılötesi spektroskopisi; UV-Vis= UV-görünür spektroskopisi; DLS= dinamik ışık saçılımı; EDX= enerji yayılımı X-ışını Analzi; XRD= X-ışını kırınımı; XPS= X-ışını foto-elektron spektroskopisi; SEM= taramalı elektron mikroskobu; TEM= transmisyon elektron mikroskobu; HR-TEM= yüksek çözünürlüklü transmisyon elektron mikroskobu; FESEM= alan taramalı elektron mikroskobu.

Küresel AuNP'ler 1 mM altın tuzunda 50 nm olarak gözlenirken, 2 mM'de NP'lerin boyutu (10~70 nm) artmıştır. 3 mM altın tuzunda, küresel, üçgen ve elmas benzeri partiküllerle daha büyük NP'lerin (50-120 nm)

oluşumu gözlenmiştir (Mishra ve ark., 2011). Benzer şekilde yapılan başka bir çalışmada ise, daha düşük metal tuzu konsantrasyonunda küresel NP oluşumu ve daha yüksek metal tuzu konsantrasyonunda üçgen ve altıgen

nanoplatların oluşumu bildirilmiştir (Pimprikar ve ark., 2009). Çevresel ve beslenme parametrelerinin manipüle edilmesiyle de NP'lerin boyut ve şekil kontrollü sentezi sağlanabilir (Husseiny ve ark., 2015). Bitki özütü kullanılarak NP sentezi, büyük ölçüde bitki özütlerinde bulunan biyomolekül türlerine ve kullanılan hacme bağlıdır (Devatha ve ark., 2018). Mehdi ve ark. (2017), yaptıkları çalışmada NP'lerin hızlı biyo-indirgeme ve stabilizasyonunu sağlamak için öncü ile bağlanan çözeltilerde daha fazla kimyasal bileşen bulunduğundan, kullanılan özüt hacmi ne kadar yüksek olursa sentez oranının o kadar hızlı olduğunu göstermiştir (Mehdi ve ark., 2017; Toledo ve ark., 2018). Bulgular, NP'lerin sentezi için kullanılan ekstraktın hacminin ve türünün morfolojik özellikleri ve biyolojik aktiviteleri üzerinde önemli etkiye sahip olduğunu kanıtlamıştır (Sumera ve ark., 2018).

4.2. Nanopartiküllerin Uygulamaları

Metal NP'ler, biyomedikal, ilaç, tıp, tarım, çevre, enerji, vb. alanlarda kullanımı gün geçtikçe artmaktadır (Pereira ve ark., 2015). Paklitaksel, metotreksat ve doksorubisin gibi ilaçların spesifik salınımı için AuNP'ler uygulanmıştır (Rai ve ark., 2015). AuNP'ler ayrıca tümör tespiti, anjiyogenez, genetik hastalık ve genetik bozukluk teşhisi, foto-görüntüleme ve fototermal tedavilerde de kullanılmıştır. Demir oksit NP'leri, kanser tedavisi, hipertermi, ilaç verme, doku onarımı, hücre etiketleme, hedefleme ve immünolojik testler, biyolojik sıvıların detoksifikasyonu, manyetik rezonans görüntüleme ve manyetik olarak duyarlı ilaç dağıtımında uygulanmaktadır (Huang ve ark., 2007; Khlebtsov ve Dykman, 2011; Iv ve ark., 2015). AgNP'lerin birçok antimikrobiyal amaç için ve ayrıca antikanser, antiinflamatuvar ve yara tedavisi uygulamalarında kullanımı mevcuttur (Ahamed ve ark., 2010). Ayrıca AgNP'ler en çekici nanomalzemeler arasındadır. Tanı, tedavi, ilaç dağıtımı, tıbbi cihaz kaplaması ve kişisel sağlık bakımı dahil olmak üzere birçok biyomedikal uygulamada kullanımı yaygındır (Ge ve ark., 2014). Biyoyumlu, toksik olmayan, kendi kendini temizleyen, cilde uyumlu, antimikrobiyal ve dermatolojik özelliklere sahip çinko ve titanyum NP'lerde biyomedikal, kozmetik, ultraviyole bloke edici ajanlarda kullanılmaktadır (Ambika ve Sundrarajan, 2015; Zahir ve ark., 2015).

İlaçların *biyoyararlanım* düzeyine ulaşması için doz optimizasyonu gereklidir ve alınan ilacın belirli bir hedefi olması gerekir. Yani, uygun *biyoyararlanımı* elde etmek için teorik olarak yüksek dozlarda ilaç alınmalıdır, ancak bu daha fazla yan etkiye neden olacaktır. NP'ler ile bölgeye özel ilaç dağıtımı sağlanabilmektedir (Hanafy ve ark., 2019; Wang ve ark., 2017). Bu yaklaşım sayesinde uygun ilaç dozu kullanılacak ve yan etkiler önemli ölçüde azaltılabilecektir. İlaçların belirli hedefler için küçük miktarlarda kullanılması hem ilaç maliyetini düşürür hem de hasta konforunu artırır (Menon ve ark., 2017).

4.3. Nanopartiküllerin Karakterizasyonu

NP'lerin boyutlarını, şekillerini, dağılımlarını, yüzey morfolojilerini ve yüzey alanlarını belirlemek için çeşitli

karakterizasyon teknikleri kullanılır. Karakterizasyonda yer alan spektroskopik ve difraktografik teknikler arasında UV-Vis, dinamik ışık saçılımı (DLS), enerji dağıtıcı spektroskopisi (EDS), X-ışını kırınımı (XRD), Fourier dönüşümü kızılötesi spektroskopisi (FT-IR), X-ışını foto-elektron spektroskopisi (XPS) ve Raman spektroskopisi bulunur (Shah ve ark., 2015; Menon ve ark., 2017). Bunlar bileşimi, yapıyı ve kristal fazı analiz etmek için kullanılan dolaylı yöntemlerdir. NP'lerin boyutunu ve morfolojik özelliklerini belirlemek için taramalı elektron mikroskobu (SEM), transmisyon elektron mikroskobu (TEM), yüksek çözünürlüklü transmisyon elektron mikroskobu (HR-TEM) ve atomik kuvvet mikroskobu (AFM) kullanılmaktadır (Quester ve ark., 2013). Genel olarak, metalik NP'ler, 190-1100 nm aralığında UV-Vis spektroskopisi ile izlenen yüzey plazmon rezonansından (SPR) dolayı etkili optik özelliklere sahiptir (Sharma ve ark., 2016). Farklı malzemeler için absorpsiyon spektrumları farklıdır, örneğin AgNP'ler için bu spektrum 400-450 nm (Aboelfetoh ve ark., 2017), AuNP'ler için 500-550 nm arasında ve ZnONP'ler için 350 ile 390 nm arasındadır (Shukla ve Iravani, 2017). Sulu ortamda partikül boyutundaki bir artış, bant yoğunluğundaki artışla gösterilir. UV/Vis-difüz yansıtma spektrometresi (DRS) optik absorpsiyon, geçirgenlik ve yansıtmayı ölçmek için kullanılabilen tam donanımlı bir cihazdır. DRS, malzemenin fotoaktivitesini ve iletkenliğini belirlemek için nanomateriyellerin bant aralıklarını hesaplamada kullanılan bir tekniktir (Khan ve ark., 2017). FT-IR spektroskopisi ise, sentez ve yüzey kimyasının altında yatan mekanizmayı araştırmak için, NP'lere bağlı fonksiyonel grupları tanımlamada kullanılır. Sulu doğal ekstrakt ve reaksiyon ortamının geçirgenlik spektrumları arasındaki karşılaştırma ve sürece dahil olan biyomoleküller hakkında fikir sahibi olmayı sağlar (Dahoumane ve ark., 2016). NP'lere bağlı en yaygın fonksiyonel gruplar -C = O, -NH₂ ve -SH'dir (Jena ve ark., 2014). Bununla birlikte, FT-IR'ın kullanımı, karmaşık biyolojik matristeki IR absorpsiyon bantlarının yüksek derecede örtüşmesi nedeniyle belirli sınırlamalara sahiptir. Ek olarak, XPS gibi diğer karakterizasyon teknikleri, üretilen NP'ler ile onları çevreleyen biyomoleküller arasındaki etkileşimler hakkında bilgi verir (Dahoumane ve ark., 2016). NP'lerin sıvı haldeki yüzey yükü, hidrodinamik çapı ve dağılımı DLS spektroskopisi ile ölçülür ve partikül stabilitesi zeta potansiyeli ile belirlenir. Safılık, kristalin boyutu, geometri, yönelim ve fazlar XRD verileri ile belirlenebilirken, genel olarak kırınım modelleri, yapısal bilgiyi elde etmek için Toz Kırınım Standartları Ortak Komitesi (JCPDS)'nin standart kristalografik veri tabanı ile karşılaştırılır (Shah ve ark., 2015).

