



DÜFED

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

Dicle University Journal of Institute of Natural and Applied Science

ISSN: 2146 - 4693
e-ISSN: 2458 - 9330

Cilt/Volume 9

Sayı/Number 2

Aralık/December 2020

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/dufed>



DÜFED

**DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ**

Dicle University Journal of Institute of Natural and Applied Science

Cilt/Volume 9 Sayı/Number 2 Aralık/December 2020

ISSN: 2146 - 4693

e-ISSN: 2458 – 9330

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/dufed>

Yazışma Adresi

**Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ceylan Enstitüler Binası
21280 - DİYARBAKIR**

Tel: +90 412 241 10 00 Dahili: 8450

e-posta: fbdergi@dicle.edu.tr / dufed@dicle.edu.tr

DİCLE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

DICLE UNIVERSITY JOURNAL OF INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE

Cilt / Volume 9

Sayı / Number 2

Aralık / December 2020

ISSN: 2146 - 4693
e-ISSN: 2458 - 9330

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/dufed>

Sahibi / Owner

Prof. Dr. Neslihan DALKILIÇ
(Dicle Üniversitesi)

Baş Editör / Editor in Chief

Prof. Dr. Ayhan BEKLEYEN
(Dicle Üniversitesi)

Baş Editör Yardımcıları / Associate Editors

Dr. Öğr. Üyesi Mesut HÜSEYİNOĞLU
(Dicle Üniversitesi)

Yayın Kurulu / Editorial Board

Prof. Dr. Şengül ÖYMEN GÜR (Beykent Üniversitesi)
Prof. Dr. Aysu AKALIN (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Akın BAYSAL (Dicle Üniversitesi)
Prof. Dr. Yeliz PEKBEY (Ege Üniversitesi)
Doç. Dr. Özlem TONÇER (Dicle Üniversitesi)
Prof. Dr. Muzaffer DENLİ (Dicle Üniversitesi)
Prof. Dr. İsmail Naci CANGÜL (Uludağ Üniversitesi)
Prof. Dr. Zekai ŞEN (İstanbul Medipol Üniversitesi)
Dr. Mohd Sayuti BIN AB KARIM (University of Malaya)
Prof. Dr. Leyla Sezen TANSI (Çukurova Üniversitesi)
Prof. Dr. Z. Fuat TOPRAK (Dicle Üniversitesi)
Doç. Dr. D. Türkan KEJANLI (Dicle Üniversitesi)
Doç. Dr. Kadir TURAN (Dicle Üniversitesi)

Danışma Kurulu / Advisory Board

- Prof. Dr. Şengül ÖYMEN GÜR (Beykent Üniversitesi)
Prof. Dr. İsmail Naci CANGÜL (Uludağ Üniversitesi)
Prof. Dr. Zekai ŞEN (İstanbul Medipol Üniversitesi)
Prof. Dr. Aysu AKALIN (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Abbas GÜNGÖRDÜ (İnönü Üniversitesi)
Prof. Dr. Yeliz PEKBAY (Ege Üniversitesi)
Prof. Dr. Naki ÇOLAK (Hitit Üniversitesi)
Prof. Dr. Hikmet GEÇKİL (İnönü Üniversitesi)
Prof. Dr. Ali SABIR (Selçuk Üniversitesi)
Prof. Dr. Leyla Sezen TANSI (Çukurova Üniversitesi)
Prof. Dr. Kamil KARUT (Çukurova Üniversitesi)
Prof. Dr. Serdar SATAR (Çukurova Üniversitesi)
Prof. Dr. Şengül KARAMAN (Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi)

Alan Editörleri / Field Editors

- Prof. Dr. Ahmet ONAY (Dicle Üniversitesi, Biyoloji Bölümü)
Dr. Özlem DEMİRCİ TURGUNBAYER (Dicle Üniversitesi, Biyoloji Bölümü)
Doç. Dr. Nurettin PİRİNÇÇİOĞLU (Dicle Üniversitesi, Fizik Bölümü)
Prof. Dr. Akın BAYSAL (Dicle Üniversitesi, Kimya Bölümü)
Doç. Dr. Ersin KILINÇ (Dicle Üniversitesi, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri)
Doç. Dr. Bilal ŞEKER (Dicle Üniversitesi, Matematik Bölümü)
Dr. Öğr. Üyesi Öykü YURTTAŞ (Dicle Üniversitesi, Matematik Bölümü)
Prof. Dr. Veysel TOLAN (Dicle Üniversitesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü)
Prof. Dr. İbrahim KAYA (Dicle Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü)
Doç. Dr. Bilal GÜMÜŞ (Dicle Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü)
Prof. Dr. Z. Fuat TOPRAK (Dicle Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü)
Doç. Dr. Fevzi ÖNEN (Dicle Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü)
Prof. Dr. Mustafa AYHAN (Dicle Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü)
Prof. Dr. Özgür AKKOYUN (Dicle Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü)
Doç. Dr. Kadir TURAN (Dicle Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü)
Doç. Dr. Atilla Gencer DEVECİOĞLU (Dicle Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü)
Dr. Mohd Sayuti BIN AB KARIM (University of Malaya, Department of Mechanical Engineering)
Prof. Dr. D. Türkan KEJANLI (Dicle Üniversitesi, Mimarlık Bölümü)
Doç. Dr. Can Tuncay AKIN (Dicle Üniversitesi, Mimarlık Bölümü)
Prof. Dr. Gültekin ÖZDEMİR (Dicle Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Bölümü)
Prof. Dr. Selime ÖLMEZ BAYHAN (Dicle Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü)
Prof. Dr. Behiye Tuba BİÇER (Dicle Üniversitesi, Tarla Bitkileri Bölümü)
Doç. Dr. Özlem TONÇER (Dicle Üniversitesi, Tarla Bitkileri Bölümü)
Prof. Dr. Abdullah SESSİZ (Dicle Üniversitesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Müh. Bölümü)
Doç. Dr. Konuralp ELİÇİN (Dicle Üniversitesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Müh. Bölümü)
Prof. Dr. Muzaffer DENLİ (Dicle Üniversitesi, Zootekni Bölümü)
Doç. Dr. Nihat TEKEL (Dicle Üniversitesi, Zootekni Bölümü)

Yayın Sekreterliği / Secretary

Arş. Gör. Latife ÖLKER

Basım Yeri / Printing

Dicle Üniversitesi Basımevi, Diyarbakır

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

İnşaat Mühendisliği / Civil Engineering

Strength Development of Heat Cured and Ambient Cured Sodium Hydroxide Activated Fly Ash Based Geopolymer (Research Article)

Sodyum Hidroksit ile Aktifleştirilmiş Uçucu Kül Bazlı Geopolimerlerin Isıl Kür ve Ortam Küründe Dayanım Gelişimi (Araştırma Makalesi)

Cengiz Duran ATIŞ, Omeed Adwal Ali ALİ, Uğur DURAK, Serhan İLKENTAPAR, Okan KARAHAN.....

79

Ziraat Mühendisliği / Agricultural Engineering

Farklı Silajlık Mısır Çeşitlerinin Bilecik Ekolojik Koşullarında Tarımsal Özelliklerinin Belirlenmesi (Araştırma Makalesi)

Determination of Agricultural Traits of Different Silage Corn Varieties in Bilecik Ecological Conditions (Research Article)

Abdualmuttalip MEŞE, Erdem GÜLÜMSER.....

89

Makine Mühendisliği / Mechanical Engineering

Investigation of the Usability of Essential Oils as Fuel in Diesel Engines (Research Article)

Uçucu Yağların Dizel Motorlarda Yakıt Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması (Araştırma Makalesi)

Erdal ÇILGIN.....

99

Mimarlık / Architecture

Research on Awareness and Needs of Architecture Students About Energy Efficient Buildings (Research Article)

Mimarlık Öğrencilerinin Enerji Verimli Binalar Hakkında Farkındalık ve İhtiyaçları Üzerine Bir Araştırma (Araştırma Makalesi)

Yusuf YILDIZ, Semiha KARTAL, Türkân GÖKSAL ÖZBALTA.....

115

Biyoloji / Biology

Aroclor 1254'e Maruz Kalan Elastinin Yapısında Meydana Gelen Değişikliklerin İncelenmesi (Özgün Araştırma)

Investigation of Changes in the Structure of Elastin Exposed to Aroclor 1254 (Research Article)

Özlem DEMİRCİ, Pelin UĞURLU, Nurcan DOĞAN BİNGÖLBALİ, Ömer ACER, Ersin KILINÇ.....

137

Ziraat Mühendisliği / Agricultural Engineering

Kaba Yem Üretimi ve İhtiyacı Yönünden Kahramanmaraş İlinin Genel Durumu (Derleme Makalesi)

General Situation of Kahramanmaraş Province in terms of Roughage Production and Need (Review Article)

Ömer Süha USLU, Mustafa KIZILŞİMŞEK, Furkan BALCI.....

147



Araştırma Makalesi / Research Article

Strength Development of Heat Cured and Ambient Cured Sodium Hydroxide Activated Fly Ash Based Geopolymer

Sodyum Hidroksit ile Aktifleştirilmiş Uçucu Kül Bazlı Geopolimerlerin Isıl Kür ve Ortam Küründe Dayanım Gelişimi

Cengiz Duran ATİŞ¹  Omeed Adwal Ali ALİ²  Uğur DURAK^{1,*} 
Serhan İLKENTAPAR¹  and Okan KARAHAN^{1,3} 

¹Erciyes University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, 38039, Kayseri, Turkey

²Erciyes University, Institute of Natural and Applied Sciences, 38039, Kayseri, Turkey

³Kayseri University, Faculty of Engineering, Architecture and Design, 38280, Kayseri, Turkey

ARTICLE INFO

Article History

Received 18 August 2020

Revised 12 November 2020

Accepted 23 November 2020

Available Online 21 December 2020

Keywords

Geopolymer, Fly ash, Heat curing, Compressive strength.

MAKALE BİLGİSİ

Makale Tarihi

Alınış 18 Ağustos 2020

Revize 12 Kasım 2020

Kabul 23 Kasım 2020

Online Yayınlama 31 Aralık 2020

Anahtar Kelimeler

Geopolimer, Uçucu kül, Isıl kür, Basınç dayanımı.

ABSTRACT

Compressive strength development of class F fly ash geopolymer activated by sodium hydroxide was compared between initial heat curing at 75°C for 24 hours and the ambient medium. Class F geopolymeric mortar was produced with standard Rilem sand, sodium hydroxide, and water. Mortar mixtures ratios were 3, 1, and 0.288 for sand, fly ash, and water, respectively. Some samples were cured in laboratory conditions; some samples were heat cured for 24 hours at 75°C. Ambient curing medium result with non-measurable low compressive strength up to 7 days, however significant strength development observed in longer curing time up to six months. Heat curing developed higher strength at all times than ambient curing did. It was concluded that heat cured geopolymer samples could be utilized in construction materials, while utilization of non-heat cured samples was not practical due to its longer curing duration needs.

ÖZ

Sodyum hidroksit ile aktifleştirilmiş F sınıfı uçucu kül geopolimerinin basınç dayanımı gelişimi, 75°C'de 24 saatlik ilk ısıl kürleme ile laboratuvar ortamı arasında karşılaştırılmıştır. F sınıfı geopolimerik harç, standart Rilem kumu, sodyum hidroksit ve su kullanılarak üretilmiştir. Harç karışım oranları kum, uçucu kül ve su için sırasıyla 3, 1 ve 0.288 olarak kullanılmıştır. Üretilen numunelerin laboratuvar ortamında ve 75°C'de 24 saat ısıda ayrı ayrı bekletilerek kür edilmiştir. Ortam şartlarında bekletilen numunelerde 7 güne kadar ölçülemeyen düşük basınç dayanımları elde edilmiştir. Ancak altı aya kadar daha uzun kürleme süresinde önemli bir dayanım gelişimi gözlenmiştir. Isı ortamında kürlenmiş numuneler her zaman ortam kürüne göre daha yüksek dayanım sonuçları vermiştir. Isı ile kürlenmiş geopolimer numunelerin inşaat malzemelerinde kullanılabileceği, ısı ile kürlenmemiş numunelerin kullanımının ise daha uzun kürlenme süresi ihtiyaçları nedeniyle pratik olmadığı sonucuna varılmıştır.

*Sorumlu yazar

E-posta Adresleri: cdatis@erciyes.edu.tr (Cengiz Duran ATİŞ), omeedaga@gmail.com (Omeed Adwal Ali ALİ),
ugurdurak@erciyes.edu.tr (Uğur DURAK), serhan@erciyes.edu.tr (Serhan İLKENTAPAR),
okarahan@erciyes.edu.tr (Okan KARAHAN)

1. INTRODUCTION

Geopolymers were presented as an alternative to the utilization of Portland cement (OPC) in the concrete industry; mainly, geopolymers produced with fly ash got the high potential to be an alternative to the application of Ordinary Portland Cement (OPC) [1].

Studies were carried out to investigate the properties of alkali-activated fly ash or fly ash-based geopolymers; the number of studies is increasing and going on an accelerated manner.

Geopolymerization is a chemical process similar to polymeric reaction; as a result of chemical reaction, it forms alumina and siliceous chain with strong binding properties. Geopolymeric reaction takes place between amorphous silica and alumina in an alkali activator medium with a high pH value. This reaction is generally called alkali activation, which converts the amorphous glass content of geopolymeric source materials into the solid matter with strong binding properties [2,5].

Studies have shown that role of molarity of alkali activator materials in the process of geopolymeric reaction is significant. Alkali medium with high pH value, primarily, dissolves the amorphous glassy contents of geopolymeric source materials (i.e., fly ash, silica fume, metakaolin etc.), at the end of a chemical reaction; geopolymer chains made of sodium, alumina, and silica are formed [6,10]. In brief, amorphous glassy contents of geopolymeric source materials are dissolved in the presence of high pH value provided by strong alkali activators (i.e. NaOH, KOH). Later on, geopolymeric reaction forms a solid matter made of sodium-alumina-silicate with strong binding property [6].

As it is stated before, geopolymerization is a chemical reaction and process; it takes place in time. Apart from this, it is known that geopolymeric reaction of fly ash-based geopolymer mixtures at ambient temperature is quite slow. For these reasons, the temperature of curing medium as well as curing durations are prominent and dominant parameters that influence the reaction kinetics of geopolymerization [1, 4, 6, 9, 11, 16]. In addition, amount of alkali or molarity of alkali medium is another specific crucial parameter for geopolymerization process since geopolymeric reaction takes place in the presence of strong alkali activating solution [10, 17, 19].

Researchers, working on alkali-activated geopolymeric binder using fly ash as geopolymeric source material, obtained and reported compressive strength of geopolymer mortar and geopolymer concrete in the range of 10 MPa and 120 MPa values depending on fly ash used, amount of alkali activator, activator type, heat curing temperature and duration [8, 10, 18, 20, 25].

Although it is reported that geopolymeric reaction of class F fly ash-based geopolymer is very slow at ambient laboratory condition, there are no studies how curing duration influence the strength development of fly ash-based and NaOH activated geopolymer mixture cured at laboratory condition. This work focuses on long-term compressive and flexural strength development of fly ash-based alkali-activated geopolymer mortar cured at ambient laboratory conditions and temperatures. To achieve this target, fly ash based alkali-activated fresh geopolymer mixtures were prepared and cured in laboratory conditions until six months of curing duration.

For the aim of comparison of the influence of heat curing and ambient temperature curing at the laboratory, some mortar mixtures were initially heat cured for 24 hours at 75°C, some of the mortar mixtures were cured at laboratory without initial heat curing. After 24 hours of initial heat curing, geopolymer mortar samples were stored in laboratory conditions and further cured until six months duration. At the end of the selected curing duration, compressive and flexural strength of samples were measured and evaluated. Unit weight and workability of mixtures were also measured.

2. MATERIAL AND METHOD

In obtaining geopolymeric binder, class F fly ash was used. Fly ash was taken from Sugoza thermal power plant in Yumurtalık county of Adana city in southern Turkey. Chemical oxide compositions of fly ash were presented in Table 1.

Fly ash used has complied with the European Norm standard of [26] and American standard of ASTM C 618 [27]. It is classified as class F fly ash according to ASTM C618 standard due to its total amount of $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ oxide value, which is higher than 70% and the amount of CaO which is less than 10% (low lime). The specific gravity of fly ash used was 2.39, and the amount of remaining on 45-micron sieve was 12%.