NP'lerin özellikleri, SEM, TEM, HR-TEM ve AFM gibi gelişmiş mikroskobik tekniklerle incelenen morfolojilerinden tahmin edilir. SEM, nano ölçekte parçacıklar hakkında bilgi sağlar ve NP'lerin toplu veya matristeki yüzey morfolojisini ve dağılımını belirlemeye

yardımcı olur. TEM, yaygın olarak boyut ve şekil için kullanılır ve aynı zamanda, düşük büyütmeden yüksek büyütme kadar değiştiği için malzeme katmanlarının sayısı hakkında bilgi sağlayabilir. Ancak her ikisi de Enerji yayımlı X-ışını Analizi (EDX) veya enerji dağılım spektrometresi (EDS) ile birleştirildiğinde, mevcut metaller hakkında bilgi verir (Oza ve ark., 2012). Bazı durumlarda, hücre içi sentezlenen NP'lerin, lokalizasyonu SEM ve TEM tarafından belirlenebilir. Ancak kesin şekil, boyut ve kristal yapının belirlenmesi için mutlaka HR-TEM gereklidir. AFM ise yüzey topografyası hakkında bilgi sağlar. TEM görüntüleri esas olarak üç boyutlu NP'lerin iki boyutlu bir görüntüsünü temsil ederken, AFM sentezlenmiş parçacıkların üç boyutlu bilgilerini elde etmek içinde kullanılabilir (Ouester ve ark., 2013; Khan ve ark., 2017).

5. Nanopartiküllerin Etki Mekanizmaları

5.1. Anti-mikrobiyal etki mekanizması

Enfeksiyona neden olan bakterilerin % 70'inden fazlasının kullanılan antimikrobiyal maddelere dirençli olduğu bilinmektedir. Bu anlamda yeni ve etkili antimikrobiyal ajanların geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bakır, titanyum, gümüş, altın ve çinko gibi metal NP'lerin her biri, çeşitli antimikrobiyal aktivite özelliklerine sahiptir (Malakodi ve ark., 2014). NP'ler, oksidatif stresin indüksiyonu ve metal iyonunun salınması, (Chandra ve ark., 2019) ayrıca NP'lerin yüzeyinden hidrojen peroksit oluşumu (Rai ve ark., 2009) yoluyla antimikrobiyal aktivitelerini sergilerler. AgNP'lerin, gümüş iyonu vererek ve solunum enzimlerini inhibe ederek antibakteriyel aktivite sergilediği, hücre zarına zarar veren ve hücre enzimleri inaktive eden aşırı reaktif oksijen türlerini (ROS) ürettiği ileri sürülmektedir (Pal ve ark., 2007; Lazar, 2011). NP'ün antimikrobiyal mekanizması ayrıca bakteri hücre duvarının bileşimine de bağlıdır (Bolla ve ark., 2011). AgNP'ler bakterilerin hücre zarına bağlanarak ve birikerek zar hasarına neden olurken zar geçirgenliğini artırdığı bildirilmiştir (Devi ve Joshi, 2012). Bakteriyel hücre zarının geçirgenlik derecesi NP'lerin boyutuna ve konsantrasyonuna bağlıdır. Bunun nedeni, küçük parçacık boyutunun hücre zarına kolay nüfuz etmesi ve ayrıca ribozomlar gibi hücre organelleriyle etkileşerek hücre ölümüne yol açmaya yardımcı olmasıdır. Raffi ve ark. (2008), *E. coli* hücrelerinin AgNP'lerle muamelesi sonunda DNA replikasyonunu etkilediğini göstererek, NP'lerin DNA polimeraz enzimi üzerinde bir etkiye sahip olduğunu bildirmişler (Raffi ve ark., 2008). Cha ve ark. (2015), kazein'in patojenik bakterilere karşı etkili antibakteriyel aktivite gösteren bakır NP (CuNP) sentezini bildirmiştir. CuNP'lerin antibakteriyel aktivitesi ve standart olarak ofloksasin ve kanamisin antibiyotikleri kullanılarak inhibisyon bölgesi analizi belirlenmiştir. CuNP'ler, standart antibiyotiklerden elde edilen inhibisyon bölgesine neredeyse eşit olan iyi bir inhibisyon bölgesi sergilemiştir; bu, CuNP'lerin standart antibiyotikler tarafından sergilenen etkiye benzer bir

etkiye sahip olduğu anlamına gelmektedir. Yukarıda belirtildiği gibi, kanamisinin antibakteriyel aktivitesini sergilediği mekanizma, protein sentezinde rol oynayan enzimleri inhibe etme özelliğiyledir. Benzer şekilde CuNP'lerin de enzim inhibisyonu yoluyla antibakteriyel aktivite sergilediği öne sürülebilir (Cha ve ark., 2015). Yapılan bu çalışmalar, NP'lerin hücre enzimini doğrudan veya dolaylı olarak inhibe ettiğini ve antibakteriyel etkiye neden olduğunu göstermektedir.

5.2. Sitotoksik Etki Mekanizması

NP'ler, apoptozu veya hücre döngüsünün durdurulmasını indükleyerek sitotoksik etkilerini gösterirler. NP'ler, kanserli hücrelere çekirdek yoluyla girer ve sonuçta hücre ölümüne yol açan DNA kırılmasına neden olur. Ayrıca, ROS'un oluşturulmasıyla glutasyon ve tioredoksin sistemlerinin bozulması sitotoksik etkiler meydana getirir (Menon ve ark., 2018). ROS'lar, biyolojik moleküllerle doğrudan etkileşime girerek veya dolaylı olarak oksidatif stres uygulayarak, apoptoz veya nekroz yoluyla hücre ölümünü tetikleyerek hücre hasara neden olabilir. Ortaya çıkan oksidatif stres NP kaynaklı sitotoksitenin merkezi mekanizmalarından biri olarak ortaya çıkmıştır (Lin ve ark., 2006; Xia ve ark., 2006; Carlson ve ark., 2008). Örneğin Pan ve ark. (2009), 1.4 nm trifenilfosfin monosülfonat başlıklı AuNP'lere hücresel yanıtı incelemiş ve AuNP'lerle tedavinin artmış ROS üretimi ve mitokondriyal potansiyel kaybı ile ilişkili olduğunu ve nekrotik hücre ölümüyle sonuçlandığını bulmuşlar (Pan ve ark., 2009). AuNP'lerin oksidatif stresi tetikleyen kesin mekanizması iyi anlaşılmamıştır. Bununla birlikte, yüksek hücre içi ROS'un bir sonucu olarak, mitokondriyal işlevde bozulma yoluyla meydana geldiği düşünülmektedir. Wahab ve ark. (2014), 10-15 nm sitrathlı AuNP'lerin indüklediği hücre içi ROS seviyelerinde doza bağlı bir artışın, kaspaz 3 ve 7'nin yukarı regülasyonu ile ilişkili olduğunu ve mitokondriyal disfonksiyon yoluyla apoptozu yol açtığını bildirmişler (Wahab ve ark., 2014).

5.3. Anti-Enflamatuar Etki Mekanizması

NP'lerin, potansiyel bir anti enflamatuar ajan olarak etkilerinin olduğu belirlenmiştir ve bu NP'lerin geniş bir yüzey alanı/hacim oranına sahip oldukları dolayısıyla sitokinler ve iltihaplanmaya yardımcı enzimler gibi iltihap artırıcıları bloke etmede iyi sonuçlar verdikleri ortaya konulmuştur. Dokular yaralandığında veya bir patojen tarafından saldırıya uğradığında meydana gelen hasara bağlı olarak inflammatuar bir yanıt üretirler. Bu yanıt, mücadelede yardımcı olan makrofajların ve kök hücrelerin toplanmasına yol açar ve makrofajlar, iltihaplanma sürecini düzenlemede önemli bir rol oynar (Wynn ve Vannella, 2014). Makrofajlar büyük, heterojen, tek çekirdekli, fagositik hücreler olmakla birlikte kemik iliğinde üretilirler, kan dolaşımında monositler olarak adlandırılan beyaz kan hücreleri (WBC'ler) olarak bulunurlar. Makrofajlar iki tiptedir: pro-enflamatuar M1 makrofajları ve alternatif olarak anti-enflamatuar reaksiyonlara yanıt olarak aktive olan ve etkilenen doku ve organların yeniden şekillenmesi sürecini indükleyen

M2 makrofajlarıdır. Makrofajlar, yanıtın durumuna bağlı olarak bu iki fenotip arasındaki dönüşümle inflamatuvar sürecini başlatır, düzenler ve sürdürür (Bianchi ve Manfredi, 2014). Metal NP'ler vücuda nazal, oral veya dermal yollardan girer. Metal NP'ler vücuda girdikten sonra dolaşım sistemine geçerek, kan plazmasındaki proteinlerle etkileşime girer ve bu etkileşim, NP'yi çevreleyen bir protein korona oluşumuna yol açar (Bahadar ve ark., 2016). İmmüoglobulin (IgG), immüoglobulin M (IgM) ve fibrinojen neredeyse tüm NP maruziyetinde tespit edilen ortak proteinlerdir (Zheng, 2015). Çalışmalara göre, IgG ve IgM doğal inflamatuvar süreçte rol oynamaktadır (SchwartzAlbiez ve ark., 2009). Protein koronasının oluşumu, bileşimi ve protein bağlanma modelleri, NP'lerin yüzey yükü, boyutu, geometrik şekli, hidrofobiklik derecesi, yüzey pürüzlülüğü ve eğriliği gibi fiziksel özelliklerine bağlıdır. Çünkü protein koronası, NP'nin dış morfolojisini değiştirerek ona biyolojik bir kimlik verir (Walkey ve Chan, 2012; Gunawan ve Lim, 2014). Protein kaplı metal NP'ler, iltihaplanma bölgelerinde makrofajlar veya nötrofiller ile etkileşime girdiğinde, hücre yüzey reseptörleriyle ilk teması geçen protein koronadır. Büyük ölçüde serum proteinlerinden oluşan bu protein korona, M2 makrofajındaki reseptörler için bir ligand görevi görür ve anti-enflamatuvar M2 makrofajlarını aktive eder. Bu makrofajlar NP alımında çok önemli bir role sahiptir. Bu yolla antienflamatuvar etki meydana getirir (Mahmoudi ve ark., 2011).

5.4. Anti-Fungus Etki Mekanizması

Metal NP'lerin etki şeklini araştırmayı amaçlayan mikrobiyolojik deneylerin çoğu, mantarlar yerine bakteriler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Antimikrobiyal aktivite genellikle serbest hücre bütünlüğü hasarı ve ROS oluşumu da dâhil olmak üzere birkaç mekanizma ile ilişkilendirilir. Bu mekanizmalardan bazılarının mantar hücrelerinde de meydana gelmesi muhtemel olsa da, bununla ilgili çok fazla kanıt yoktur ve mantarlarda bu varsayımları doğrulamak için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Dahası, çok az çalışma, hücre zarı hasarını veya NP'lerin hücre içi birikimini kontrol eden altta yatan moleküler süreçleri araştırmıştır. Zn^{2+} iyonları çeşitli bakteri ve mantar türlerine karşı antimikrobiyal aktivite sergiler. Çinko oksit NP'lerin ($ZnONP$) çözünmesi, mikrobik hücrelere difüzyonunu kolaylaştırarak antimikrobiyal aktiviteye katkıda bulunan Zn^{2+} iyonlarını salmaktadır (Pasquet ve ark., 2014). *Saccharomyces cerevisiae*, *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* (Kasemets ve ark., 2009) ile yapılan çalışmalarda Zn^{2+} antimikrobiyal iyonların salınımı gözlenmiştir. Zn^{2+} salınımı ayrıca antifungal etki için çok önemli bir mekanizmadır (Reddy ve ark., 2007). AgNP'ler tarafından indüklenen hücre içi ROS birikiminin ayrıca *C. albicans*'ta hücre ölümünü indüklediği gösterilmiştir (Hwang ve ark., 2012).

$ZnONP$ 'ler ve Zn bileşikleri ise *Fusarium graminearum*, *Penicillium citrinum* ve *Aspergillus flavus*'ta ROS ve mikotoksin üretiminin inhibisyonunu indükler (Savi ve

ark., 2013). Bu örneklerin dışında, daha önce belirtildiği gibi, literatürün büyük bir kısmı bakterilere odaklanmıştır. NP'lerin anti fungal etki mekanizmalarının daha detaylı anlaşılması için farklı mantar türlerini ve farklı NP tiplerini içeren daha ileri çalışmalar gereklidir.

6. Sonuç ve Öneriler

NP'lerin boyutları, şekilleri ve bileşimi partiküllerin fiziksel, kimyasal, biyoaktif, optik, elektriksel, katalitik ve toksisite özelliklerini etkiler. Bu nedenle onların sentezlerini, karakterizasyonlarını ve olası toksisitelerini tam olarak anlamak için yeni araştırmalara ihtiyaç vardır. Bitki ekstraktları kullanılarak yapılan yeşil sentez; yüksek basınç, sıcaklık, enerji ve zehirli kimyasalların kullanılmasına gerek olmadan NP'lerin kolay, ekonomik ve çevre dostu olarak elde edilmesi için kullanılan en pratik yöntemdir. NP'lerin antikanser, antimikrobiyal, antiviral ve antifungal aktivitelere sahip olmaları nedeniyle biyomedikal uygulamalarda her geçen gün önemini daha da artıracaktır. Devam eden ve yeni planlanacak çalışmalarla NP temelli yeni nesil ilaçların sentezinin gerçekleştirileceğini ve böylece hedefe yönelik yeni tedavi protokollerinin geliştirilmesine katkı sağlanacağını beklemekteyiz.

Katkı Oranı Beyanı

HÇ fikri tasarladı. HÇ, KÖ, ÇEÇ ve BY literatür araştırması yaptı. HÇ, KÖ ve ÇEÇ makaleyi hazırladı. HÇ, KÖ ve BY verileri analiz etti. Tüm yazarlar makaleyi inceledi ve onayladı.