Sodium hydroxide is used as an activator; it was a technical grade chemical and its purity more than 97%. The amount of activator was selected as 10% of the mass of fly ash in the mixture. For the preparation of mortar mixture, standard Rilem sand was employed. The number of materials needed for standard mortar mixture to obtain three 40x40x160 mm³ sized prismatic samples were given in Table 2.

Table 1. Chemical compositions for fly ash

Oxide	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	SO ₃	Na ₂ O
(%)	61.81	19.54	7.01	1.77	0.31	2.43

Table 2. Mixture compositions (g)

Sand	Fly ash	NaOH	Water
1350	450	78	150

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

3.1 Unit weight and workability of geopolymer mortars

Fresh alkali-activated geopolymer mortar was measured as 200 mm from mini flow test for mortar. There was no workability problem during the compaction of fresh mortar. Hardened mortar unit weight was found to be about 2.2-2.4 g/cm³.

3.2 Compressive strength of geopolymer mortars

Compressive strength measurement results according to TS EN 1015-11 [28] obtained from alkali-activated class F fly ash-based geopolymer mortar were presented in Table 3. Initial heat cured samples showed satisfactory compressive strength development beginning from 24 hours till six months. Initial heat curing for 24 hours at 75°C developed 32.4 MPa compressive strengths at the first day. However, samples continued to development of strength for further curing duration until six months at laboratory conditions. For further six months curing after 24 hours of first heat curing at 75°C, geopolymer mortar samples developed an average 45.5 MPa compressive strength value.

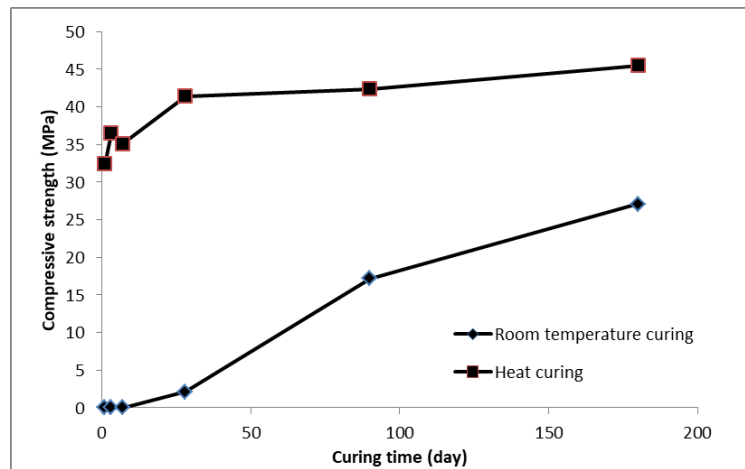
It is observed that geopolymer mortar samples cured at ambient temperature could not develop proper compressive strength till the 7th day; however, it developed 2.1 MPa compressive strength at 28 days curing duration.

In long term curing duration (90-day and 180-day) at ambient condition, geopolymer mortar samples developed 17.2 MPa and 27.1 MPa compressive strength for 90-day and 180-day, respectively (see Table 3 and Figure 1).

A comparison between initial heat cured samples and without heat cured samples were made. The comparison showed that at the end of three months, curing duration, samples cured at ambient conditions developed 40% of compressive strength of heat-cured mortar samples. In addition, at the end of six months' curing duration, samples cured at ambient conditions developed 60% of the compressive strength of heat-cured mortar samples. Geopolymer samples cured at ambient conditions could not develop compressive strength in a short-term curing duration of up to 7 days; however, it developed entirely satisfactory compressive strength in longer-term curing duration.

Table 3. Compressive strength development of mortar (MPa)

Curing time interval (day)	Room temperature curing	Heat curing (75°C)
1	0	32.4
3	0	36.5
7	0	35.1
28	2.1	41.4
90	17.2	42.4
180	27.1	45.5

**Figure 1.** Compressive strength vs curing time

In very long term curing duration (1 year or more), geopolymer mortar samples cured at ambient conditions could develop equivalent compressive strength to heat-cured samples. Based on compressive strength development, it can be concluded that heat-cured class F fly ash-based geopolymer mortar with its adequate compressive strength can be employed in construction and building areas as environmentally friendly material. However, utilizing a non-heat cured Class F fly ash-based geopolymer in that area is not practical due to slow compressive strength development.

3.3 Flexural strength of geopolymer mortars

Flexural strengths of alkali-activated class F fly ash-based geopolymer mortar according to TS EN 1015-11 [28] were given in Table 4. Flexural strength of 24 hours initially, heat cured samples was 9.2 MPa. Flexural strength of samples was increased by an increase of further curing time up to six months. However, flexural strength development was found to fluctuate in time, attributed to experimental variations.

For further six months curing after 24 hours of initial heat curing at 75°C, geopolymer mortar samples developed an average 13.3 MPa flexural strength value. Moreover, geopolymer mortar samples cured at ambient temperature could not develop proper flexural strength till the 7th day; however, it developed 2.7 MPa flexural strength at 28 days curing duration.

In long term curing duration (90-day and 180-day) at ambient condition, geopolymer mortar samples developed 8.9 MPa and 10.2 MPa flexural strength for 90-day and 180-day, respectively (see Table 4 and Figure 2).

Table 4. Flexural strength development of mortar (MPa)

Curing time interval (day)	Room temperature curing	Heat curing (75°C)
1	0	9.2
3	0	12.6
7	0	9.9
28	2.7	12.7
90	8.9	15.1
180	10.2	13.3

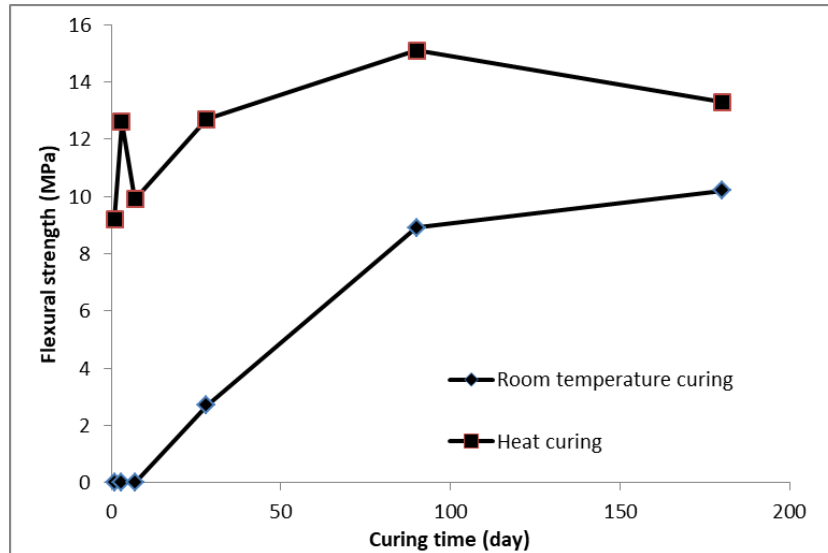


Figure 2. Flexural strength vs curing time

Comparison between initial heat-cured flexural strength and non-heat cured flexural strength showed that at the end of three months and six months, curing duration, mortar cured at ambient conditions developed more than 50% of flexural strength of heat-cured mortar samples.

Geopolymer samples cured at ambient conditions could not develop flexural strength in short term curing duration up to 7 days; however, it developed entirely adequate flexural strength in longer-term curing duration.

In very long term curing duration (1 year or more), it is expected that geopolymer mortar samples cured at ambient conditions could develop equivalent flexural strength to heat-cured samples.

Flexural strength development also proved that heat cured geopolymer mortar mixtures studied in this work could be utilized in construction and building area with satisfactory flexural strength development. However, utilizing non-heat cured geopolymer mixtures in that area is not practical due to slow flexural strength development.

A comparison was made between strength obtained from the study and published work. This is given in the following.

Olivia and Nikraz [20] activated class F fly ash with 14 molar concentration of sodium hydroxide and sodium silicate solution at 75°C heat curing for 24 hours. They obtained compressive strength in the order of 50-60 MPa, flexural strength in the order of 7-8 MPa.

Ryu et al. [21] activated class F fly ash with 9 molar concentration of sodium hydroxide and sodium silicate solution at 60°C heat curing for 24 hours, they obtained compressive strength in the order of 40, splitting strength in the order of 2-4 MPa

Vora and Dave [22] reported the compressive strength of geopolymer mixtures between 32 and 46 MPa at 7 days, the lowest value corresponds to 8 molar sodium hydroxide concentrations, and the highest value corresponds to 14 molar sodium hydroxide concentrations. They reported 35 MPa compressive strengths for 10 molar concentration of sodium hydroxide. The cured mortar samples at 75°C for 24 and 48 hours.

De Vargas et al. [23] reported compressive strength between 8 and 28 MPa, for alkali-activated class F fly ash-based geopolymer mortar cured at 80°C for 24 hours initial heat curing. Further curing at laboratory conditions was applied up to 3 months.

Skvara et al. [24] activated low calcium brown fly ash with sodium hydroxide and sodium silicate solution and prepared geopolymer mortar. The compressive strength of the geopolymer produced was 40 MPa at 28 days of laboratory curing after 12 hours of initial heat curing at 80°C.

Gorhan and Kurklu [15] reported compressive strength in the order of 15 and 25 MPa and flexural strength in the order of 5, and 8 MPa for alkali-activated fly ash mortar. Molarities of activators were 3, 6, and 9. Heat curing was applied at 65 and 85°C for 24 hours.

Compressive and flexural strength obtained in the study was in the order of 40 MPa and 12 MPa, respectively. The compressive strength reported by Olivia and Nikraz [20] was obtained using 14 molar activators and was found to be somewhat higher than the current results obtained using 10 molar activators; thus, the difference was attributed to higher molarity of their work. Compressive strength of this work was found to be in-line with results reported by Ryu et al. [21] and Vora and Dave [22] and Skvara et al. [24] However, the current compressive strength value was higher than the strength reported by De Vargas et al. [23] and Gorhan and Kurklu [15].

4. CONCLUSIONS

The following conclusions were made from the study.

1. NaOH activated geopolymer mortar mixtures made with fly ash and cured for 28 days at ambient condition did not gain adequate compressive and flexural strength. Therefore, it is proved and concluded that the geopolymerization reaction of alkali-activated class F fly ash-based geopolymer is quite slow.
2. Samples cured at room temperature developed significant compressive and flexural strength at long term curing duration.
3. It was seen that heat cured samples continuously developed high compressive and flexural strength of 24 hours up to six months.
4. It is concluded that heat cured fly ash based geopolymer samples can be utilized in construction materials area while utilization of non-heat cured samples is not practical due to its longer curing needs.

CONFLICTS OF INTEREST

No conflict of interest was declared by the authors.

REFERENCES

- [1] A. M. M. Al Bakria, H. Kamarudin, M. Bin Hussain, I.K. Nizar, Y. Zarina, A.R. Rafiza, “The Effect of Curing Temperature on Physical and Chemical Properties of Geopolymers”, *Physics Procedia*, vol. 22, 2011.
- [2] A.S. de Vargas, D.C.C. Dal Molin, A.C.F. Vilela, F.J. Da Silva, B. Pavao, H. Veit, “The effects of Na₂O/SiO₂ molar ratio, curing temperature and age on compressive strength, morphology and microstructure of alkali-activated fly ash-based geopolymers.” *Cement & Concrete Composites*, vol. 33, no.6, 2011.
- [3] J.C. Swanepoel, C.A. Strydom, “Utilisation of fly ash in a geopolymeric material”, *Applied Geochemistry*, vol. 17, no.8, 2002.
- [4] M, Bing-hui, H. Zhu, C. Xue-min, H. Yan, G. Si-yu, “Effect of curing temperature on geopolymerization of metakaolin-based geopolymers”, *Applied Clay Science*, vol.99, 2014.
- [5] J.G.S. van Jaarsveld, J.S.J. van Deventer, G.C. Lukey, “The characterisation of source materials in fly ash-based geopolymers”, *Materials Letters*, vol. 57, no.7, 2003.
- [6] K. Somna, C. Jaturapitakkul, P. Kajitvichyanukul, P. Chindapasirt., “NaOH-activated ground fly ash geopolymer cured at ambient temperature”, *Fuel*, vol. 90, no.6, 2011.
- [7] U. Rattanasak, P. Chindapasirt, “Influence of NaOH solution on the synthesis of fly ash geopolymer”, *Minerals Engineering*, vol. 22, no.12, 2009.
- [8] D.L.Y. Kong, J.G. Sanjayan, “Effect of elevated temperatures on geopolymer paste, mortar and concrete”, *Cement and Concrete Research*, vol. 40, no.2, 2010.
- [9] P. Sukmak, S. Horpibulsuk, S.L. Shen, P. Chindapasirt, C. Suksiripattanapong, “Factors influencing strength development in clay–fly ash geopolymer”, *Construction and Building Materials*, vol. 47, 2013.
- [10] C.D. Atiş, E.B. Görür, O. Karahan, C. Bilim, S. İlkentapar, E Luga., “Very high strength (120 MPa) class F fly ash geopolymer mortar activated at different NaOH amount, heat curing temperature and heat curing duration”, *Construction and Building Materials*, vol.96, 2015.
- [11] W. Jiang and D.M. Roy, “Hydrothermal processing of new fly ash cement.” *Ceramic Bulletin*, vol. 71, no.4, 1992.
- [12] M. Komljenovic, Z. Bascarevic, V. Bradic, “Mechanical and microstructural properties of alkali-activated fly ash Geopolymers, *Journal of Hazardous Materials*”, vol. 181, no.1-3, 2010.
- [13] P. Chindapasirt, U. Rattanasak, S. Taebuanhuad, “Role of microwave radiation in curing the fly ash geopolymer”, *Advanced Powder Technology*, vol. 24, 2013.
- [14] D. Ravikumar, S. Peethamparan, N. Neithalath, “Structure and strength of NaOH activated concretes containing fly ash or GGBFS as the sole binder”, *Cement & Concrete Composites*, vol.32, no.6, 2010.
- [15] G. Gorhan, G. Kurklu, “The influence of the NaOH solution on the properties of the fly ash-based geopolymer mortar cured at different temperatures”, *Composites: Part B*, vol. 58, 2014.
- [16] J. Somaratna, D. Ravikumar, N. Neithalath, “Response of alkali activated fly ash mortars to microwave curing”, *Cement and Concrete Research*, vol. 40, no.12, 2010.

- [17] E.B. Görür, “Alkali ile aktifleştirilmiş uçucu kül geopolimer betonunun dayanım ve durabilite özelliklerinin araştırılması”, Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 2015.
- [18] D. Hardjito, S.E. Wallah, D.M.J Sumajouw, and B.V. Rangan, “On the Development of Fly Ash-Based Geopolymer Concrete”, *ACI Material Journal*, vol. 101, no.6, 2004.
- [19] N. Lloyd, and V. Rangan, “Geopolymer Concrete—Sustainable Cementless Concrete”, ACI Special Publication SP-261, 10th ACI International Conference on Recent Advances in Concrete Technology and Sustainability Issues, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI., 2009.
- [20] M.Olivia, H. Nikraz , “Properties of fly ash geopolymer concrete designed by Taguchi method”, *Materials and Design*, vol. 36, 2012.
- [21] G.S. Ryu, Y.B. Lee, K.T. Koh, Y.S. Chung, “The mechanical properties of fly ash-based geopolymer concrete with alkaline activators”, *Construction and Building Materials*, vol. 47, 2013.
- [22] P.R. Vora, U.V. Dave, “Parametric Studies on Compressive Strength of Geopolymer Concrete”, *Procedia Engineering*, vol. 51, 2013.
- [23] A.S. de Vargas, D.C.C. Dal Molin, A.B. Masuero, A.C.F. Vilela, J. Castro-Gomes, R.M. de Gutierrez, “Strength development of alkali-activated fly ash produced with combined NaOH and Ca(OH)₂ activators”, *Cement & Concrete Composites*, vol. 53, 2014.
- [24] F. Skvara, L. Kopecky, V. Smilauer, Z. Bittnar, “Material and structural characterization of alkali activated low-calcium brown coal fly ash”, *Journal of Hazardous Materials*, vol. 168, no.2-3,2009.
- [25] E.Arioz, O. Arioz., O.M. Kockar, “An experimental study on the mechanical and microstructural properties of geopolymers”, *Procedia Engineering*, vol. 42, 2012.
- [26] TS EN 450-1, “Uçucu Kül – Betonda kullanılan- Bölüm 1: Tarif, özellikler ve uygunluk kriterleri”, (2013). Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (Erişim tarihi: 06.11.2019).
- [27] ASTM C618, “Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete”, Annual Book of ASTM Standarts. 2012.
- [28] TS EN 1015-11, “Mortar Testing Method, Part 11. Measurement of Compressive and Flexural Tensile Strength of Mortar”, (2000). TSE, Ankara (Erişim tarihi: 06.11.2019).