Çatışma Beyanı

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Kaynaklar

- Aboelfetoh EF, El-Shenody RA, Ghobara MM. 2017. Eco-friendly synthesis of silver nanoparticles using green algae (*Caulerpa serrulata*): reaction optimization, catalytic and antibacterial activities. *Environ Monit Assess*, 189(7): 349.
- Ahamed M, AlSalhi MS, Siddiqui MKJ. 2010. Silver nanoparticle applications and human health. *Clin Chim Acta*, 411(23-24): 1841-1848.
- Ahmed S, Chaudhry SA, Ikram S. 2017. A review on biogenic synthesis of ZnO nanoparticles using plant extracts and microbes: a prospect towards green chemistry. *J Photochem Photobiol B*, 166: 272-284.
- Ambika S, Sundrarajan M. 2015. Green biosynthesis of ZnO nanoparticles using *Vitex negundo* L. extract: spectroscopic investigation of interaction between ZnO nanoparticles and human serum albumin. *J Photochem Photobiol B*, 149: 143-148.
- Asgar MA, Zahir E, Shahid SM, Khan MN, Iqbal J, Walker G. 2018. Iron, copper and silver nanoparticles: green synthesis using green and black tea leaves extracts and evaluation of antibacterial, antifungal and aflatoxin B1 adsorption activity. *Lebensm Wiss Technol*, 90: 98-107.
- Bahadar CH, Maqbool F, Niaz K, Abdollahi M. 2016. Toxicity of nanoparticles and an overview of current experimental models. *Iran Biomed J*, 20(1): 1-11.

- Banu H, Renuka N, Faheem SM, Ismail R, Singh V, Saadatmand Z, Khan SS, Narayanan K, Raheem A, Premkumar K, Vasanthakumar G. 2018. Gold and silver NPs biomimetically synthesized using date palm pollen extract-induce apoptosis and regulate p53 and Bcl-2 expression in human breast adenocarcinoma cells. *Biol Trace Elem Res*, 186(1): 122-134.
- Bao Z, Lan CQJ, Biointerfaces SB. 2018. Mechanism of light-dependent biosynthesis of silver nanoparticles mediated by cell extract of *Neochloris oleoabundans*. *Colloids Surf B Biointerfaces*, 170: 251-257.
- Bäuerlein E. 2003. Biomineralization of unicellular organisms: An unusual membrane biochemistry for the production of inorganic nano- and microstructures. *Angew Chem*, 42: 614-641.
- Beattie IR, Haverkamp RG. 2011. Silver and gold nanoparticles in plants: sites for the reduction to metal. *Metallomics*, 3(6): 628-632.
- Bhakya S, Muthukrishnan S, Sukumaran M, Muthukumar M. 2015. Biogenic synthesis of silver nanoparticles and their antioxidant and antibacterial activity. *Appl Nanosci*, 6(5): 1-12.
- Bhardwaj AK, Shukla A, Maurya S, Singh SC, Uttam KN, Sundaram S, Singh MP, Gopal R. 2018. Direct sunlight enabled photo-biochemical synthesis of silver nanoparticles and their Bactericidal Efficacy: photon energy as key for size and distribution control. *J Photochem Photobiol B, Biol*, 88: 42-49.
- Bhati-Kushwaha H, Malik CP. 2013. Biopotential of *Verbena encelioides* (stem and leaf powders) in silver nanoparticle fabrication. *Turk J Biol*, 37(6): 645-654.
- Bianchi ME, Manfredi AA. 2014. How macrophages ring the inflammation alarm. *Proc Natl Acad Sci USA*, 111(8): 2866-2867.
- Bogunia-Kubik K, Sugisaka M. 2002. From molecular biology to nanotechnology and nanomedicine. *Biosystems*, 65(2-3): 123-138.
- Bolla JM, Alibert-Franco S, Handzlik J, Chevalier J, Mahamoud A, Boyer G, Kieć-Kononowicz K, Pagès JM. 2011. Strategies for bypassing the membrane barrier in multidrug resistant gram-negative bacteria. *FEBS Lett*, 585(11): 1682-1690.
- Brust M, Walker M, Bethell D, Schiffrin J, Whyman R. 1994. Synthesis of thiol derivatised gold nanoparticles in a two-phase liquid/liquid system. *J Chem Soc Chem Comm*, 7(7): 789-912.
- Cai J, Cheng-Jun Y, Xiu-Tai Y, Li-Ping Z. 2019. Biosynthesis of copper oxide nanoparticles and their potential synergistic effect on alloxan induced oxidative stress conditions during cardiac injury in Sprague–Dawley rats. *J Photochem Photobiol B Biol*, 198: 11557.
- Carlson C, Hussain SM, Schrand AM, Braydich-Stolle LK, Hess KL, Jones RL, Schlager JJ. 2008. Unique cellular interaction of silver nanoparticles: size-dependent generation of reactive oxygen species. *J Phys Chem B*, 112(43): 13608-13619.
- Cha HS, Hong J, McGuffie M, Yeom B, VanEpps JS, Kotov NA. Shape-dependent biomimetic inhibition of enzyme by nanoparticles and their antibacterial activity. *ACS Nano*. 2015;9:9097-9105.
- Chandra H, Patel D, Kumari P, Jangwan JS, Yadav S. 2019. Phytomediated synthesis of zinc oxide nanoparticle of *Berberis aristata*: characterisation, antioxidant activity and antibacterial activity with special reference to urinary tract infection. *Mater Sci Eng C*, 102: 212-220.
- Çiftci H, Demir G, Er Çalışkan Ç, Yurter K, Burgucu O, Acar Ş, Öztürk İC, Şen SM. 2019. Hemşirelik öğrencilerine nanoteknoloji konusunda verilen eğitimin etkinliğinin değerlendirilmesi. *BSJ Health Sci*, 2(3): 65-70.
- Crespo K, Baronetti J, Quinteros M, Paez P, Paraje M. 2017. Intra- and extracellular biosynthesis and characterization of iron nanoparticles from prokaryotic microorganisms with anticoagulant activity. *Pharm Res*, 34(3): 591-598.
- Dahoumane A, Wujcik EK, Jeffries C. 2016. Noble metal, oxide and chalcogenide-based nanomaterials from scalable phototrophic culture systems. *Enzym Microb Technol*, 95: 13-27.
- Dauthal P, Mukhopadhyay M. 2016. Noble metal nanoparticles: plant-mediated synthesis, mechanistic aspects of synthesis, and applications. *Ind Eng Chem Res*, 55(36): 9557-9577.
- Deepika S, Selvaraj CI, Roopan SM. 2020. Screening bioactivities of *Caesalpinia pulcherrima* L. swartz and cytotoxicity of extract synthesized silver nanoparticles on HCT116 cell line. *Mater Sci Eng C*, 106: 110279.
- Devatha CP, Jagadeesh K, Patil M. 2018. Effect of Green synthesized iron nanoparticles by *Azadirachta Indica* in different proportions on antibacterial activity. *Env Nanotechnol. Monit Manag*, 9: 85-94.
- Devi LS, Joshi SR. 2012. Antimicrobial and synergistic effects of silver nanoparticles synthesized using: soil fungi of high altitudes of Eastern Himalaya. *Mycobiology*, 40(1): 27-34.
- Dhas ST. 2014. Biosynthesis of gold nanoparticles using *Sargassum swartzii* and its cytotoxicity effect on HeLa cells. *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc*, 133: 102-106.
- Dobručka R, Długaszewska J. 2016. Biosynthesis and antibacterial activity of ZnO nanoparticles using *Trifolium pratense* flower extract. *Saudi J Biol Sci*, 23(4):517-523.
- Dujardin E, Peet C, Stubbs G, Culver JN, Mann S. 2003. Organization of metallic nanoparticles using tobacco mosaic virus templates. *Nano Lett*, 3: 413-417.
- Elamawi RM, Al-Harbi RE, Hendi AA. 2018. Biosynthesis and characterization of silver nanoparticles using *Trichoderma longibrachiatum* and their effect on phytopathogenic fungi. *Egyptian J Biological Pest Control*, 28(1): 28.
- Fawcett D, Verduin JJ, Shah M, Sharma SB, Poinern GEJ. 2017. A review of current research into the biogenic synthesis of metal and metal oxide nanoparticles via marine algae and seagrasses. *J Nanosci*, 2017(4): 1-15.
- Feynman R. 1959. There's plenty of room at the bottom" at California institute of technology. *Caltech Eng Sci*, 23: 22-36.
- Ganguli AK, Ahmad T, Vaidya S, Ahmed J. 2008. Microemulsion route to the synthesis of nanoparticles. *Pure Appl Chem*, 80(11): 2451-2477.
- Ge L, Li Q, Wang M, Ouyang J, Li X, Xing MM. 2014. Nanosilver particles in medical applications: synthesis, performance, and toxicity. *Int J Nanomedicine*, 9: 2399-2407.
- Ghorbani HR, Safekordi AA, Attar H, Rezayat M. 2011. Biological and non-biological methods for silver nanoparticles synthesis. *Chem Biochem Eng Q*, 25(3): 317-326.
- Golinska P, Wypij M, Ingle AP, Gupta I, Dahm H, Rai M. 2014. Biogenic synthesis of metal nanoparticles from actinomycetes: biomedical applications and cytotoxicity. *Appl Microbiol Biotechnol*, 98(19): 8083-8097.
- Gopalu K, Matheswaran J, Govindan SK, Evgeny K. 2020. *Hylotelephium telephium* flower extract-mediated biosynthesis of CuO and ZnO nanoparticles with promising antioxidant and antibacterial properties for healthcare applications. *Adv Charac Powder Mater*, 72: 1264-1272.
- Govindaraju K, Basha SK, Kumar VG, Singaravelu G. 2008. Silver, gold and biometallic nanoparticles production using single-cell protein (*Spirulina plantensis*). *Geitler J Mater Sci*, 43: 5115-5122.
- Gowri M, Latha N, Rajan M. 2019. Copper oxide nanoparticles synthesized using *Eupatorium odoratum*, *Acanthospermum*