Araştırma Makalesi / Research Article

Farklı Silajlık Mısır Çeşitlerinin Bilecik Ekolojik Koşullarında Tarımsal Özelliklerinin Belirlenmesi

Determination of Agricultural Traits of Different Silage Corn Varieties in Bilecik Ecological Conditions

Abdulmuttahip MEŞE¹ ve Erdem GÜLÜMSER^{2*}

¹ Bilecik İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, 11230, Bilecik, Türkiye

² Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 11230, Bilecik, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Makale Tarihi

Alınış 23 Eylül 2020

Revize 17 Kasım 2020

Kabul 19 Kasım 2020

Online Yayınlama 31 Aralık 2020

Anahtar Kelimeler

Silajlık mısır, çeşit, morfolojik, kuru ot verimi, Bilecik

ARTICLE INFO

Article History

Received 23 September 2020

Revised 17 November 2020

Accepted 19 November 2020

Available Online 31 December 2020

Keywords

Silage corn, variety, morphological, hay yield, Bilecik

ÖZ

Bu çalışma 18 adet silajlık mısır çeşidinin (Samada-07, Arifiye, Sakarya, ADA-9510, ADA-9516, ADA-523, AGA, Kerbanis, Keravnos, Kolesseus, Simpatico, Kilowatt, Kalideas, Larigal, SY-Antex, SY-İnove, SY-Gladius ve Dragma) Bilecik ekolojik koşullarında tarımsal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla 2019 ve 2020 yıllarında yürütülmüştür. Çalışma Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Bitkiler hamur olum döneminde hasat edilmiş ve silajlık mısır çeşitlerinde bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısı, koçan sayısı, ilk koçan yüksekliği, koçan ağırlığı ve kuru ot verimi belirlenmiştir. İki yıllık sonuçlara göre; bitki boyu 2.98-3.78 m, gövde çapı 1.75-2.76 m, yaprak sayısı 11.70-16.53 adet, koçan sayısı koçan sayısı 1.41-2.44 adet, ilk koçan yüksekliği 0.99-1.52 m ve koçan ağırlığı 337.89-534.60 arasında değişmiştir. En yüksek kuru ot verimi Samada-07 (4262.57 kg/da), Arifiye (4086.03 kg/da), ADA-9516 (3634.06 kg/da) ve AGA (3644.14 kg/da) çeşitlerinde, en düşük ise Simpatico (2503.62 kg/da) çeşidinde tespit edilmiştir. Sonuç olarak Bilecik ekolojik koşullarında çeşit seçimi için FAO olum gruplarının önemli olduğu, geççi çeşitlerin orta ve erkenci çeşitlere göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Bu itibarla, morfolojik özellikler ile kuru ot verimi göz önüne alındığında, Samada-07, Arifiye, ADA-9516 ve AGA çeşitleri diğer mısır çeşitlerine oranla daha üstün performans sergilemiştir.

ABSTRACT

The study was conducted to determine hay yield and some quality characteristics of 18 silage maize varieties in the ecological conditions of Bilecik during the 2019 and 2020 years. The experiments were arranged in randomized blocks design with three replications. In the silage corn varieties harvested at dough stage and, plant height, stem diameter, number

*Sorumlu Yazar

E-posta Adresleri: a.mese@hotmail.com (Abdulmuttalip MEŞE), erdem.gulumser@bilecik.edu.tr (Erdem GÜLÜMSER)

of leaf, number of ear, first ear height, ear weight and hay yield were investigated. According to the results of two years; plant height, stem diameter, number of leaf, number of ear, first ear height, ear weight ranged between 2.98-3.78 m, 1.75-2.76 m, 11.70-16.53, 1.41-2.44, 0.99-1.52 m and 337.89-534.60 g respectively. The highest dry matter yield was determined in Samada-07 (4262,57 kg/da), Arifiye (4086,03 kg/da), ADA-9516 (3634,06 kg/da) ve AGA (3644,14 kg/da), while the lowest was in Simpatico (2503,62 kg/da). As a result, it was determined that FAO groups are important for variety selection in Bilecik ecological conditions, and latest varieties are better than the median and earliest varieties. In this respect, Samada-07, Arifiye, ADA-9516 and AGA varieties performed better than other corn varieties in terms of the morphological characteristics and hay yield.

1. GİRİŞ

Türkiye’de hayvancılığının en önemli sorunlarının başında kaliteli kaba yem açığı gelmektedir. Türkiye’de 2018 yılı verilerine göre 19 milyon büyükbaş hayvan birimi (BBHB) bulunmakta olup, bu hayvan varlığının yaşama payı ihtiyaçlarının karşılanması için yıllık gerekli olan kaliteli kaba yem ihtiyacı 86 milyondur. Ülkemizde tarla tarımından ve çayır-meralardan elde edilen kuru ot üretimi 31 milyon ton, ortaya çıkan kaba yem açığı ise 55 milyon tondur [1].

Türkiye’de tahıllar içerisinde buğday ve arpadan sonra üçüncü sırada gelen mısır üretiminin %70’i hayvan beslenmesinde kullanılırken [2], dünyada bu oran %73, gelişmiş ülkelerde ise %90’dır [3]. Üreticilerin hayvancılıkta bu kadar çok mısır üretimine yönelmesinin birçok sebebi olsa da, bitkinin hem silaj hem de kuru ot olarak tüketilmesi ile birlikte hayvanlarda süt verimi ve kalitesinde artış sağlaması bitkinin asıl tercih edilme sebebidir.

Bugün dünyada olduğu gibi ülkemiz piyasasında çok fazla sayıda mısır çeşidi bulunmaktadır ve bu sayı gün geçtikçe daha da artmaktadır. Nitekim bu çeşitlerin göstermiş oldukları verim ve kalite özellikleri de birbirinden farklıdır [4,5]. Bitkinin verim ve kalite özelliklerini etkileyen faktörlerin başında ise genotipik farklılıklar ve ekolojik koşullar gelmektedir. Zira mısır çeşitlerinin farklı ekolojik koşullarda büyüme özellikleri ve besin içerikleri değişkenlik gösterebilmektedir [6]. Bu nedenle, farklı ekolojik koşullarda yapılacak olan çalışmalar ile o ekolojiye uygun çeşit ya da çeşitlerin belirlenmesi büyük önem arz etmektedir.

Marmara, Karadeniz, İç Anadolu ve Ege Bölgelerinin kesim noktaları üzerinde toprakları olan Bilecik ilinin işlenebilir tarım arazisi varlığı 125.080 hektar olup, bu alanın %33,59’unda (42.015 hektar) sulu tarım, %66,41’inde (83.065 hektar) ise kuru tarım yapılmaktadır. İlde toplam tarım alanlarının %40,5’inde tarla tarımı yapılmakta olup, tarım alanları içerisindeki yem bitkileri ekim oranı ise %5,29’dur. Yem bitkilerinde en fazla ekim alanına sahip yem bitkisi yonca (1.752 ha) iken, bunu sırasıyla yulaf (1.449 ha), fiğ (1.140 ha) ve silajlık mısır (665 ha) takip etmektedir. Diğer taraftan Bilecik

ilinde toplam hayvan varlığı 44.997 BBHB olup, mevcut hayvan varlığının yıllık kaba yem ihtiyacı 205.302 tondur. İldeki kaba yem açığı ise 135.958 tondur [7].

Bu çalışmada 18 farklı silajlık mısır çeşidinin bazı morfolojik özellikleri ile kuru ot veriminin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

Çalışma 2019 ve 2020 yıllarında Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarımsal Araştırma ve Uygulama arazisinde yürütülmüştür. Araştırmada Tablo 1’de özellikleri verilen silajlık mısır çeşitleri kullanılmıştır.

Tablo 1. Araştırmada kullanılan mısır çeşitlerine ait bazı bilgiler

No	Çeşit adı	Çeşit sahibi	FAO olum grubu
1	Samada-07	Sakarya Mısır Araştırma Enstitüsü	700
2	Arifiye	Sakarya Mısır Araştırma Enstitüsü	650
3	Sakarya	Sakarya Mısır Araştırma Enstitüsü	650
4	ADA-9510	Sakarya Mısır Araştırma Enstitüsü	650
5	ADA-9516	Sakarya Mısır Araştırma Enstitüsü	650
6	ADA-523	Sakarya Mısır Araştırma Enstitüsü	650
7	AGA	Sakarya Mısır Araştırma Enstitüsü	720
8	Kerbanis	KWS Türk Tarım ve Ticaret A.Ş.	550
9	Keravnos	KWS Türk Tarım ve Ticaret A.Ş.	700
10	Kolesseus	KWS Türk Tarım ve Ticaret A.Ş.	680
11	Simpatico	KWS Türk Tarım ve Ticaret A.Ş.	300
12	Kilowatt	KWS Türk Tarım ve Ticaret A.Ş.	700
13	Kalideas	KWS Türk Tarım ve Ticaret A.Ş.	250
14	Larigal	Agromar San. ve Tic. A. Ş.	600
15	SY-Antex	Syngenta Tohumculuk Ticaret Ltd. Şti.	400
16	SY-İnove	Syngenta Tohumculuk Ticaret Ltd. Şti.	450
17	SY-Gladius	Syngenta Tohumculuk Ticaret Ltd. Şti.	600
18	Dragma	Syngenta Tohumculuk Ticaret Ltd. Şti.	450

Çalışmanın yürütüldüğü Bilecik ilinin uzun yıllar ile 2019 ve 2020 yıllarına ait sıcaklık, yağış ve nispi nem değerleri Bilecik Meteoroloji Bölge Müdürlüğü’nden alınmıştır. Uzun yıllar sıcaklık ortalaması 21.0 °C iken 2019 ve 2020 yıllarında sırasıyla 20.8 °C ve 20.7 °C olarak tespit edilmiştir. İlin

uzun yıllar ile 2019 ve 2020 yılları toplam yağış miktarı ise 119.2, 236.6 ve 202.0 mm olmuştur (Tablo 2).

Deneme alanının toprak özellikleri, killi tınlı bünyeye sahip, pH bakımından hafif alkali (7,72), orta seviyede kireçli (%7,67) ve hafif tuzlu (%0,036) bir yapıya sahiptir. Deneme toprağının fosfor içeriği (24,94 kg/da) ve potasyum değeri fazla olup (161,7 kg/da), organik madde miktarı ise az (%1,32) olarak belirlenmiştir.

Tablo 2. Bilecik ili uzun yıllar ile 2019 ve 2020 vejetasyon dönemlerine ait iklim verileri

Aylar	Sıcaklık (°C)			Yağış (mm)			Nispi nem (%)		
	UYO*	2019	2020	UYO*	2019	2020	UYO*	2019	2020
Mayıs	16.7	17.9	16.7	46.1	32.4	55.2	64.7	60.1	62.0
Haziran	20.6	21.3	19.8	45.9	163.4	139.1	63.2	67.0	60.1
Temmuz	23.4	21.7	22.9	16.0	30.9	1.20	60.3	61.0	63.2
Ağustos	23.5	22.4	23.3	11.2	9.9	6.50	62.0	60.9	57.7
Ortalama	21.0	20.8	20.7				62.6	62.3	60.8
Toplam				119.2	236.6	202.0			

*UYO: Uzun yıllar ortalaması

Denemeler Bilecik ekolojik koşulları dikkate alınarak birinci yıl 03.05.2019, ikinci yıl ise 06.05.2020 tarihlerinde Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre, 3 tekrarlı olarak kurulmuştur. Denemelerde sıra arası 70 cm, sıra üzere 17 cm, parsel uzunluğu 5 m ve 4 sıra olacak şekilde ekim, mibzer ile yapılmıştır. Parseller arasında 1 m, bloklar arasında ise 2 m mesafe bırakılmıştır. Tohumluk miktarı dekara 12000 adet tohum olarak hesaplanmıştır. Ekim ile birlikte dekara 8 kg P₂O₅ gelecek şekilde DAP gübresi ve yarısı ekimle diğer yarısı da bitkilerin 40-50 cm [8] boylandıklarında olmak üzere dekara toplam 10 kg N gelecek şekilde üre (%46 N) gübresi uygulanmıştır. Denemede damla sulama sistemi kullanılmış olup, bitkiler ihtiyaç duyduğunda sulama yapılmıştır. Çalışmada ayrıca 2 kez de el çapası yapılmıştır. Hasat işlemi hamur olum döneminde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısı, ilk koçan yüksekliği, koçan sayısı, koçan ağırlığı ve kuru ot verimi belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar SPSS 22.0 istatistik paket programı kullanılarak, Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre analiz edilmiştir. İşlemler arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile ortaya konulmuştur.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bilecik ekolojik koşullarında 2019 ve 2020 yıllarında 18 farklı silajlık mısır çeşidiyle yürütülen çalışma sonucunda bitki boyu ve gövde çapı üzerinde yılların ve çeşitlerin etkisi önemli ($p < 0.01$) olmuştur. İki yılın ortalama değerlerine göre en uzun bitki boyu 3,78 m ile Samada-07 ve 3,73 ile m ile Arifiye, en kısa ise 2,98 m ile Kalideas çeşidinde tespit edilmiştir (Tablo 3). Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda silajlık mısırın bitki boyu 1,68 ile 3,15 m arasında değişmiştir [9,10,11]. Bu sonuçlar silajlık mısırın bitki boyu üzerinde genotip ile ekolojinin etkisinin önemini açıkça ortaya koymaktadır. Çalışmada ayrıca ikinci yılda belirlenen ortalama bitki boyu birinci yıla oranla daha yüksek olmuştur. Çeşitlerin gövde çapı 1,75 (Kerbanis) ile 2,76 cm (Kolesseus) aralığında değişim göstermiştir. Silajlık mısır çeşitleri üzerinde farklı ekolojik koşullarda yürütülen çalışmalarda bitkilerin gövde çapı 1,72-3,26 cm arasında değişmiştir [12,13,14].