- hispidum leaf extracts, and its antibacterial effects against pathogens: a comparative study. *Bio Nano Sci*, 9: 545-552.
- Gunalan S, Sivaraj R, Venkatesh R. 2012. Aloe barbadensis Miller mediated green synthesis of mono-disperse copper oxide nanoparticles: optical properties. *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc*, 97: 1140-1144.
- Gunawan C, Lim M. 2014. Nanoparticle-protein corona complexes govern the biological fates and functions of nanoparticles the biological fates and functions of nanoparticles. *J Mater Chem B*, 15(2): 2060-2083.
- Gurunathan Set al. 2009. Biosynthesis, purification and characterization of silver nanoparticles using *Escherichia coli*. *Colloids Surf B Biointerfaces*, 74(1): 328-335.
- Han G, Ghosh P, Rotello VM. 2007. Multi-functional gold nanoparticles for drug delivery. *Adv Exp Med Biol*, 620: 48-56.
- Hanafy NA, Leporatti S, El-Kemary MA. 2019. Mucoadhesive hydrogel nanoparticles as smart biomedical drug delivery system. *Appl Sci*, 9(5): 825.
- He X, Shi H. 2012. Size and shape effects on magnetic properties of Ni nanoparticles. *Particuology*, 10 (4): 497-502.
- Hemant Kumar NK, Andia JD, Manjunatha S, Murali M, Amruthesh KN, Jagannath S. 2019. Antimitotic and DNA-binding potential of biosynthesized ZnO-NPs from leaf extract of *Justicia wynaadensis* (Nees) Heyne - A medicinal herb. *Biocatal. Agric Biotechnol*, 18: 101024.
- Huang X, Jain PK, El-Sayed IV, El-Sayed M. 2007. Gold nanoparticles: interesting optical properties and recent applications in cancer diagnostics and therapy. *Nanomedicine*, 2(5): 681-693.
- Hulkoti NI, Taranath TC. 2014. Biosynthesis of nanoparticles using microbes—a review *Colloids Surf B: Biointerfaces*, 121: 474-483.
- Hussain I, Singh NB, Singh A, Singh H, Singh SC. 2016. Green synthesis of nanoparticles and its potential application. *Biotechnol Lett*, 38(4): 545-560.
- Husseiny MI, El-Aziz MA, Badr Y, Mahmoud MA. 2007. Biosynthesis of gold nanoparticles using *Pseudomonas aeruginosa*. *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc*, 67(3-4): 1003-1006.
- Husseiny SM, Salah TA, Anter HA. 2015. Biosynthesis of size controlled silver nanoparticles by *Fusarium oxysporum*, their antibacterial and antitumor activities. *Beni-suef Univ J Basic Appl Sci*, 4(3): 225-231.
- Hwang IS, Lee J, Hwang JH, Kim KJ, Lee DG. 2012. Silver nanoparticles induce apoptotic cell death in *Candida albicans* through the increase of hydroxyl radicals. *FEBS J*, 279(7): 1327-1333.
- Iravani S, Korbekandi H, Mirmohammadi SV, Zolfaghari B. 2014. Synthesis of silver nanoparticles: chemical, physical and biological methods. *Res Pharm Sci*, 9: 385-406.
- Iravani S. 2011. Green synthesis of metal nanoparticles using plants. *Green Chem*, 13: 2638-2650.
- Ismail AFM, Ahmed MM, Salem AAM. 2015. Biosynthesis of silver nanoparticles using mushroom extracts: induction of apoptosis in HepG2 and MCF-7 cells via caspases stimulation and regulation of BAX and Bcl-2 gene expressions. *J Pharm Biomed Sci*, 5(1): 1-9.
- Iv M, Telischak N, Feng D, Holdsworth SJ, Yeom KW, Daldrup-Link HE. 2015. Clinical applications of iron oxide nanoparticles for magnetic resonance imaging of brain tumors. *Nanomedicine (Lond)*, 10(6): 993-1018.
- Jacob JM, Sharma S, Balakrishnan RM. 2017. Exploring the fungal protein cadre in the biosynthesis of PbSe quantum dots. *J Hazard Mater*, 324: 54-61.
- Jagtap U, Bapat VA. 2013. Green synthesis of silver nanoparticles using *Artocarpus heterophyllus* Lam. seed extract and its antibacterial activity. *Ind Crop Prod*, 46: 132-137.
- Jamdagni P, Khatri P, Rana JS. 2018. Green synthesis of zinc oxide nanoparticles using flower extract of *Nyctanthes arbor-tristis* and their antifungal activity. *J King Saud Univ Sci*, 30(2): 168-175.
- Jeevanandam J, Chan YS, Danquah MK. 2016. Biosynthesis of metal and metal oxide nanoparticles. *Chem Bio Eng Rev*, 3(2): 55-67.
- Jena J, Pradhan N, Nayak RR, Dash BP, Sukla LB, Panda PK, Mishra BK. 2014. Microalga *Scenedesmus sp.*: a potential low-cost green machine for silver nanoparticle synthesis. *J Microbiol Biotechnol*, 24(4): 522-533.
- Jo JH, Singh P, Kim YJ, Wang C, Mathiyalagan R, Jin CG, Yang DC. 2016. *Pseudomonas deceptionensis* DC5-mediated synthesis of extracellular silver nanoparticles. *Artif Cells Nanomed Biotechnol*, 44(6): 1576-1581.
- Kalimuthu K, Babu RS, Venkataraman D, Bilal M, Gurunathan S. 2008. Biosynthesis of silver nanoparticles by *Bacillus licheniformis*. *Coll Surf B Biointerf*, 65: 150-153.
- Karnani RL, Chowdhary A. 2013. Biosynthesis of silver nanoparticle by eco-friendly method. *Ind J Nano Sci*, 1(2): 25-31.
- Kasemets K, Ivask A, Dubourguier HC, Kahru A. 2009. Toxicity of nanoparticles of ZnO, CuO and TiO₂ to yeast *Saccharomyces cerevisiae*. *Toxicol In Vitro*, 23(6): 1116-1122.
- Kathiresan K, Manivannan S, Nabeel MA, Dhivya B. 2009. Studies on silver nanoparticles synthesised by a marine fungus, *Penicillium fellutanum* isolated from coastal mangrove sediment. *Colloids Surf B Biointerfaces*, 71(1): 133-137.
- Kefeni KK, Msagati TAM, Mamba BB. 2017. Ferrite nanoparticles: Synthesis, characterisation and applications in electronic device. *Mat Sci Eng B-Solid*, 215: 37-55.
- Khan AU, Khan M, Malik N, Cho MH, Khan MM. 2019. Recent progress of algae and blue-green algae-assisted synthesis of gold nanoparticles for various applications. *Bioprocess Biosyst Eng*, 42: 1-15.
- Khan AU, Malik N, Khan M, Cho MH, Khan MM. 2018. Fungi-assisted silver nanoparticle synthesis and their applications. *Bioprocess Biosyst Eng*, 41(1): 1-20.
- Khan I, Saeed K, Khan I. 2019. Nanoparticles: properties, applications and toxicities. *Arab J Chem*, 12(7): 908-931.
- Khlebtsov N, Dykman L. 2011. Biodistribution and toxicity of engineered gold nanoparticles: a review of *in vitro* and *in vivo* studies. *Chem Soc Rev*, 40(3): 1647-1671.
- Khodashenas B, Ghorbani HR. 2014. Synthesis of copper nanoparticles: an overview of the various methods. *Kor J Chem Eng*, 31: 1105-1109.
- Kim JS, Kuk E, Yu KN, Kim JH, Park SJ, Lee HJ. 2007. Antimicrobial effects of silver nanoparticles. *Nanomed NBM*, 3(1): 95-101.
- Korbekandi H, Iravani S, Abbass A, Hashim E. 2015. Silver Nanoparticles, Nanotechnology and Nanomaterials. *The Delivery of Nanoparticles*. ISBN 978-953-51-0615-9.
- Kumar PV, Kala SMJ, Prakash K. 2019. Green synthesis derived Pt-nanoparticles using *Xanthium strumarium* leaf extract and their biological studies. *J Environ Chem Eng*, 7(3): 103146.
- Kumari S, Tyagi M, Jagadevan S. 2019. Mechanistic removal of environmental contaminants using biogenic nano-materials. *Int J Environ Sci Technol*, 16(5): 1-16.
- Kusumaningrum HP, Zainuri M, Marhaendrajaya I, Subagio A. 2018. Nanosilver microalgae biosynthesis: cell appearance based on SEM and EDX methods. *J Phy: Conference Series*, 1025: 012084.
- Lazar V. 2011. Quorum sensing in biofilms—how to destroy the bacterial citadels or their cohesion/power? *Anaerobe*, 17:

- 280-285.
- Lin W, Huang YW, Zhou XD, Mai Y. 2006. *In vitro* toxicity of silica nanoparticles in human lung cancer cells. *Toxicol Appl Pharmacol*, 217(3): 252-259.
- Lines MG. 2008. Nanomaterials for practical functional uses. *J Alloys Compounds*, 449(1-2): 242-245.
- Lv Q, Zhang B, Xing X, Zhao Y, Cai R, Wang W, Gu Q. 2018. Biosynthesis of copper nanoparticles using *Shewanella loihica* PV-4 with antibacterial activity: novel approach and mechanisms investigation *J Hazard Mater*, 347: 141-149.
- Ma H, Yin B, Wang S, Jiao Y, Pan W, Huang S, Chen S, Meng F. 2004. Synthesis of silver and gold nanoparticles by a novel electrochemical method. *Chem Phys Chem*.24(5):, 68-75.
- Mahmoudi M, Lynch I, Ejtehadi MR, Monopoli MP, Bombelli FB, Laurent S. 2011. Protein–Nanoparticle interactions: opportunities and challenges. *Chem Rev*, 111(9): 5610-5637.
- Malarkodi C, Rajeshkumar S, Paulkumar K, Vanaja M, Gnanajobitha G, Annadurai G. 2014. Biosynthesis and antimicrobial activity of semiconductor nanoparticles against oral pathogens. *Bioinorgan Chem Appl*, 2014: 10.
- Malik MA, Wani MY, Hashim MA. 2012. Microemulsion method: a novel route to synthesize organic and inorganic nanomaterials: 1st nano update *Arabian J Chem*, 5: 397-417.
- Manivasagan P, Venkatesan J, Sivakumar K, Kim SK. 2016. Actinobacteria mediated synthesis of nanoparticles and their biological properties: A review. *Crit Rev in Microbiol*, 42(2): 209–221.
- Martínez-Rodríguez RA, Vidal-Iglesias FJ, Solla Gullón J, Cabrera CR, Feliu JM. 2014. Synthesis of Pt nanoparticles in water-in-oil microemulsion: effect of HCl on their surface structure. *J Am Chem Soc*, 136(4): 1280-1283.
- Mehdi F, Kourosh R, Ahmad Z, Hosseini A, Fakhraddin N, Rasoul K. 2017. A novel green synthesis of zero valent iron nanoparticles (NZVI) using three plant extracts and their efficient application for removal of Cr(VI) from aqueous solutions. *Adv Powder Technol*, 28(1): 122-130.
- Menon S, Rajeshkumar A, Kumar V. 2017. A review on biogenic synthesis of gold nanoparticles, characterization, and its applications. *Resource-Efficient Technol*, 3(4): 516-527.
- Menon S, Shrudhi Devi KS, Santhiya R, Rajeshkumar S, Kumar V. 2018. Selenium nanoparticles: a potent chemotherapeutic agent and an elucidation of its mechanism. *Colloids Surf B Biointerfaces*, 170: 280-292.
- Mishra A, Tripathy SK, Wahab R, Jeong SH, Hwang I, Yang YB, Kim YS, Shin HS, Yun SI. 2011. Microbial synthesis of gold nanoparticles using the fungus *Penicillium brevicompactum* and their cytotoxic effects against mouse mayo blast cancer C₂C₁₂ cells. *Appl Microbial Biotechnol*, 92(3): 617-630.
- Mittal AK, Chisti Y, Banerjee UC. 2013. Synthesis of metallic nanoparticles using plant extracts. *Biotechnol Adv*, 31: 346-356.
- Moghaddam AB, Namvar F, Moniri M, Tahir PM, Azizi S, Mohamad R. 2015. Nanoparticles biosynthesized by fungi and yeast: a review of their preparation, properties, and medical applications. *Molecules*, 20(9): 16540-16565.
- Mohanpuria P, Rana N, Yadav S. 2008. Biosynthesis of nanoparticles: technological concepts and future applications. *J Nanopart Res*, 10(3): 507–517.
- Nagajothi PC, Pandurangan M, Kim DH, Sreekanth TVM, Shim J. 2017. Green synthesis of iron oxide nanoparticles and their catalytic and in vitro anticancer activities. *J Cluster Sci*, 28(1): 245-257.
- Nair B, Pradeep T. 2002. Coalescence of nanoclusters and formation of submicron crystallites assisted by *Lactobacillus* strains. *Cryst Growth Design*, 2(4): 293-298.
- Narayanan KB, Sakthivel N. 2010. Biological synthesis of metal nanoparticles by microbes. *Adv Coll Interf Sci*, 156(1-2): 1-13.
- Nath D, Banerjee P. 2013. Green nanotechnology – a new hope for medical biology. *Environ Toxicol Pharmacol*, 36(3): 997-1014.
- Nayak BK, Nanda A, Prabhakar V. 2018. Biogenic synthesis of silver nanoparticle from wasp nest soil fungus, *Penicillium italicum* and its analysis against multi drug resistance pathogens. *Biocatal Agric Biotechnol*, 16: 412-418.
- Nicolas J, Mura S, Brambilla D, Mackiewicz N, Couvreur P. 2013. Design, functionalization strategies and biomedical applications of targeted biodegradable/biocompatible polymer-based nanocarriers for drug delivery. *Chem Soc Rev*, 42 (3): 1147-1235.
- Nikalje AP. 2015. Nanotechnology and its applications in medicine. *Med Chem*, 5(2): 81-89.
- Noruzi M, Zare D, Khoshnevisan K, Davoodi D. 2011. Rapid green synthesis of gold nanoparticles using *Rosa hybrida* petal extract at room temperature. *Spectrochim Acta Part A*, 79(5): 1461-1465.
- Oza G, Pandey S, Mewada A, Kalita G, Sharon M. 2012. Facile biosynthesis of gold nanoparticles exploiting optimum pH and temperature of fresh water algae *Chlorella pyrenoidosa*. *Adv Appl Sci Res*, 3(3): 1405.
- Pal S, Tak YK, Song JM. 2007. Does the antibacterial activity of silver nanoparticles depend on the shape of the nanoparticle? A study of the gram-negative bacterium *Escherichia coli*. *Appl Environ Microbiol*, 73(6): 1712-1720.
- Pan Y, Leifert A, Ruau D, Neuss S, Bornemann J, Schmid G, Brandau W, Simon U, Jahnen-Dechent W. 2009. Gold nanoparticles of diameter 1.4 nm trigger necrosis by oxidative stress and mitochondrial damage. *Small*, 5(18): 2067-2076.
- Parveen K, Banse V, Ledwani L. 2016. Green synthesis of nanoparticles: Their Advantages and Disadvantages. 2nd International Conference on Emerging Technologies: Micro to Nano, India.
- Pasquet J, Chevalier Y, Pelletier J, Couval E, Bouvier D, Bolzinger MA. 2014. The contribution of zinc ions to the antimicrobial activity of zinc oxide. *Colloids Surf A Physicochem Eng Asp*, 457: 263-274.
- Paulkumar K, Gnanajobitha G, Vanaja M, Rajeshkumar S, Malarkodi C, Pandian K, Annadurai G. 2014. Piper nigrum leaf and stem assisted green synthesis of silver nanoparticles and evaluation of its antibacterial activity against agricultural plant pathogens. *Sci World J*, 2014(7): 1-9.
- Pereira L, Mehboob F, Stams AJ, Mota MM, Rijnaarts HH, Alves MM. 2015. Metallic nanoparticles: microbial synthesis and unique properties for biotechnological applications, bioavailability and biotransformation. *Crit Rev Biotechnol*, 35(1): 114-128.
- Pimprikar PS, Joshi SS, Kumar AR, Zinjarde SS, Kulkarni SK. 2009. Influence of biomass and gold salt concentration on nanoparticles synthesis by the tropical marine yeast *Yarrowia lipolytica* NCIM 3589. *Colloids Surf B*, 74(1): 309-316.
- Prasad R, Pandey R, Barman I. 2016. Engineering tailored nanoparticles with microbes: quo vadis? *Wiley Interdiscip Rev Nanomed Nanobiotechnol*, 8(2): 316-330.
- Prema P, Iniya P, Immanuel G. 2016. Microbial mediated synthesis, characterization, antibacterial and synergistic effect of gold nanoparticles using *Klebsiella pneumoniae* (MTCC-4030). *RSC Adv*, 6(6): 4601-4607.
- Premkumar J, Sudhakar T, Dhakal A, Shrestha JB, Krishnakumar S, Balashanmugam P. 2018. Synthesis of silver nanoparticles (AgNPs) from cinnamon against bacterial pathogens. *Biocatal*