Tablo 3. Silajlık mısırlara ait bitki boyu ve gövde çapı

Çeşitler	Bitki boyu (m)			Gövde çapı (cm)		
	2019**	2020**	Ortalama**	2019**	2020**	Ortalama**
Samada-07	3.75 a	3.81 a	3.78 a	2.66 bcd	2.47 a-e	2.56 a-d
Arifiye	3.66 ab	3.80 a	3.73 ab	2.37 efg	2.56 a-d	2.47 cde
Sakarya	3.47 bcd	3.60 a-d	3.53 cde	2.32 fg	2.16 ef	2.24 fgh
ADA-9510	3.49 bcd	3.33 efg	3.41 d-g	2.75 abc	2.31 c-f	2.53 b-e
ADA-9516	3.39 cde	3.35 def	3.37 e-h	2.45 d-g	2.21 def	2.33 e-h
ADA-523	3.26 def	3.42 b-f	3.34 fgh	2.27 g	2.00 fg	2.14 h
AGA	3.57 abc	3.62 abc	3.59 bc	2.47 d-g	2.31 c-f	2.39 c-f
Kerbanis	3.12 fg	3.06 hı	3.09 ii	2.03 h	1.48 h	1.75 ı
Keravnos	3.52 abc	3.59 a-d	3.56 cd	2.52 def	1.82 g	2.17 gh
Kolesseus	3.37 cde	3.61 abc	3.49 c-f	2.81 ab	2.71 ab	2.76 a
Simpatico	3.00 g	3.22 fgh	3.11 ii	2.29 g	2.20 def	2.25 fgh
Kilowatt	3.55 abc	3.57 a-e	3.56 cd	2.45 d-g	2.72 ab	2.59 abc
Kalideas	3.02 g	2.95 ı	2.98 i	2.40 efg	2.29 c-f	2.35 e-h
Larigal	3.09 fg	3.10 ghı	3.09 ii	2.43 efg	2.62 abc	2.53 b-e
SY-AnteX	3.41 cde	3.67 ab	3.54 cde	2.92 a	2.47 a-e	2.70 ab
SY-İnove	3.21 efg	3.29 fgh	3.25 ghı	2.58 cde	2.43 b-e	2.51 b-e
SY-Gladius	3.43 b-e	3.60 a-d	3.51 cde	1.90 h	2.82 a	2.36 d-g
Dragma	3.02 g	3.41 c-f	3.21 hı	2.84 ab	2.64 abc	2.74 a
Ortalama	3.35 B**	3.44 A**		2.47A**	2.35 B**	

(**p>0.01)

Silajlık mısırların yaprak ve koçan sayılarına ait veriler Tablo 4’de verilmiştir. Yaprak ve koçan sayıları bakımından çeşitler arasında her iki yılda ve yıllar ortalamasında çok önemli ($p<0.01$) düzeyde farklılık olmuştur. En fazla yaprak sayısı 16.53 adet ile Samada-07, en az ise 11.70 adet ile Kalideas çeşidinde tespit edilmiştir. Silajlık mısırın yaprak sayısı Konya ekolojik koşullarında yürütülen bir çalışmada 13.00-18.46 adet [15], Kastamonu ekolojik koşullarında ise 12.5-15.3 adet [16] arasında belirlenmiştir. Birleştirilmiş yıllara göre silajlık mısırların koçan sayısı 1.41 (Larigal)-2.44 adet (ADA-9510) arasında değişmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Silajlık mısırlara ait yaprak ve koçan sayıları

Çeşitler	Yaprak sayısı (adet)			Koçan sayısı (adet)		
	2019**	2020**	Ortalama**	2019**	2020**	Ortalama**
Samada-07	17.53 a	15.53 a	16.53 a	1.80 bcd	2.50 a	2.15 d
Arifiye	14.40 c-h	15.37 abc	14.88 bcd	1.20 e	2.08 abc	1.64 efg
Sakarya	15.53 bc	14.43 cde	14.98 bc	1.53 cde	2.42 a	1.98 b-e
ADA-9510	14.90 b-e	15.42 ab	15.16 b	2.39 a	2.50 a	2.44 a
ADA-9516	15.20 bcd	15.33 abc	15.27 b	2.07 ab	2.42 a	2.24 ab
ADA-523	14.70 b-f	13.38 f	14.04 e-h	2.03 ab	2.33 ab	2.18 abc
AGA	15.80 b	14.50 b-e	15.15 b	1.80 bcd	1.83 bcd	1.82 de
Kerbanis	13.83 e-ı	14.00 ef	13.92 e-h	1.94 abc	2.00 abc	1.97 b-e
Keravnos	14.40 c-h	13.97 ef	14.18 d-g	1.20 e	1.67 cd	1.43 fg
Kolesseus	14.53 c-g	14.67 a-e	14.60 b-e	1.80 bcd	1.67 cd	1.73 efg
Simpatico	13.00 ii	13.75 ef	13.38 h	1.93 abc	1.75 cd	1.84 cde
Kilowatt	14.33 c-h	14.25 def	14.29 c-f	1.67 b-e	1.58 cd	1.63 efg
Kalideas	12.23 i	11.17 g	11.70 ı	1.76 bcd	1.83 bcd	1.80 de
Larigal	13.40 g-i	13.33 f	13.36 h	1.40 de	1.42 d	1.41 g
SY-AnteX	13.53 f-ı	13.43 f	13.48 gh	1.73 bcd	2.00 abc	1.87 cde
SY-İnove	13.13 hii	14.00 ef	13.57 fgh	1.47 cde	2.08 abc	1.78 ef
SY-Gladius	13.53 f-ı	15.08ef	14.31 c-f	1.70 bcd	1.67 cd	1.68 efg
Dragma	13.93 d-ı	14.42 a-d	14.18 d-g	1.47 cde	2.33 ab	1.90 b-e
Ortalama	14.33	14.22		1.72 B*	2.00 A*	

(** $p>0.01$; * $p>0.05$)

Silajlık mısırların ilk koçan yüksekliği ve koçan ağırlığına ait veriler Tablo 5’de verilmiştir. Her iki özellik üzerinde de çeşitlerin etkisi çok önemli ($p<0.01$) iken yılların etkisi ilk koçan yüksekliği üzerinde önemli ($p<0.05$), koçan ağırlığı üzerinde ise önemsiz olmuştur. En yüksek ilk koçan yüksekliği 1,52 m ile AGA çeşidinde belirlenmiş ancak Samada-07 (1,44 m) ve Arifiye (1,49 m) çeşitleri de AGA çeşidi ile aynı grupta yer almıştır. Silajlık mısırların ilk koçan yüksekliğine ait sonuçlar arasında varyasyonun olduğu görülmektedir. Bu durum ilk koçan yüksekliğinin bitki boyunda da olduğu gibi,

genetik yapı ve ekolojik faktörlerden etkilendiğini göstermektedir. Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda silajlık mısır çeşitlerinde ilk koçan yüksekliği 0,65-1,20 m arasında değişim göstermiştir. [17,18,19]. Silajlık mısırların koçan ağırlığı 337,89 (Simpatico) – 534,60 g (Larigal) arasında değişmiştir. Koçan ağırlığının çeşitlere göre değişiklik gösterdiğini bildiren Kara [20], Altıparmak [21] ve Yıldız ve ark [22]'nin bildirdiği sonuçlar, bulgularımız ile uyum göstermektedir.

Tablo 5. Silajlık mısırlara ait ilk koçan yüksekliği ve koçan ağırlığı

Çeşitler	İlk koçan yüksekliği (m)			Koçan ağırlığı (g)		
	2019**	2020**	Ortalama**	2019**	2020**	Ortalama**
Samada-07	1.50 ab	1.38 abc	1.44 abc	445.00 ab	451.73 a-d	448.37 cde
Arifiye	1.47 abc	1.51 a	1.49 ab	523.33 a	521.83 ab	522.58 ab
Sakarya	1.24 def	1.24 b-f	1.24 d-g	429.17 bc	411.20 c-f	420.18 def
ADA-9510	1.32 cde	1.23 c-f	1.27 def	450.83 ab	453.50 a-d	452.17 cde
ADA-9516	1.35 bcd	1.29 b-e	1.32 c-f	390.83 bcd	341.63 f	366.23 fgh
ADA-523	1.39 bcd	1.21 c-f	1.30 def	394.17 bcd	340.83 f	367.50 fgh
AGA	1.58 a	1.45 ab	1.52 a	416.67 bcd	391.50 def	404.08 efg
Kerbanis	1.13 fg	1.07 fg	1.10 hi	452.50 ab	457.07 a-d	454.78 cde
Keravnos	1.32 cde	1.20 c-f	1.26 def	422.50 bcd	443.10 b-e	432.80 cde
Kolesseus	1.39 bcd	1.32 a-d	1.36 cde	415.50 bcd	423.63 b-f	419.57 def
Simpatico	1.23 def	1.26 b-f	1.25 def	336.67 d	339.11 f	337.89 h
Kilowatt	1.35 bcd	1.40 abc	1.37 bcd	480.00 ab	465.40 a-d	472.70 bcd
Kalideas	1.03 g	0.95 g	0.99 ı	345.00 cd	349.63 ef	347.32 gh
Larigal	1.14 efg	1.07 fg	1.11 ghi	525.00 a	544.20 a	534.60 a
SY-AnteX	1.31 cde	1.11 d-g	1.21 fgh	397.50 bcd	393.30 def	395.40 e-h
SY-İnove	1.35 bcd	1.10 efg	1.22 e-h	480.00 ab	498.63 abc	489.32 abc
SY-Gladius	1.26 def	1.16 d-g	1.21 fgh	412.50 bcd	428.63 b-f	420.57 def
Dragma	1.34 bcd	1.28 b-f	1.31 def	422.50 bcd	449.87 a-d	436.18 cde
Ortalama	1.32 A*	1.24 B*		429.98	428.05	

(**p>0.01; *p>0.05)

İncelenen 18 farklı silajlık mısıra ait kuru ot verimi değerleri Tablo 5’de verilmiştir. Buna göre çeşitlerin etkisi kuru ot verimi üzerinde %1 düzeyde önemlilik ihtiva ederken, yılların etkisi ise önemsiz olmuştur. En yüksek kuru ot verimi Samada-07 (4262,57 kg/da), Arifiye (4086,03 kg/da), ADA-9516 (3634,06 kg/da) ve AGA (3644,14 kg/da) çeşitlerinde, en düşük ise 2503,62 kg/da ile Simpatico çeşidinde tespit edilmiştir. Kuru ot verimi bakımından çeşitler arasında farklılıklar ortaya çıkmıştır. Bu

durum çeşitlerin genetik özellikleri ile çevre faktörünün bir sonucudur [23]. Diğer taraftan silajlık mısırlara ait kuru ot verimleri ile bitki boyu arasında yüksek ve pozitif bir ilişki bulunduğu [24] ve bitki boyun fazla olan çeşitlerin verim bakımında da üstün oldukları görülmektedir. Farklı ekolojilerde yürütülen çalışmalarda silajlık mısır çeşitlerinin ot verimi 4000 ile 10558,3 kg/da [25,26,27,28] arasında değişmiştir.

Tablo 6. Silajlık mısırlara ait kuru ot verimi

Çeşitler	Kuru ot verimi (kg/da)		
	2019**	2020**	Ortalama**
Samada-07	4251.30 a	4273.8 a	4262.57 a
Arifiye	4016.98 ab	4155.1 ab	4086.03 a
Sakarya	3052.98 bcd	3283.4 bcd	3168.21 b-e
ADA-9510	3119.94 a-d	2928.4 cd	3024.19 b-e
ADA-9516	3848.17 abc	3419.9 a-d	3634.06 ab
ADA-523	3379.53 a-d	3327.1 a-d	3353.30 bc
AGA	3568.33 a-d	3720.0 abc	3644.14 ab
Kerbanis	2464.25 d	2594.7 d	2529.49 de
Keravnos	2674.21 d	2824.8 cd	2749.51 cde
Kolesseus	2833.64 cd	3100.2 cd	2966.91 b-e
Simpatico	2501.67 d	2505.6 d	2503.62 e
Kilowatt	2707.98 cd	2847.4 cd	2777.68 cde
Kalideas	2518.01 d	2626.7 d	2572.38 de
Larigal	3304.35 a-d	3132.4 cd	3218.38 b-e
SY-Antex	2593.20 d	2605.8 d	2599.52 cde
SY-İnove	3016.38 bcd	3098.4 cd	3057.39 b-e
SY-Gladius	3127.88 a-d	3470.5 a-d	3299.19 b-d
Dragma	2499.31 d	2806.6 cde	2652.96 cde
Ortalama	3082.12	3115.20	

4. SONUÇLAR

Bilecik ili gerek ekolojik koşulları gerekse sulama imkânları ile silajlık mısır yetiştiriciliği açısından oldukça uygun bir bölgede yer almaktadır. Nitekim çalışmada kullanılan çeşitlerin kuru ot verimleri, Türkiye'deki çoğu yere göre daha yüksek olmuştur. Ayrıca FAO olum gruplarına göre geççi çeşitlerin orta ve erkenci çeşitlere göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Bu itibarla, morfolojik özellikler ile kuru ot verimi göz önüne alındığında, Samada-07, Arifiye, ADA-9516 ve AGA çeşitleri diğer mısır çeşitlerine oranla daha üstün performans sergilemiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Abdulluttalip Meşe'nin yüksek lisans tezinin bir bölümüdür. Ayrıca bu çalışmaya 2019-02.BŞEÜ.01-04 numaralı BAP projesi ile destek sağlayan Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederiz.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Z. Acar, M. Tan, İ. Ayan, Ö. Ö. Aşçı, H. Mut, U. Başaran, E. Gülümser, M. Can, G. Kaymak, Türkiye'de Yem Bitkileri Tarımının Durumu ve Geliştirme Olanakları, Türkiye Ziraat Mühendisleri IX. Teknik Kongresi, 529-553, 13-17 Ocak (2020).
- [2] N. Yılmaz, O. Akman, O. F. Öner, Bazı silajlık mısır çeşitlerinde (*Zea mays* L.) bitkisel özelliklerinin belirlenmesi, Akademik Ziraat Dergisi, 9 (1) (2020) 103-110.
- [3] Öz, A., Kapar, H., M. Dok, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Yayınları 2017. <http://arastirma.tarim.gov.tr/ktae/Belgeler/brosurler/Mısır%20Tarımı.pdf> (15.09.2020).
- [4] A. Gökkuş, F. Kahriman, F. Alatürk, B. Ali, Variation of Nutritional Values in Leaves and Stalks of Different Maize Genotypes Having High Protein and High Oil During Vegetation. Agriculture and Agricultural Science Procedia, 10 (2016) 18-25.
- [5] R. Loucka, Y. Tyrolová, F. Jančík, P. Kubelková, P. Homolk, V. Jambor, Variation for In Vivo Digestibility in Two Maize Hybrid Silages, Czech J. Anim. Science 63 (1) (2018) 17–23.
- [6] O. Argillier, Y. Barriere, M. Lila, A. Jeanneteau, K. Gelinet, V. Menanteau, Genotypic variation in phenolic components of cell-walls in relation to the digestibility of maize stalks, Agronomie, 16 (1996) 123-130.
- [7] A. Meşe, E. Gülümser, H. Mut, Bilecik İli Yem Bitkilerinin Mevcut Durumu, BŞEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 6 (2) (2019) 336-343.
- [8] Y. Kırtok, Mısır Üretimi ve Kullanımı, Kocaoğlu Basım ve Yayınevi, Ders Kitabı, (1998).
- [9] Ş. Erdal, M. Pamukçu, H. Ekiz, M. Soysal, O. Savur, A. Toros, Bazı Silajlık Mısır Çeşit Adaylarının Silajlık Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, Akdeniz ÜZF Derg., 22 (1) (2009) 75–81.
- [10] R. Cengiz, M.C. Sezer, A. Duman, Ö. Doğru, A.E. Özbey, N. Akarken, M. Esmeray, H. Hanoğlu, Bazı Kendilenmiş Mısır Hatlarının Silajlık Mısır Islahında Değerlendirilmesi, Türkiye 9. Tarla Bitkileri Kongresi, 12-14 Eylül (2011).
- [11] E. Özata, H. Kapar, Atışı Mısır Yoklama Melezlerinin Verim ve Bazı Verim Öğeleri, Türkiye 9. Tarla Bitkileri Kongresi, 12-14 Eylül (2011).
- [12] E. Moralar, Tekirdağ İlinde Yetiştirilen Bazı Silajlık Mısır Çeşitlerinde Gelişme Sürecini Belirlenmesi ve Verimliliklerinin Tespiti, NKÜ Fen Bilimleri Ens., Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2011.
- [13] Y.G. Demiray, Bingöl İli Ekolojik Şartlarına Uygun Tane Mısır Çeşitlerinin Belirlenmesi. BÜ Fen Bilimleri Ens., Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2013.