- Agric Biotechnol, 15: 311-316.
- Quester K, Avalos-Borja M, Castro-Longoria E. 2013. Biosynthesis and microscopic study of metallic nanoparticles. *Micron*, 54: 1-27.
- Raffi M, Hussain F, Bhatti TM, Akhter JI, Hameed A, Hasan MM. 2008. Antibacterial characterization of silver nanoparticles against *E. coli* ATCC-15224. *J Mater Sci Technol*, 24: 192-196.
- Rai M, Ingle AP, Birla S, Yadav A, Santos CA. 2015. Strategic role of selected noble metal nanoparticles in medicine. *Crit Rev Microbiol*, 42(5): 696-719.
- Rai M, Yadav A, Gade A. 2009. Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials. *Biotechnol Adv*, 27(1): 76-83.
- Rajendran K, Sen S. 2016. Optimization of process parameters for the rapid biosynthesis of hematite nanoparticles. *J Photochem Photobiol B Biol*, 159: 82-87.
- Rajeshkumar S, Malarkodi C, Paulkumar K, Vanaja M, Gnanajobitha G, Annadurai G. 2013. Intracellular and extracellular biosynthesis of silver nanoparticles by using marine bacteria *Vibrio alginolyticus*. *Nanosci Nanotechnol Int J*, 3: 21-25.
- Ramimoghadam D, Bagheri S, Hamid SBA. 2014. Progress in electrochemical synthesis of magnetic iron oxide nanoparticles. *J Magn Magn Mater*, 368: 207-229.
- Ramkumar VS, Pugazhendhi A, Prakash S, Ahila NK, Vinoj G, Selvam S, Kumar G, Kannapiran E, Rajendran RB. 2017. Synthesis of platinum nanoparticles using seaweed *Padina gymnospora* and their catalytic activity as PVP/PtNPs nanocomposite towards biological applications. *Biomed Pharmacother*, 92: 479-490.
- Rana A, Yadav K, Jagadevan S. 2020. A comprehensive review on green synthesis of nature-inspired metal nanoparticles: Mechanism, application and toxicity. *J of Cleaner Prod*, 272: 122880.
- Reddy KM, Feris K, Bell J, Wingett DG, Hanley C, Punnoose A. 2007. Selective toxicity of zinc oxide nanoparticles to prokaryotic and eukaryotic systems. *Appl Phys Lett*, 90: 2139021-2139023.
- Rivas L, Sanchez-Cortes S, Garcia-Ramos JV, Morcillo G. 2001. Growth of silver colloidal particles obtained by citrate reduction to increase the raman enhancement factor. *Langmuir*, 17(3): 574-577.
- Rodriguez-Sanchez L, Blanco MC, Lopez-Quintela MA. 2000. Electrochemical synthesis of silver nanoparticles. *J Phys Chem B*, 104: 9683-9688.
- Roy A, Bulut O, Some S, Mandal AK, Yilmaz MD. 2019. Green synthesis of silver nanoparticles: biomolecule-nanoparticle organizations targeting antimicrobial activity. *RSC Adv*, 9: 2673-2702.
- Roy S, Das TK. 2016. Effect of biosynthesised silver nanoparticles on the growth and some biochemical parameters of *Aspergillus foetidus*. *J Env Chem Eng*, 4(2): 1574-1583.
- Şahin B, Aygün A, Gündüz H, Şahin K, Demir E, Akocak S, Şen F. 2018. Cytotoxic effects of platinum nanoparticles obtained from pomegranate extract by the green synthesis method on the MCF-7 cell line. *Colloid Surf B*, 163: 119-124.
- Saif S, Tahir A, Chen Y. 2016. Green synthesis of iron nanoparticles and their environmental applications and implications. *Nanomaterials*, 6 (11): 209.
- Santhoshkumar J, Kumar SV, Rajeshkumar S. 2017. Synthesis of zinc oxide nanoparticles using plant leaf extract against urinary tract infection pathogen. *Res Efficient Technol*, 3(4): 459-465.
- Sathishkumar G, Logeshwaran V, Sarathbabu S, Jha PK, Jeyaraj M, Rajkuberan C, Senthilkumar N, Sivaramakrishnan S. 2018. Green synthesis of magnetic Fe₃O₄ nanoparticles using *Couroupita guianensis* Aubl. fruit extract for their antibacterial and cytotoxicity activities. *Artif Cell Nanomed. Biotechnol*, 46(3): 589-598.
- Savi GD, Bortoluzzi AJ, Scussel VM. 2013. Antifungal properties of zinc-compounds against toxigenic fungi and mycotoxin. *Int J Food Sci Technol*, 48(9): 1834-1840.
- Schrofel A, Kratosova G, Krautova M, Dobrocka E, Vavra I. 2011. Biosynthesis of gold nanoparticles using diatoms-silica-gold and EPS-gold bionanocomposite formation. *J Nanoparticle Res*, 13:3207-3216.
- SchwartzAlbiez R, Monteiro RC, Rodriguez M, Binder CJ, Shoenfeld Y. 2009. Natural antibodies, intravenous immunoglobulin and their role in autoimmunity, cancer and inflammation. *Clin Exp Immunol*, 158(1): 43-50.
- Shah M, Fawcett D, Sharma S, Tripathy SK, Poinern GEJ. 2015. Green synthesis of metallic nanoparticles via biological entities. *Materials (Basel)*, 8(11): 7278-7308.
- Shankar SS, Rai A, Ahmad A, Sastry M. 2004. Rapid synthesis of Au Ag, and bimetallic Au core-Ag shell nanoparticles using Neem (*Azadirachta indica*) leaf broth. *J Coll Interf Sci*, 275(2): 496-502.
- Sharma A, Goyal AK, Rath G. 2018. Recent advances in metal nanoparticles in cancer therapy. *J Drug Target*, 26(8): 617-32.
- Sharma A, Sharma S, Sharma K, Siva PK, Vashishtha A, Singh P, Kumar R, Rathi B, Agrawal V. 2016. Algae as crucial organisms in advancing nanotechnology: a systematic review. *J Appl Phycol*, 28: 1759-1774.
- Sharma VK, Yngard RA, Lin Y. 2009. Silver nanoparticles: green synthesis and their antimicrobial activities. *Adv Coll Interface Sci*, 145(1-2): 83-96.
- Shin SW, Song IH, Um SH. 2015. Role of physicochemical properties in nanoparticle toxicity. *Nanomaterials*, 5(3): 1351-1365.
- Shukla AK, Iravani S. 2017. Metallic nanoparticles: green synthesis and spectroscopic characterization. *Environ Chem Lett*, 15(2): 223-231.
- Singh P, Ahn S, Kang JP, Veronika S, Huo Y, Singh H, Chokkaligam M, El-Agamy Farh M, Aceituno VC, Kim YJ, Yang DC. 2018. In vitro anti-inflammatory activity of spherical silver nanoparticles and monodisperse hexagonal gold nanoparticles by fruit extract of *Prunus serrulata*: a green synthetic approach. *Artif. Cells, Nanomed Biotechnol*, 46(8): 2022-2032.
- Singh P, Kim YJ, Zhang D, Yang DC. 2016. Biological synthesis of nanoparticles from plants and microorganisms. *Trends in Biotechnol*, 34(7): 588- 599. Singh P, Kim YJ, Zhang DB, Yang DC. 2016. Biological Synthesis of Nanoparticles from Plants and Microorganisms. *Trends Biotechnol*, 34(7): 588-599.
- Sneed BT, Young AP, Tsung CK. 2015. Building up strain in colloidal metal nanoparticle catalysts. *Nanoscale*, 7: 12248-12265.
- Sneha K, Sathishkumar M, Kim S, Yun YS. 2010. Counter ions and temperature incorporated tailoring of biogenic gold nanoparticles. *Proc Biochem*, 45(9): 1450-1458.
- Starowicz M, Starowicz P, Zukrowski J, Przewoźnik J, Lemański A, Kapusta C, Banaś J. 2011. Electrochemical synthesis of magnetic iron oxide nanoparticles with controlled size. *J Nanopart Res*, 13(12): 7167-7176.
- Sukanya MK, Saju KA, Praseetha PK, Sakthivel G. 2013. Therapeutic potential of biologically reduced silver nanoparticles from Actinomycete cultures. *J Nanosci*, 2013: 1-8.
- Sulaiman GM, Tawfeeq AT, Naji AS. Biosynthesis, characterization of magnetic iron oxide nanoparticles and evaluations of the cytotoxicity and DNA damage of human

- breast carcinoma cell lines. *Artif Cells Nanomed Biotechnol.* 2018;46(6):1215-1229.
- Sumera A, Muhammad BT, Tahir I, Arslan L, Muhammad A. 2018. Green synthesis and characterization of novel iron particles by using different extracts. *J Alloy Compd.* 732: 935-944.
- Surya C, John NAA, Pandiyan V, Ravikumar S, Amutha P, Sobral AJ, Krishnakumar B. 2019. *Costus speciosus* leaf extract assisted CS-Pt-TiO₂ composites: synthesis, characterization and their bio and photocatalytic applications. *J Mol Struct.* 1195(5): 787-795.
- Tan Y, Dai Y, Li Y, Zhua D. 2003. Preparation of gold platinum, palladium and silver nanoparticles by the reduction of their salts with a weak reductant-potassium bitartrate. *J Mater Chem.* 13: 1069-1075.
- Terra ALM, Kosinski RDC, Moreira JB, Costa JAV, Morais MGD. 2019. Microalgae biosynthesis of silver nanoparticles for application in the control of agricultural pathogens. *J Environ Sci Health, Part B.* 54(8): 709-716.
- Thakkar KN, Mhatre SS, Parikh, RY. 2010. Biological synthesis of metallic nanoparticles. *Nanomedicine: NBM.* 6: 257-262.
- Toledo LdASd, Rosseto HC, Bruschi ML. 2018. Iron oxide magnetic nanoparticles as antimicrobials for therapeutics. *Pharmaceut Dev Technol.* 23(4): 316-323.
- Umadevi M, Bindhu MR, Sathe VA. 2013. Novel synthesis of malic acid capped silver nanoparticles using *Solanum lycopersicum* fruit extract. *J Mater Sci Technol.* 29(4): 317-322.
- Vennila K, Chitra L, Balagurunathan R, Palvannan T. 2018. Comparison of biological activities of selenium and silver nanoparticles attached with bioactive phytoconstituents: green synthesized using *Spermacoce hispida* extract. *Adv Nat Sci Nanosci Nanotechnol.* 9(1): 015005.
- Wahab R, Dwivedi S, Khan F, Mishra YK, Hwang IH, Shin HS, Musarrat J, Al-Khedhairy AA. 2014. Statistical analysis of gold nanoparticle-induced oxidative stress and apoptosis in myoblast (C2C12) cells. *Colloids Surf B: Biointerfaces.* 123: 664-672.
- Walkey CD, Chan WCW. 2012. Understanding and controlling the interaction of nanomaterials with proteins in a physiological environment. *Chem Soc Rev.* 41(7): 2780-2799.
- Wang Z, Colombi Ciacchi L, Wei G. 2017. Recent advances in the synthesis of graphene-based nanomaterials for controlled drug delivery. *Appl Sci.* 7(11): 1175.
- Wynn TA, Vannella KM. 2016. Macrophages in Tissue Repair, Regeneration, and Fibrosis. *Immunity.* 44(3): 450-462.
- Xia T, Kovochich M, Brant J, Hotze M, Sempf J, Oberley T, Sioutas C, Yeh JI, Wiesner MR, Nel AE. 2006. Comparison of the abilities of ambient and manufactured nanoparticles to induce cellular toxicity according to an oxidative stress paradigm. *Nano. Lett.* 6: 1794-1807.
- Yadav A, Kon K, Kratosova G, Duran N, Ingle AP, Rai M. 2015. Fungi as an efficient mycosystem for the synthesis of metal nanoparticles: progress and key aspects of research. *Biotechnol Lett.* 37(11): 2099-2120.
- Zahir AA, Chauhan IS, Bagavan A, Kamaraj C, Elango G, Shankar J, Arjaria N, Roopan SM, Rahuman AA, Singh N. 2015. Green synthesis of silver and titanium dioxide nanoparticles using *Euphorbia prostrata* extract shows shift from apoptosis to G0/G1 arrest followed by necrotic cell death in *Leishmania donovani*. *Antimicrob Agents Chemother.* 59(8): 4782-4799.
- Zhang X, Qu Y, Shen W, Wang J, Li H, Zhang Z, Li S, Zhou J. 2016. Biogenic synthesis of gold nanoparticles by yeast *Magnusiomyces ingens* LH-F1 for catalytic reduction of nitrophenols. *Colloids Surf A.* 497: 280-285.
- Zheng J. 2015. Serum protein adsorption and excretion pathways of metal nanoparticles. *Nanomedicine.* 10(17): 2781-2794.