- [14] O. Yozgatlı, U. Başaran, E. Gülümser, M. Ç. Doğrusöz, H. Mut, Yozgat Ekolojisinde Bazı Mısır Çeşitlerinin Morfolojik Özellikleri, Verim ve Silaj Kaliteleri, KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi 22 (2) (2019) 170-177.
- [15] Y. Ergül, Silajlık Mısır Çeşitlerinin Önemli Tarımsal ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, SÜ Fen Bilimleri Ens., Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2008.
- [16] F. Gürel, Kastamonu Ekolojik Şartlarına Uygun Silajlık Mısır (*Zea mays* L.) Çeşitlerinin Belirlenmesi, GOP Fen Bilimleri Ens., Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2007.
- [17] İ. Gül, C. Akıncı, H. Baytekin, Diyarbakır Koşullarında İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Mısır Çeşitlerinde Verim ve Bazı Tarımsal Karakterler ile Karakterler Arasındaki İlişkilerin Saptanması, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2 (3) (1998) 31-40.
- [18] C. Konak, İ. Turgut, E. Serter, Büyük Menderes Vadisinde II. Ürün Koşullarında Yetiştirilen Melez Mısır Çeşitlerinin Verim ve bazı Agronomik Özellikleri, Akdeniz ÜZF Dergisi, 11 (1) (1998) 11-20.
- [19] Y. Kabakcı, M. Tanrıverdi, Harran Ovasında İkinci Ürün Olarak Yetiştirilebilecek Mısır Çeşitlerinin Belirlenmesi, Harran Tarımsal Araştırma Ens. Müd. Faaliyet Raporu, (2000).
- [20] M. Kara, Bir Melez Mısır Populasyonunda Verim ve Verim Unsurları Arasındaki İlişkilerin Korelasyon ve Path Analizi Yoluyla Değerlendirilmesi, AÜZF Tarım Bil. Derg., 7 (4) (2001) 1-4.
- [21] S. Altıparmak, Şeker Mısırdaki (*Zea mays saccharata* L.) Farklı Azot Dozlarının Verim ve Verim Ögelerine Etkisi, A.Ü. Fen Bilimleri Ens., Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2001.
- [22] H. Yıldız, E. İlker, A. Yıldırım, Bazı Silajlık Mısır (*Zea mays*) Çeşit ve Çeşit Adaylarının Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 12 (2) (2017) 81-89.
- [23] İ. Turgut, Bursa Koşullarında Yetiştirilen Şeker Mısırdaki (*Zea mays saccharata* Sturt.) Bitki Sıklığının ve Azot Dozlarının Taze Koçan Verimi ile Verim Ögeleri Üzerine Etkileri, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 24 (2000) 341-347.
- [24] H. Kılıç, İ. Gül, Hasat Zamanının Diyarbakır Şartlarında İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Mısır Çeşitlerinde Verim ve Bazı Tarımsal Karakterler ile Silaj Kalitesine Etkileri Üzerine Bir Araştırma. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 11 (3-4) (2007) 43-52.
- [25] H. Akdemir, A. Alçiçek, R. Erkek, Farklı Mısır Varyetelerinin Agronomik Özellikleri, Silolanma Kabiliyeti ve Yem Değeri Üzerine Araştırmalar, Türkiye Birinci Silaj Kongresi, 16-19 Eylül, (1997).
- [26] S. İptaş, A. Öz, A. Boz, Tokat Kazova Koşullarında Birinci Ürün Silajlık Mısır Yetiştirme Olanakları, Tarım Bilimleri Dergisi 8 (4) (2002) 267-273.
- [27] B. Sade, N.A. Akbudak, R. Acar, E. Arat, Konya Ekolojik Şartlarında Silajlık Olarak Uygun Mısır Hibritlerinin Belirlenmesi, Hayvancılık Araştırma Dergisi 12 (1) (2002) 17-22.
- [28] Ş. Yılmaz, H. Gözübenli, E. Can, I. Atış, Amik Ovası Koşullarında Yetiştirilen Bazı Mısır (*Zea mays* L.) Çeşitlerinin Silaj Verimi ve Adaptasyonu, Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, 13-17 Ekim (2003).



Araştırma Makalesi / Research Article

Investigation of the Usability of Essential Oils as Fuel in Diesel Engines

Uçucu Yağların Dizel Motorlarda Yakıt Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması

Erdal ÇILĞIN^{1,*}

¹ Dicle University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Motor Vehicles and Transportation Technologies, 21280, Diyarbakır, Turkey

ARTICLE INFO

Article History

Received 26 September 2020

Revised 28 October 2020

Accepted 04 November 2020

Available Online 31 December 2020

Keywords

Essential oil, Bio fuel, Diesel engines, Performance, Combustion data

MAKALE BİLGİSİ

Makale Tarihi

Alınış 26 Eylül 2020

Revize 28 Ekim 2020

Kabul 04 Kasım 2020

Online Yayınlama 31 December 2020

Anahtar Kelimeler

Uçucu yağ, Biyo yakıt, Dizel motorlar, Performans, Yanma verileri

ABSTRACT

In this study, the usability of essential oils as fuel additives in internal combustion diesel engines was investigated. Salvia candidissima was preferred as essential oil raw material due to its oil efficiency. The essential oil of salvia candidissima plant biomass was obtained by hydro distillation method. The essential oil obtained was then converted into biofuel by transesterification reaction. Biofuel is added to diesel fuel at a rate of 10% by volume and is named [SB-10].DF] and [SB-10] fuels were tested in a variable compression ratio diesel engine at fixed 1550 rpm. Results: It showed that the [SB-10] fuel produced 2.46 Nm more torque and 4.29 HP more power than DF fuel. When looking at the combustion data, 4.99% in the pressure values of the fuel [SB-10], 16.72% in gas temperatures, % in the rate of increase in pressure. 22.84 and 2.85% more in cumulative heat release values.

ÖZET

Bu çalışmada, uçucu yağların içten yanmalı dizel motorlarında yakıt katkı maddesi olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Uçucu yağ hammaddesi olarak, yağ verimliliğinden dolayı, salvia candidissima tercih edilmiştir. salvia candidissima bitki biokütlesinin uçucu yağı hidro distilasyon yöntemi ile elde edilmiştir. Elde edilen uçucu yağ daha sonra transesterifikasyon reaksiyonu ile biyoyakıtı dönüştürülmüştür. Biyo yakıt, dizel yakıtına hacimsel olarak % 10 oranında ilave edilmiştir ve [SB-10] olarak isimlendirilmiştir. DF] ve [SB-10] yakıtları, sabit 1550 devrinde, değişken sıkıştırma oranına sahip bir dizel motorda test edilmiştir. Sonuçlar: [SB-10] yakıtının DF yakıtından 2.46 Nm daha fazla tork, 4.29 HP daha fazla güç ürettiğini göstermiştir. Yanma verilerine bakıldığında [SB-10] yakıtının basınç değerlerinde % 4,99, gaz sıcaklıklarında % 16.72C, basınç artış oranında % 22.84 ve kümülatif isi salınım değerlerinde ise %2.85 daha fazla oluştuğu belirlenmiştir.

* Sorumlu Yazar

E-posta Adresi: cilgin_erdal@hotmail.com (Erdal ÇILĞIN)

1. INTRODUCTION

The total population of the world stands at around 8 billion. Experts estimate that this number will reach approximately 10 billion by the middle of the 21st century and 11 billion by the end of the century. Furthermore, reports by the International Energy Agency predict that energy use and demand will increase by about 50 percent within a quarter of a century[1]. While the amount of energy consumed by countries depends on various factors, such as the level of industrialization, the level of technology usage and the population of the world, it is well recognized that the demand for energy from all countries is increasing[2]. Fossil fuel stocks, which have a large share of the energy types currently used, will continue to decline and, with this rising demand, stocks will rapidly decline [3]. In addition to the fact that fossil fuels are exhaustible, the damage they do to the atmosphere and life during use is at a level that can not be ignored. Renewable energy sources are becoming increasingly important for the environment and living conditions, taking into account these existing shortcomings. Renewable energy sources account for 5 percent of today's total energy production in the world. However, these resources are known as the energy resources of the future. It is anticipated that investments in sectors where \$155.4 billion was invested in 2008 alone would cross \$600 billion by 2020. The source of renewable energy is defined as "the energy source that may be present the next day in the natural cycle"[4]. They are often not depleted by their use[5]. Conventional energy sources are not regarded as green energy sources by definition. [4]. Renewable energy sources are therefore making promising strides in meeting the world's energy demand, at least in the near future, and have begun to step up their activities and policies in this area. These new renewable energy policies have given priority to solar energy, wind energy and biodiesel obtained from vegetable oils[6]. The alternative diesel fuel derived from renewable sources such as animal or vegetable oils is biodiesel. Chemically, mono alkyl ester can be classified as a long-chain fatty acid [7]. Compared to other renewable sources of energy, such as wind and solar energy, the fact that biodiesel production is less expensive and easy to produce has enabled its production to become more widespread. Contributing. However, the rapid growth of biodiesel technology is triggered by the fact that biodiesel production enables, in particular, the agricultural, manufacturing and environmental sectors to work together and offers additional jobs and income opportunities for those sectors. [8]. In this research, apart from conventional biodiesel sources, essential oil has been used as an innovation. Due to its high percentage of oil yield, *Salvia candidissima* has been used as an essential oil plant. In nature, this plant develops spontaneously. It is ample and its oil production is higher than other herbs of essential oil.

2. MATERIAL AND METHOD

2.1 Essential oils

Essential oil, plants, animals and species such as microorganisms. The substances created are volatile. "As they look like oil, these compounds, which are usually fragrant, are called" essential oil "or" ethereal oil[9-10]. Distillation of essential oils by boiling or moving water vapor through the material with water from the material in which they are contained, cold pressing and organic solvents or liquefied It can be obtained through the consumption of gases. Essential oils float on water, with the exception of a few, such as clove oil, since they are lighter than water and are obtained after distillation by being quickly removed from water. Air, light and heat are negatively affected by essential oils, As they lose their properties, they should be stored in a cool position, full and tightly closed in colored glass or aluminum containers. Chemical drying and filtration methods often strip away the water found in the essential oil. The most substantial variations between essential oils and fixed oils are They are dropped on absorbent paper and when exposed, they travel without leaving any traces. The consistency of the essential oil is established by the volatile compounds it contains. A Unpredictable Hundreds of chemicals, large and small, can often be contained in the oil's composition. These Gas Chromatography / Mass Spectrometry compounds Separated by a sophisticated technique called (GC / MS) from each other They can be characterized The key variables influencing consistency are odor and chemical composition. The sales. What gives each essential oil its characteristic, therefore, To be present in certain quantities, natural chemicals are required [20].

2.2 Critical Oils composition

In the composition of essential oils, terpenic or non-terpenic components exist. There are hydrocarbons and their derivatives oxygenated by them. Nitrogen or sulfur can be present in certain materials. There are alcohol, acid, ester, epoxy, aldehyde, ketone, amine, sulfide, and form compositions. Terpenes are structures that are formed by isoprene units being connected to each other. The composition of essential oils contains the bulk of monoterpenes, sesquiterpenes and diterpenes. In addition, the essential oil composition can also be composed of fatty acids and esters and their degradation products [11]. Table 1. Key types containing essential oil are presented.

Table 1. Key species containing essential oils

1. <i>Zingiber officinale</i> .	6. <i>Lavandula angustifolia</i> .
3. <i>Pinus spp.</i>	7. <i>Salvia officinalis</i> .
4. <i>Cinnamomum cassia</i> .	8. <i>Cuminum cyminum</i> .
5. <i>Mentha piperita</i> .	9. <i>Zingiber officinale</i> .
6. <i>Origanum vulgare</i> .	10. <i>Pinus ssp.</i>

2.3 Salvia family

Turkey species[12] are represented in warm temperate regions with herbaceous species and genus *Salvia*, such as bush 88. In our country, salvia species consist of either bushy or herbaceous species. Bushy animals can grow to about 1.5 m. *S. With wiedemannii*, *S. Examples of shrubby species* can be provided as *tchihatcheffii* from the Central Anatolia Region. In all regions of our nation, herbaceous species are distributed. All of our country's recognized species of *Salvia* are biennial or perennial, except for *S. (one year old) viridis*. One of the most important characters used in the differentiation of species is the feathers contained in the leaves, calyx and flowers. In the *Salvia* genus, a wide range of feather forms are observed [13]. Figure 1. Images and features of *Salvia Candidissima* is presented.



Figure 1. *Salvia candidissima*

2.4 Hydrodistillation – HD

Distillation is called the method of separating two or more liquid components from a mixture depending on the difference in boiling point or volatility[33].It is a conventional method of extracting volatile compounds that is widely used. Process. Water distillation, fresh and dry vegetables that do not deteriorate can be added to the substance when boiled. Not appropriate for essential ester-containing oils. The basis of the method; water and plant material are boiled for 2 to 8 hours in a glass flask connected with the cooler, and the oil molecules pass with the water vapor are boiled. It is based on condensation and isolation from water in the cooler. In water distillation, vegetable matter is still in close contact with water [34, 35, 25]. The distillation process, which is produced in small-scale production with a Clevenger-type apparatus, is carried out in industrial applications in large distillation boilers (retort). The volumetric quantity of essential oil obtained is expressed. For powdered materials, water distillation works best.[14]. Clevenger instruments have been used in this process. The herbal biomass and water were boiled together in a glass flask for 2–8 hours for the extraction of *Salvia*

candidissima oil. The shaped molecules of water vapor and plant oil come to the cooler and He was isolated from the water as it condensed. By volume, the amount of essential oil obtained was 7-9 g / ml. Among plants having essential oil, this value is high. The method of hydro-distillation is shown in Figure 2, and the vegetable oil components are shown in Table 2.

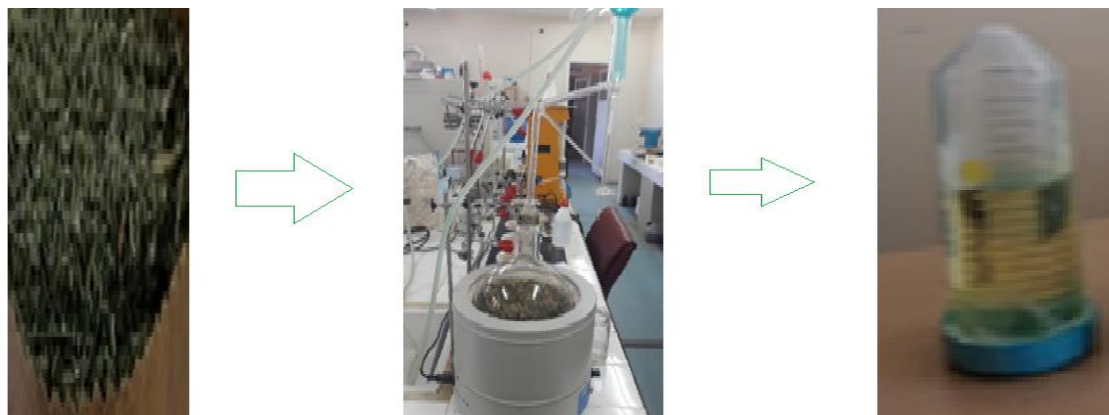


Figure 2. Ground biomass, hydro distillation essential oil samples

Table 2. Essential oil components

Salvia Sp				
Pk	Rt	Area Pct	Library/Id	Qual
1	7,78	0,36	Tricyclene \$\$ Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]Heptane, 1,7,7-Trimethyl- (Cas)	96
2	8,03	0,28	.Alpha.-Thujene \$\$ Bicyclo[3.1.0]Hex-2-Ene, 2-Methyl-5-(1-Methylethyl)- (Cas)	94
3	8,28	15,24	.Alpha.-Pinene \$\$ 2-Pinene	97
4	8,84	8,54	Camphene (Cas) \$\$ Bicyclo[2.2.1]Heptane, 2,2-Dimethyl-3-Methylene- (Cas)	98
5	10,03	4,82	.Beta.-Pinene \$\$ Bicyclo[3.1.1]Heptane, 6,6-Dimethyl-2-Methylene-	97
6	10,27	0,51	1 Octen 3 Ol \$\$ 1-Octen-3-Ol \$\$ Oct-1-En-3-Ol \$\$ Octan-3-One	90
7	10,58	0,16	3-Octanone (Cas) \$\$ Eak \$\$ Octan-3-One \$\$ N-Octanone-3 \$\$ Amyl Ethyl Ketone	96
8	10,79	1,13	.Beta.-Myrcene \$\$ 1,6-Octadiene, 7-Methyl-3-Methylene- (Cas)	97
9	11,86	0,28	.Alpha. Terpinene \$\$ Para-Mentha-1,3-Diene	98
10	12,53	43,20	Eucalyptol	99
11	13,83	0,54	.Gamma.-Terpinene \$\$ 1,4-Cyclohexadiene, 1-Methyl-4-(1-Methylethyl)- (Cas)	97
12	14,18	0,11	Trans-Sabinene Hydrate \$\$ 4-Thujanol, Stereoisomer	94
13	15,21	0,21	.Alpha.-Terpinolene \$\$ Cyclohexene, 1-Methyl-4-(1-Methylethylidene)- (Cas)	97
14	17,74	11,67	Camphor	98
15	18,80	6,65	Endo-Borneol \$\$ Endo-2-Hydroxy-1,7,7-Trimethylnorbornane	97
16	19,34	0,96	3-Cyclohexen-1-Ol, 4-Methyl-1-(1-Methylethyl)- (Cas) \$\$ 4-Terpineol	96
17	20,23	0,56	Bicyclo[3.1.1]Hept-2-Ene-2-Methanol, 6,6-Dimethyl- \$\$ 2-Pinen-10-Ol \$\$ Myrtenol	96
18	24,34	1,75	Bornyl Acetate \$\$ Bicyclo[2.2.1]Heptan-2-Ol, 1,7,7-Trimethyl-, Acetate, Endo-	99
19	30,03	0,99	Caryophyllene	99
20	30,92	0,32	.Alpha.-Guaiene	95
21	31,42	0,19	.Alpha.-Humulene (Cas)	97
22	31,74	0,19	1h-Cycloprop[E]Azulene, 1a,2,3,4,4a,5,6,7b-Octahydro-1,1,4,7-Tetramethyl-, [1a-	96
23	32,56	0,16	Germacrene-D	97

2.5 Fuel conversion with transesterification

Due to its short reaction time and high efficiency, the chemical transesterification method has been favored in biodiesel production. Transesterification is the ester and glycerol-forming reaction of oil with alcohol [Figure 3.]. Fatty acid methyl esters and glycerin are formed as the main product through the reaction of monohydric alcohol (ethanol or methanol) and catalysts (acidic and basic catalyst enzymes). [28], [29-30]. Because of the economic nature of the transesterification reaction of salvia oil, methanol was chosen in the experiments as alcohol and potassium hydroxide (KOH) as the catalyst. The catalyst volume was 1.5 percent, the alcohol / oil ratio was 6: 1 and the reaction time was 60 minutes in our experimental sample. At a steady stirring speed of 500 rpm, all experiments were performed. The temperature of the reaction was kept constant at 60 ° C [31]. Alcohol and catalyst are combined with an appropriate blender in this process, then the alcohol catalyst mixture is added to the heated vegetable oil. After 60 minutes of mixing this total mixture together, it is left to stand for 24 hours and the process is completed.[16-15]. The shaped biodiesel and glycerin are separated by centrifugation from the gravity differences and the excess alcohol is extracted by flash evaporation or distillation process in each step. From the glycerin obtained, water and alcohol are extracted and purified for other uses. Finally, in order to eliminate residual catalysts and soaps, biodiesel is washed with warm water. [32].

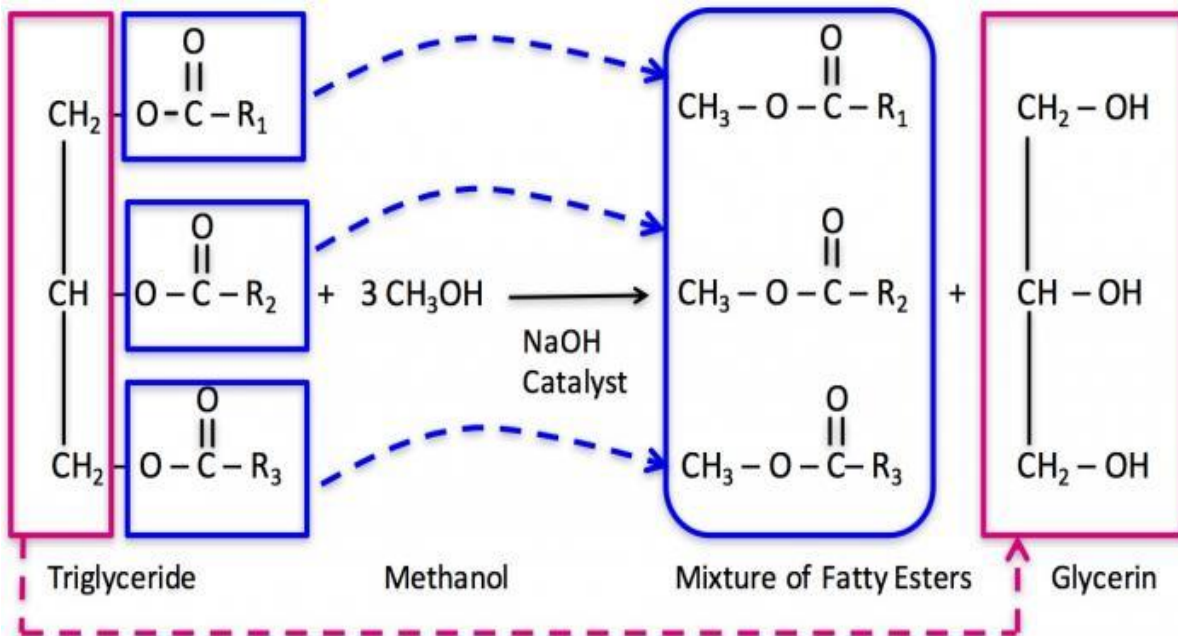


Figure 3. Esterification reaction[26]

3. EXPERIMENTAL SETUPS

The fuels of the study were tested using a Kirlaskor brand diesel engine. While doing this work, the engine speed was kept constant at 1550 rpm. Each test fuel was tested at 8 kg (16%) loading. 10 cycle maximum values and crank angles at which these maximum values were obtained for each test fuel were taken. The study was done firstly with diesel fuel [DF] used as reference fuel and then with mixed fuel. Engine power in operation. Engine torque and combustion analysis data were obtained. The technical characteristics of the test engine used in the study. Tab 3. The photo of the test setup is given in figure 4.

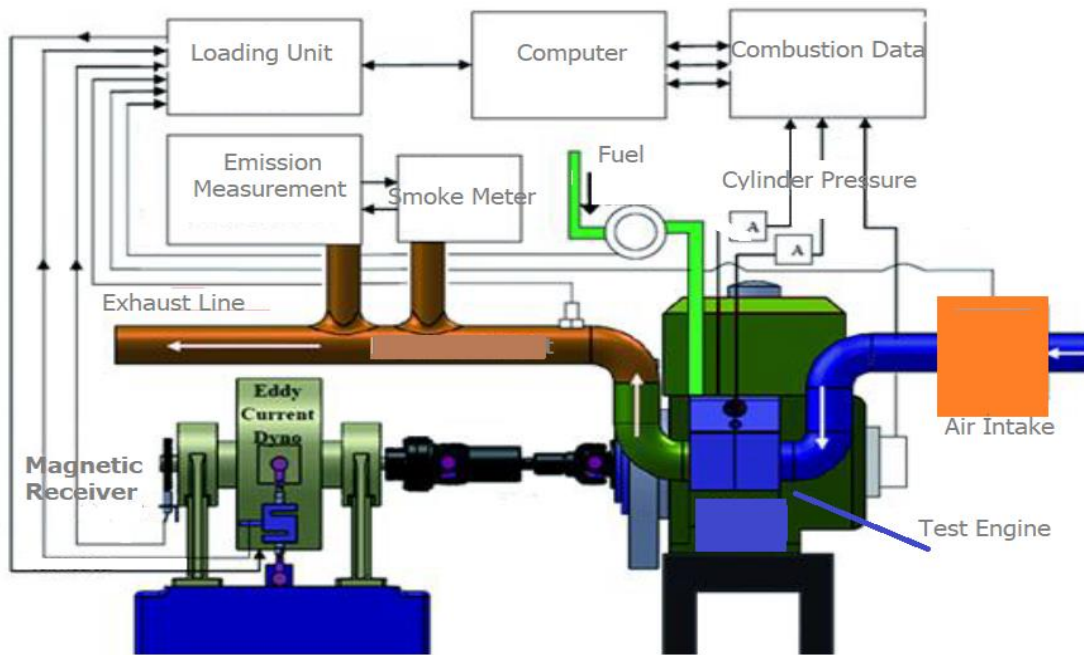


Figure 4. Experimental setup [27]

Table 3. Specifications of the diesel engine

Model	Kirlaskor TV-1
Motor Power (Kw)	3.5 kW
Engine Capacity (cc)	661
Cylinder Diameter (mm)	87
Stroke Length (mm)	110
Compression Rate	17/1
Number of Srok	4
Number of Cylinders	1
Cooling Type	Water
Dynamometer Type	Eddy Current
Load Indicator	Digital, 0-50 kg

4. EXPERIMENT RESULTS

4.1. Motor Control and Motor Torque

The power determined at the crankshaft end of the engine by a brake mechanism from the pulley or flywheel is called brake power. The effective power of the engine is this energy received. It is less than that of the engine 's internal power[16]. The explanation is that friction, pumps and dynamos are reserved for some of the internal strength. Illustration 5. It was shown that SC-10 mixed fuel provided 3.4 HP percent more engine power and 1,98 Nm percent more engine torque values when effective power and engine torque values were examined. Higher cylinder pressure values[17] depend on the increase in the power and moment curves in favor of the SC-10. Biodiesel fuel has a greater enthalpy of evaporation than diesel fuel; this increases the density of air fuel, which increases[18].

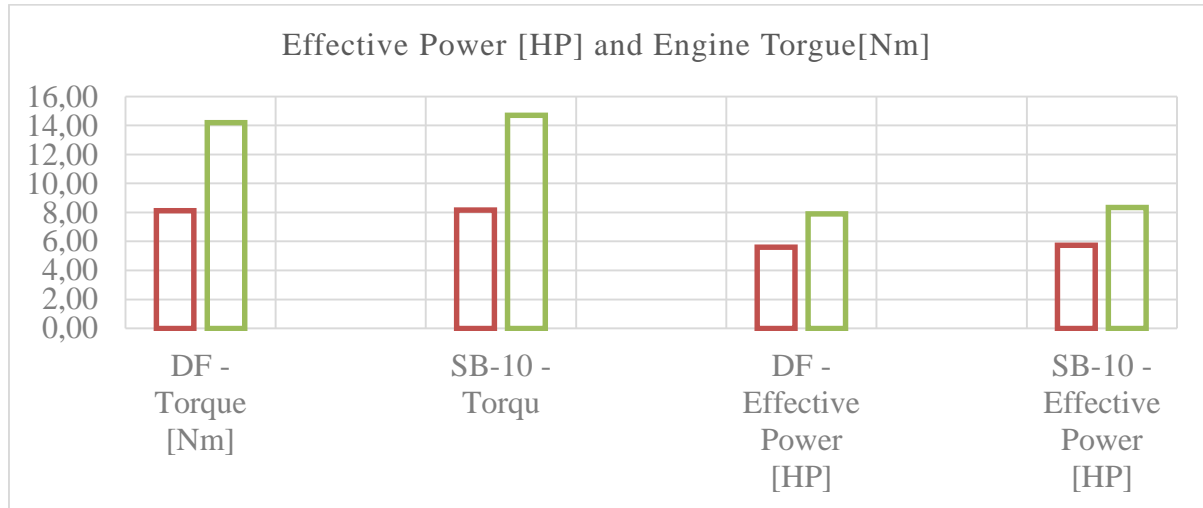


Figure 5. Load dependent variation of Nm / HP

4.2. Cylinder Pressure [bar]

Maximum cylinder pressure is determined as the highest point in the pressure diagram obtained with the aid of a pressure sensor placed in the combustion chamber of the internal combustion diesel engine. The maximum pressure values in the cylinder at a fixed motor speed of 1550 are shown in Figure 6. Here, a difference between the cycles of each fuel occurs because of cyclical differences. The crank angles at which the maximum cylinder pressure values of the experimental fuels were obtained were seen to be similar, occurring after the upper death point. When the values were examined between the experimental fuels, it was seen that the pressure values of the SC-10 fuel cylinder were higher than those of the DF fuel values. The increase in the maximum cylinder pressure values in favor of the mixed fuel depends on the increase in the filling quantity of the latent evaporation heat of the biodiesel fuel taken into the combustion chamber[19].

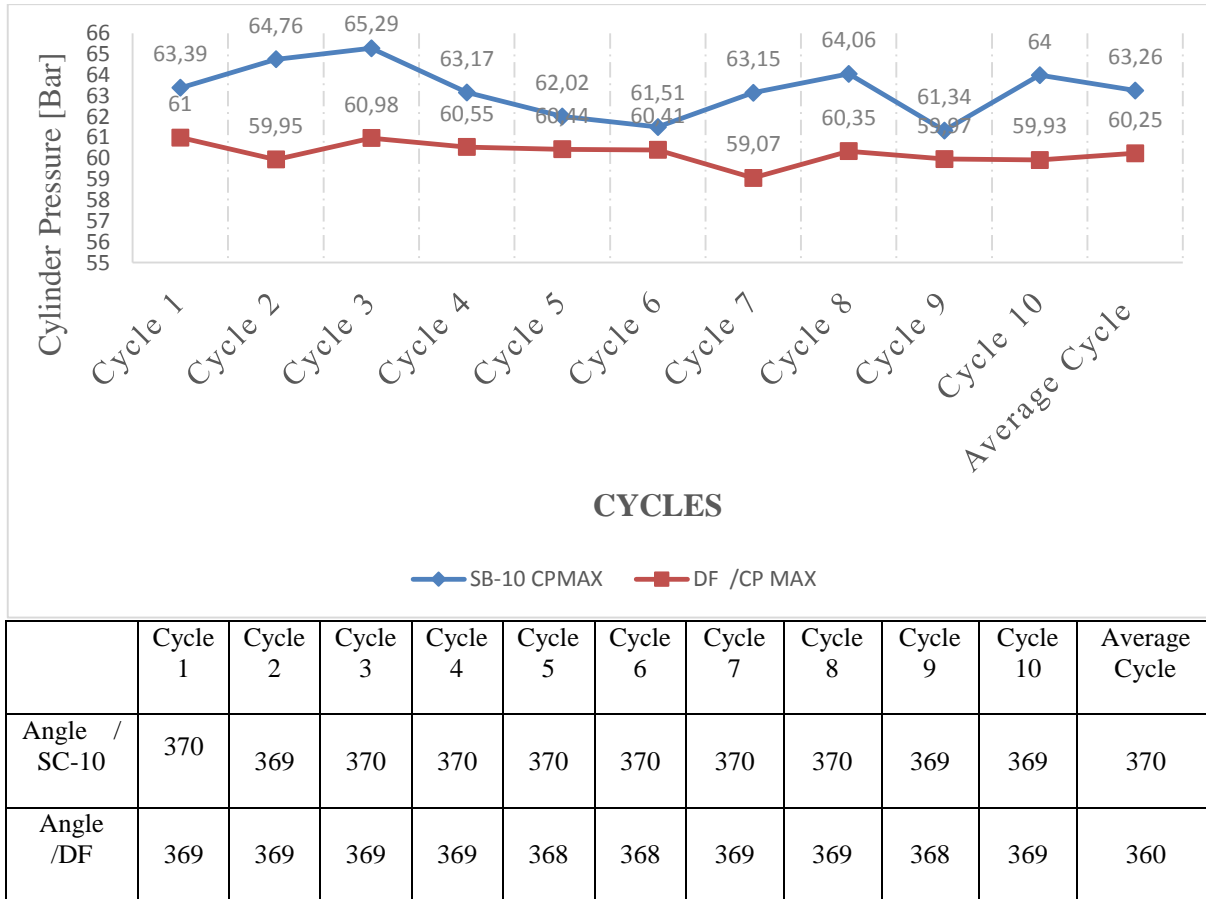


Figure 6. Load-dependent variation of Cylinder Pressure [bar]

4.3. Gas Temperature [°C]

Illustration 7. The study reveals that the fuel [SB-10] generates higher average gas temperature values than the fuel [DF] in all ten cycles. In support of SB-10, the difference between the averages of the temperature values formed by the experimental fuels is 16.72 percent. These higher average gas temperatures were assumed to occur because the combustion was more stable due to the excess oxygen content of biodiesel] [fuels[19]. In addition, it was determined that the highest average gas temperature values occurred in both test fuels at approximately 18-22 crank angles after the upper dead point. The crank angles at which the maximum gas temperature values of the SB-10 fuel are produced are close to the crank angles where the maximum gas temperature value of the DF is given.

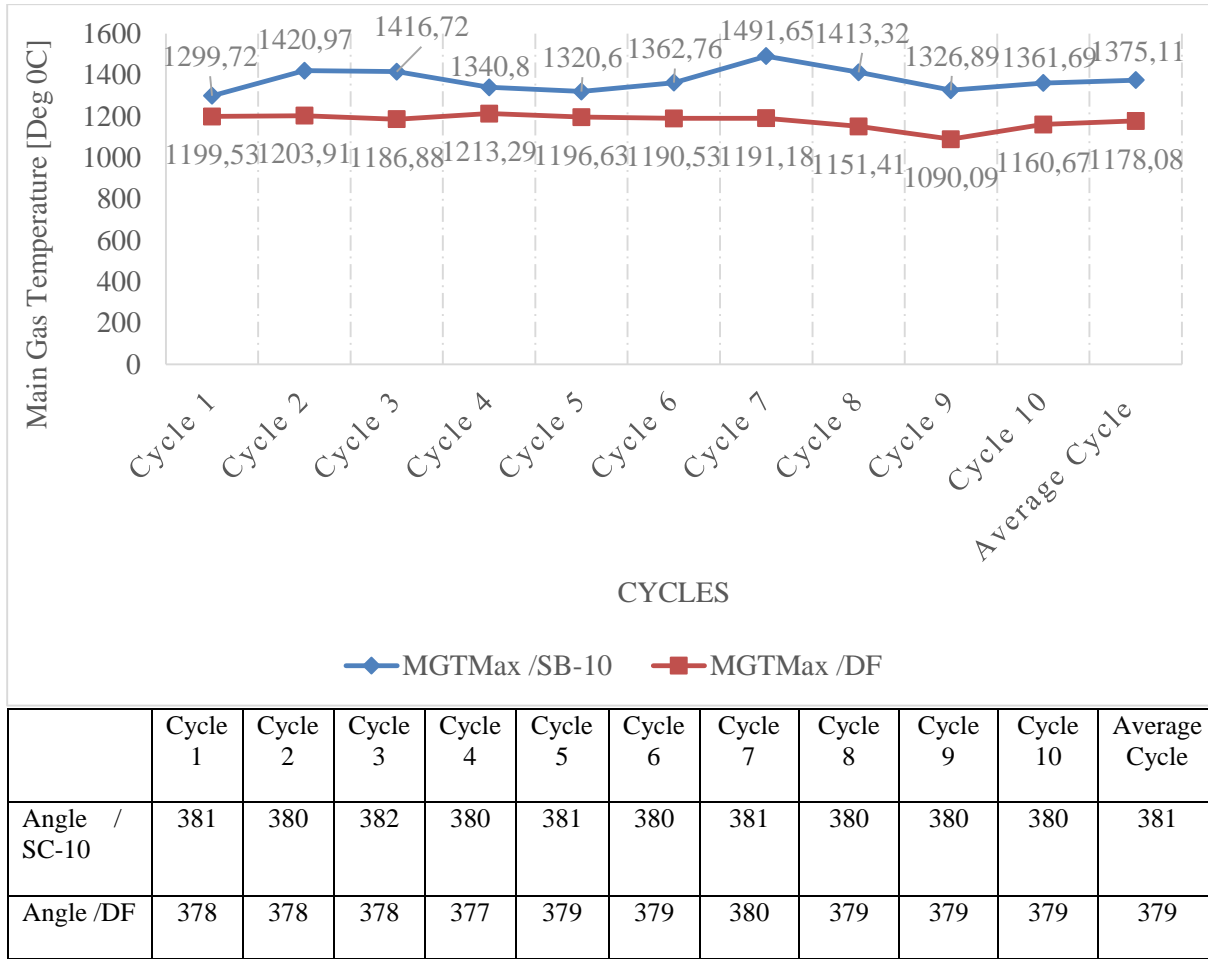


Figure 7. Load-dependent variation of MGT

4.4. Net Heat Release [NHR – j / deg]

Depending on the crank angle, Figure 8 shows the changes in the net heat release values, which are formed by taking the maximum values of 10 cycles. While the difference between the highest value and the lowest value was 21.68 % between the cycle values of the DF fuel, the SC-10 fuel cyclical difference was 17.75%. This is because the content of oxygen makes combustion more stable[erdal]. With the SC-10 fuel usage, the difference between the average maximum values of the experimental fuels was 2.53 percent higher. The high biodiesel fuel evaporation enthalpy reduces the ambient temperature and increases the filling. The amount of oxygen also improves the level of combustion [21]- [22].

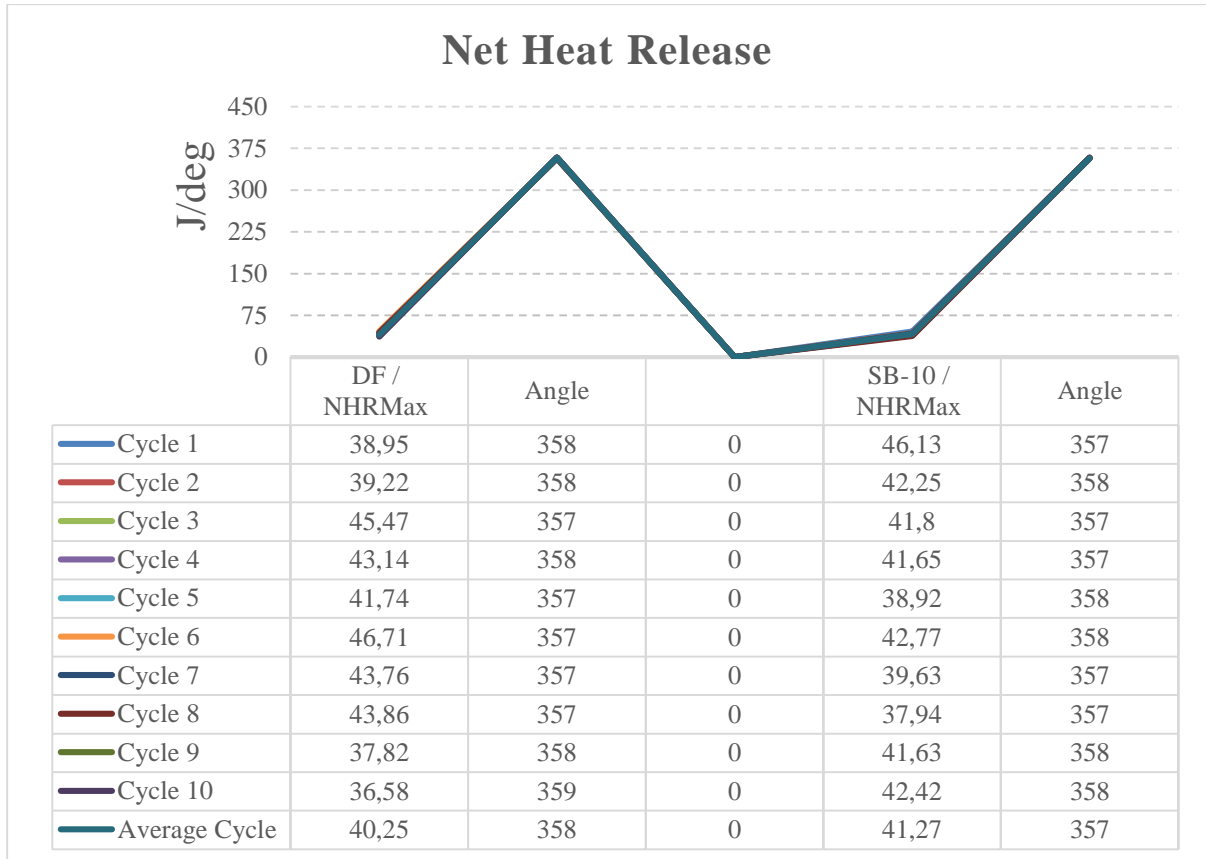


Figure 8. Heat release graph

4.5. Rate of Pressure Rise [RPR - dp/dQ]

The rate of increase in pressure [23] is an indicator of the energy released during the combustion process in internal combustion engines. Changes in the rate of increase in pressure depending on the crank angle (Figure 9) are provided. The pressure increases the difference between the lowest value and the highest value of 10 cycles obtained with SC-10 when Figure 9 is examined. Increased rate values between fuels in comparison to pressure The difference was 18.59 percent between the mean values. Higher pressure rise values were created by the mixed fuel than by DF fuel. Therefore, as the rate of increase in pressure increases with the sudden combustion of the amount of mixed fuel accumulated in the cylinder, the engine will operate as a stroke and will increase the temperature in the cylinder.

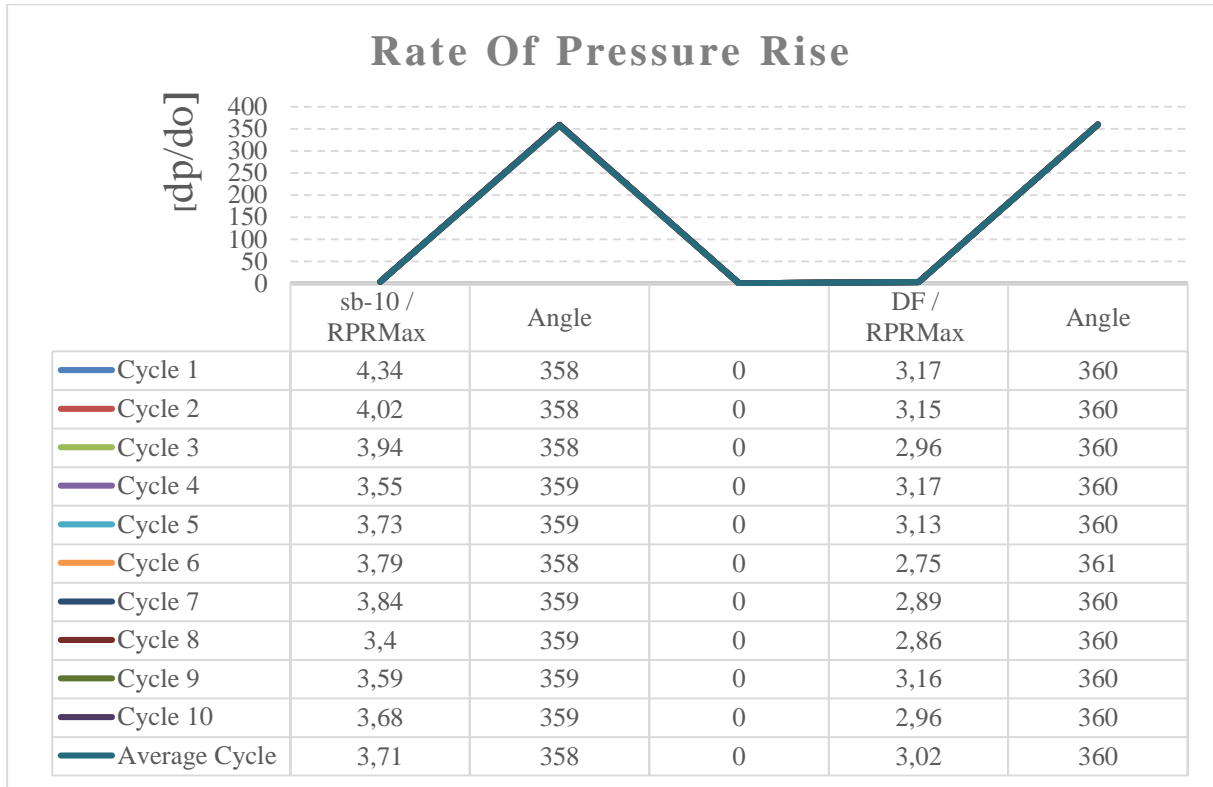


Figure 9. Pressure increase rate graph

4.6. Cummulative heat release [CHR - kJ]

The sum of the heat emissions released during the combustion process forms the cumulative value for internal combustion four-stroke diesel engines[24]. When the graph of the cumulative heat release values [Figure10.] is examined, the crank shaft angle, where the maximum values of the sc-10 fuel are formed, is seen after the upper dead point [ATDC] 46 crank shaft angle. It was observed that, with a delay of 3o [CA] compared to SC-10 blended fuel, the average crank angle at which maximum values were formed for DF fuel was [ATDC] 49 crank angle [CA]. Furthermore, it was seen that the cumulative temperatures were 2.77 percent higher with the use of SC-10 fuel than DF fuel. This difference is due to the prolongation of the delay in ignition [ID] and the increase in the amount of filling received depending on the height of the latent heat vaporization of the fuel mixture [25].

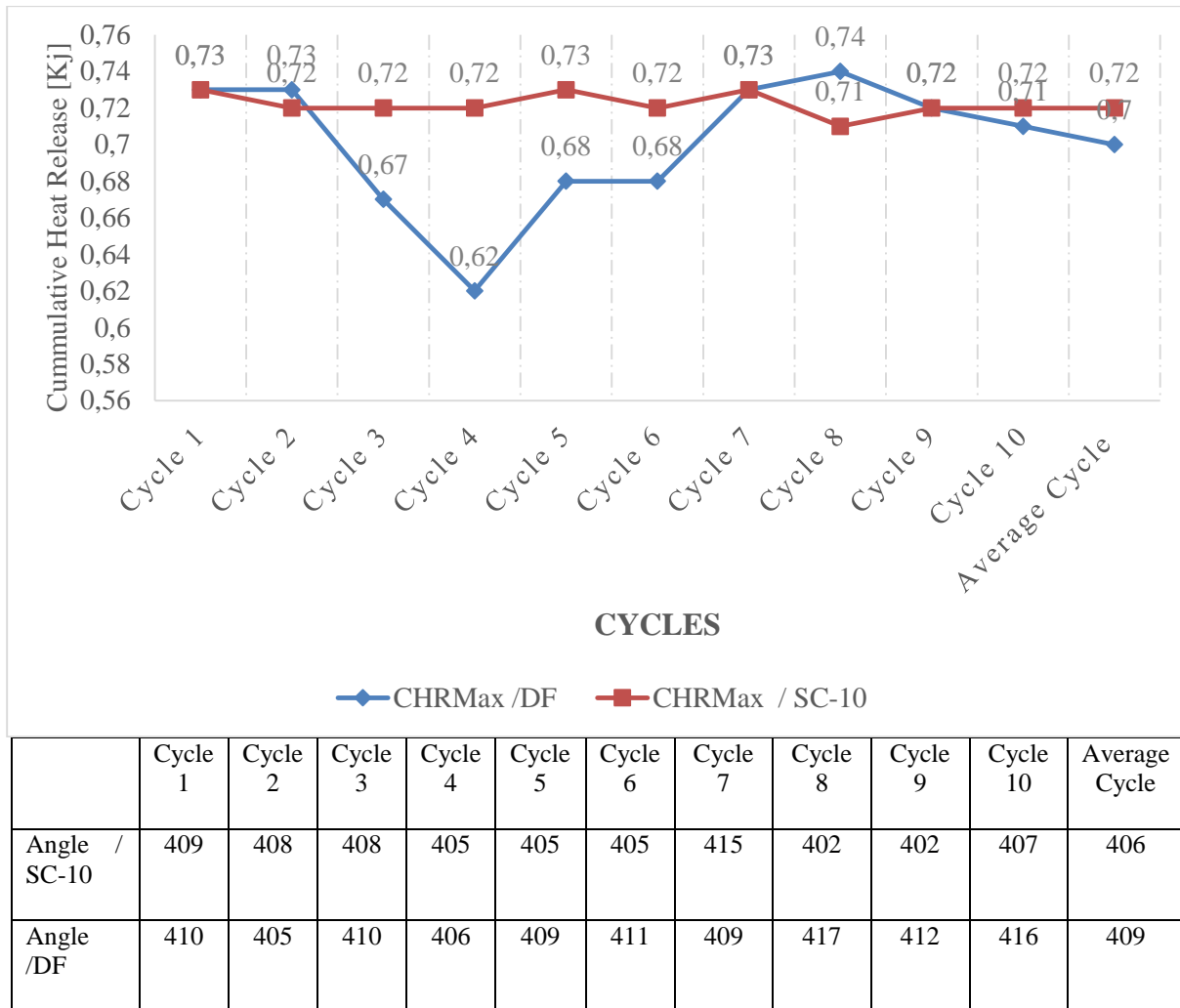


Figure 10. Cumulative Heat release graph

5. CONCLUSION

The data obtained by testing the essential oil obtained in a diesel test engine from the *Salvia candidissima* plant is given below. In comparison with the engine torque values produced by the DF and SC-10 fuels burned in the test engine, higher values of 1.9 Nm were obtained by using SC-10 fuel. It was shown that there was an improvement of 3.4 HP in the comparison of motor effective power values, which is one of the engine output values, and it was in favor of SC-10 petrol. 4.99 percent at the full cylinder gas pressure value of the SC-10 mixture gasoline fuel, when the combustion data are analyzed in detail, In their values, the maximum cumulative heat release is 2.85 percent The rate of maximal pressure increase in its values is 22.84 percent. At a maximum net heat release rate of 2.53 percent, And at average gas temperature levels of 16.72 per cent. If all the data obtained from the studies are analyzed as a whole, it can be seen that this new source of biodiesel fuel derived from essential oils provides the whole study with substantial overall improvements.

ACKNOWLEDGMENT

In the Laboratory part of my study, I would like to thank Dr. Fettullah TEKİNE for sharing her valuable contributions in obtaining essential oils with me.

CONFLICTS OF INTEREST

No conflict of interest was declared by the author.

REFERENCES

- [1] IEA, OECD and Non-OECD Countries Energy Statistics International Energy Agency, <http://www.iea.org/stats/index.asp> (Erişim Tarihi: 12.11.2012).
- [2] EIA, International Energy Outlook. 2011. Energy Information Administration, www.eia.gov/ieo (Erişim Tarihi:08.02.2013).
- [3] EIE, Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası ve İşletmedeki RES santraller <http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/ruzgar.aspx> (Erişim Tarihi: 02.09.2012).
- [4] H. Kum, Yenilenebilir Enerji Kaynakları: Dünya Piyasalarındaki Son Gelişmeler Ve Politikalar, Erciyes Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı: 33, Temmuz-Aralık 2009, S.207-223.
- [5] H. Kumbur, Z. Özer, D. H. Özsoy, E. D. Avcı, Türkiye’de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması, III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Bildiriler, (2005).
- [6] <http://www.ekoses.com/ekolojikyasamportali/bpg/publication> (Erişim tarihi 25.11.2005).
- [7] E. Alptekin, M. Çanakçı, Biyodizel ve Türkiye’nin Durumu, Mühendis ve Makine Dergisi, 47(561), 57-64. 2006.
- [8] A. Sabancı, B. Yaşar, H. H. Öztürk, M. N. Ören, M. Atal, Türkiyede Biyodizel ve Biyoetonal Üretiminin Tarım Sektörü Açısından Değerlendirilmesi, Çukurova Üniversitesi, Adana 2010.
- [9] N. Yaylı, Uçucu Yağlar ve Tıbbi Kullanımları, Karadeniz Teknik Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, 2013; 1-2-4.
- [10] M. K. Sakar ve M. Tanker, Fitokimyasal Analizler, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları No:67, Ankara, 1991; 128-129-189.
- [11] H. C. Başer, Uçucu Yağlar Ve Aromaterapi, Anadolu Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, 2009; 9-12-13-17-18-19-20-21.
- [12] Güner, A., Akyıldırım, B., Alkayış, M.F., Çingay B., Kanoğlu, S.S., Özkan, A.M., Öztekin, M. ve Tuğ, G.N. (2012). Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul.

- [13] Davis PH, Mill RR, Tan K (1988). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Suppl. 1)*, Vol. 10. Edinburgh: Edinburgh University Press, pp. 114–124.
- [14] H.F. Linskens, J.F. Jackson, 1997a *Modern Methods of Plant Analysis*, Vol. 19: *Plant Volatile Analysis*, Springer, Germany.
- [15] L. Pizarro and E. Park, *Lipase Catalyzed Production of Biodiesel Fuel from Vegetable Oils Contained in Waste Activated Bleaching Earth*. *Process Biochem.* 8 (2003): 1077-1082.
- [16] C. İlkılıç, S. Aydın, R. Behçet, and H. Aydın, *Biodiesel from safflower oil and its application in a diesel engine*. *Fuel Processing Technology*, 92(3), 291-716.
- [17] H. Bayraktar, *Experimental and theoretical investigation of using gasoline-ethanol blends in spark-ignition engines*. *Renew energy* 2005;30(11): 1733-47.
- [18] Celik M. B. *Experimental determination of suitable ethanol-gasoline blend rate at high compression ratio for gasoline engine*. *APPLIED THERMAL ENGINEERING*, cilt.28, ss.396-404, 2008
- [19] Uyumaz, A., Solmaz, H., Boz, F., Yılmaz, E., Polat, S. (2017). *Reaktif kontrollü sıkıştırma ile ateşlemeli (RCCI) bir motorda lambda'nın yanma karakteristiklerine etkileri*. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(3), 1146-1156.
- [20] K. H.C. Baser, (2016). *Pharmacological Effects of Essential Oils and Their Constituents from Plants of Kazakhstan' And 'Research Into Aromatic Plants of Northern Cyprus'*.
- [21] Naber, JD, Siebers, DL. (1998) *Hydrogen combustion under diesel engine conditions*, *Int. J Hydrogen Energy*; 23(5):363–71.
- [22] J. Ghajeri and D. Honnery, *Heat release model for the combustion of diesel oil emulsions in diesel engines*, *Applied Thermal Engineering*, 25(14–15):2072– 2085, 2005.
- [23] Anonim, *European pharmacopoeia*, Council of Europe, Strasbourg, 1387, 2000.
- [24] M. Al-Hasan, *Effect of ethanol-lead gasoline blends on engine performance and exhaust emission*. *Energy Convers Manag* 2003;44(9):1547-61.
- [25] R. O. B. Wijesekera, *The Medicinal Plant Industry*, Crc Press Llc, A. B. D., 1991.
- [26] J.A. Dutton, *Alternative Fuels from Biomass Sources* egee 439.e. Education Institute.
- [27] A. Beytekin, *Demir Klorür (FeCl₃) Katkili Biyodizel - Dizel Yakıt Karışımlarının Bir Dizel Motorda Kullanımı*, Otomotiv Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Batman Üniversitesi, 2019.
- [28] Anonim, *Bitkisel Atık Yağların Yönetimi*, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara, 2010.
- [29] E. Alptekin ve M. Çanakçı, *Biyodizel ve Türkiye'deki Durumu* *Mühendis ve Makina*, 47:561, 57-64, 2006.
- [30] D. M. Haagenson and D. P. Wiesenborn, *Impact of the North Dakota Growing Location on*

- Canola Biodiesel Quality, *Journal of American Oil Chemists Society*, 88, 1439-1445, 2011.
- [31] S. B. Lee, K. H. Han, J. D. Lee and I. K. Hong, “Optimum process and energy density analysis of canola oil biodiesel synthesis” *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 16, 1006–1010, 2010.
- [32] D.M. Haagenson, R. L. Brudvik, H. Lin and D. P. Wiesenborn, “Implementing an in Situ Alkaline Transesterification Method for Canola Biodiesel Quality Screening” *Journal of American Oil Chemists Society*, 87, 1351-1358, 2010.
- [33] I. M. Mujtaba, *Batch Distillation Design and Operation*, Series on Chemical Engineering, Vol. 3, Imperial College Press, London, 2004.
- [34] M. Tanker and N. Tanker, *Uçucu Yağlar*, *Farmakognozi Cilt 2*, Ankara Üniversitesi.
- [35] B.B. Thapa, *Extraction of Essential Oil*, *National Workshop On Chemical Investigation and Processing of Aromatic Plants*, Nepal, 71-81 (1989).



Araştırma Makalesi / Research Article

Research on Awareness and Needs of Architecture Students About Energy Efficient Buildings

Mimarlık Öğrencilerinin Enerji Verimli Binalar Hakkında Farkındalık ve İhtiyaçları Üzerine Bir Araştırma

Yusuf YILDIZ^{1,*} Semiha KARTAL² Türkan GÖKSAL ÖZBALTA³

¹ Balıkesir University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, Balıkesir, Turkey

² Trakya University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, Edirne, Turkey

³ Ege University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, İzmir, Turkey

ARTICLE INFO

Article History

Received 5 October 2020

Revised 9 November 2020

Accepted 10 November 2020

Available Online 31 December 2020

Keywords

Energy efficient building, architecture, education, design

MAKALE BİLGİSİ

Makale Tarihi

Alınış 5 Ekim 2020

Revize 9 Kasım 2020

Kabul 10 Kasım 2020

Online Yayınlama 31 Aralık 2020

Anahtar Kelimeler

Enerji tasarruflu bina, mimarlık, eğitim, tasarım

ABSTRACT

Sustainability and energy efficiency in building design are considered as important topics in today's architectural world. The purpose of this paper is to examine their opinions, requirements, current knowledge level, perception, and awareness regarding the energy efficient buildings on a group of architectural students from two universities. Results shows that architectural journals covering several general subjects were more preferred than academic journals by students. It was also revealed that there is a need for architect-oriented design guideline supported with visual expressions about the subject and students are familiar with some of the related terminologies. Therefore, this study can help the program coordinator in determining the course content and its sources of information related to energy efficient buildings in architecture schools.

ÖZ

Bina tasarımında sürdürülebilirlik ve enerji verimliliği günümüz mimarlık dünyasında önemli konular olarak kabul edilmektedir. Bu çalışmanın amacı, iki üniversiteden bir grup mimarlık öğrencisinin enerji verimli binalar hakkındaki görüşlerini, gereksinimlerini, mevcut bilgi düzeylerini, algılarını ve farkındalıklarını incelemektir. Sonuçlar, çeşitli genel konuları kapsayan mimarlık dergilerinin öğrenciler tarafından akademik dergilere göre daha çok tercih edildiğini göstermektedir. Konuyla ilgili görsel anlatımlarla desteklenen mimar odaklı tasarım kılavuzuna ihtiyaç olduğu ve öğrencilerin ilgili bazı terminolojilere aşina olduğu ortaya çıkmıştır. Bu çalışma mimarlık bölümlerindeki enerji verimli binalarla ilgili ders içeriğini belirlemede program koordinatörlerine yardımcı olması açısından önemlidir.

*Corresponding Author

E-mail addresses: yusifyildiz@gmail.com (Yusuf YILDIZ), semihak@trakya.edu.tr (Semiha KARTAL), tozbalta@gmail.com (Türkan GÖKSAL ÖZBALTA)

1. INTRODUCTION

Energy and its use are a versatile subject that concerns the whole world today. Nonrenewable energy resources are in the stage of exhaustion, and efforts to seek and create alternative sources are inevitable. Preservation and efficient use of the existing energy resources is important. Industry, transport and household are the main sectors responsible for high energy consumption globally [1]. Today, there are many studies focusing on the use of energy efficiency in the building sector because an important part of the energy and resources consumption belongs to buildings. Approximately 40% of the total energy consumption and about 36% of greenhouse gas emissions in Europe come from buildings [2].

In Turkey energy consumption in the building sector has grown strongly in recent years. It has increased from 19.5 mtoe in 2000 to 32.4 mtoe in 2015 and the annual average increment for energy demand has been 4.4% [3]. Fossil fuels are still a major energy source for all sectors today. Dependency on fossil fuels has not died out completely because the amount of energy production from renewable energy sources cannot meet demand. Fossil fuels are non-renewable and limited in supply and will eventually run out. The usage of fossil fuels has several disadvantages such as global warming and environmental pollution. These make energy efficiency and saving compulsory. All these indicate major necessities for energy efficient buildings urgently. In other words, energy efficiency is an important requirement from a building design perspective. Evidence of increased interest in energy efficient buildings can also be seen in academic literature. A search in Scopus [4], using the terms ‘energy efficiency’ AND ‘building’ appearing in the title, abstract or keywords, revealed several papers. Figure 1 shows this trend with the number of documents published worldwide between 1970 and 2018.

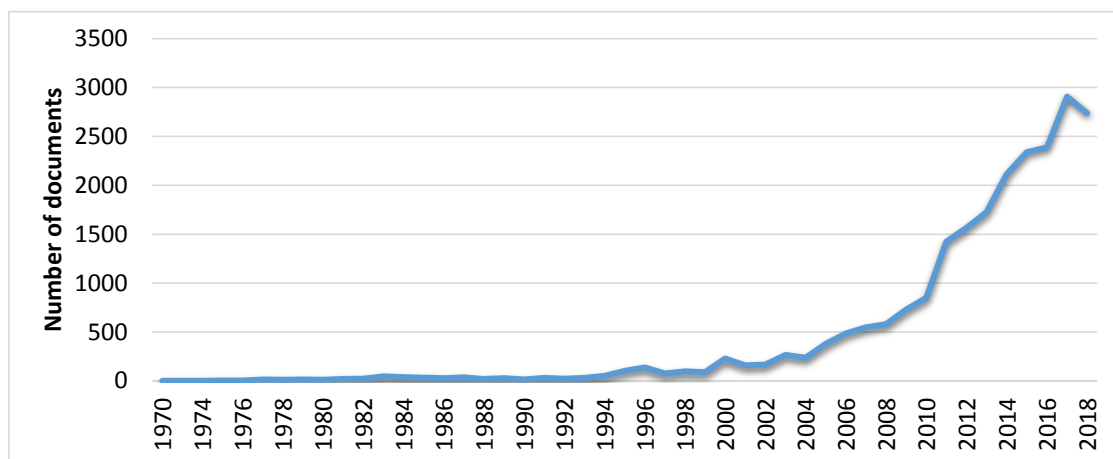


Figure 1. The number of documents published on the topic of ‘energy efficiency’ and ‘building’ between 1970 and 2018

Energy efficient building can be defined as a building designed to provide a comfortable and healthy indoor condition with minimum energy consumption [5]. It can also be stated as a building using substantially less fossil fuel energy and high renewable energy to ensure the same comfort conditions as a typical building [6]. Therefore, energy efficient buildings require a special design approach. It is clear that energy efficient buildings can require 10-30% lower energy than typical houses [7]. Moreover, annual specific final heating demand of a passive house is lower or equal to 15 kW h/m² [8].

Architects are responsible for building design. They also have an important role in reducing energy consumption in buildings. Architecture is accepted as a significant profession that shapes the built environment together with human life and plays an important role in providing basic human needs [9, 10, 11]. Thus, architects should have enough knowledge about energy efficiency for buildings. However, some architects prioritize aesthetic concerns and have little knowledge about energy efficient buildings [12]. All architects should play an important role in the efficient usage of energy in buildings. The existence of architects who have sufficient knowledge, experience and skills in this regard provides a significant contribution to the protection of the environment and saving energy. Energy usage in buildings based on a combination of convenient architectural and energy HVAC design, and effective operations and maintenance of active systems. Therefore, it is important that architecture students who will practice the architecture profession have information about energy efficient building design and show awareness and sensitivity in this regard. Architectural students can contribute to the correct and efficient use of resources with their knowledge, skills and designs in professional life.

Education plays a key role in preparing students for their profession, and education for architects begins at university. The capability and basic knowledge of architects in a specific context profoundly depend on education [13]. Architectural students in universities are trained mostly by academician expert on the different aspects of architecture such as design, structure, engineering, history and practice. It is known that the qualification for a subject require a certain level of knowledge and skill. Therefore, courses in architecture programs are helpful to create basic skills of architectural students [14, 15,16]. Architectural students need enough knowledge about energy conservation principles and techniques, site planning, building form, space organization, material selection, renewable energy usage etc. to be able to design comfortable and energy efficient buildings. Ismail et al. [17] stated that there is no clear framework on how architectural knowledge is integrated into the course plan, what kinds of courses are given, and how students associate this knowledge into practice during building design. Therefore, a conscious approach is needed to provide information for architects during the training phase. High-quality and helpful knowledge is also significant, particularly for decisions at the early stage of design process by the architects and others [18]. Information that is weak, incomplete, unclear or misunderstood may have negative effects on overall building design and its energy performance. An understanding of

students' perceptions of energy efficient buildings may give insight into how they are likely to engage in course practices. The findings help us understand the attitudes and behavioral dispositions of undergraduate architectural students and could help guide the development and delivery of curriculum content for energy efficient buildings. The novelty of this study lies in understanding expectations and perceptions of future architects about course content, format and sources of information, which related to energy efficient buildings. This research specifically aims to better understand architectural students' current knowledge level, requirements, beliefs and perceptions concerning energy efficient buildings. It has focused on the students of architecture because of their important roles as designer for built environment. The other objectives of the study are to:

- Investigate formats of information sources about a specific subject for architectural students,
- Give direction to energy efficient building design for academicians and architectural students from a scientific background.

This study also can fill a knowledge gap in the existing literature and provides a valuable contribution to the training process and program coordinators for Architecture schools about energy efficient buildings.

It is known that there are a few studies in literature regarding the needs of architectural students for energy efficient buildings. Sustainability has become an important issue in architectural education in order to be more sensitive to the environmental impact of architecture and to raise awareness of future generations [19]. Most studies have been carried out on integrating sustainability knowledge into architectural education. In this sense, Boarin et al. [20] investigated undergraduate and postgraduate architectural programmes offered by three tertiary education providers in different continents (Oceania, Europe and North America) and examined how different architectural programmes applied sustainability education within their course plans. The results show that almost all students see sustainability as an important part of their education; however, student views on sustainability in design differ greatly depends on its goals and design focus of each program. Porras Alvarez et al. [21] analyzed the curricula of 20 selected architecture schools in 11 Asian countries to define and summarize sustainability-related courses. It was found that the percentages of sustainable courses varied from less than 5% to 25% in their curricula. The study by Ismail et al. [17] focused on the type of models that have been used in architectural course plans in selected schools of architecture and examine the level of emphasis in integrating sustainability knowledge in the curriculum. It was found that 10 sampled architecture schools in the United Kingdom and the United States of America have different approaches in associating sustainability knowledge in their plan. Dabaieh et al. [22] investigated a relatively new experience in teaching and learning sustainable architecture trends in a living urban lab environment. The results showed that solving environmental problems and challenges in the building industry is hard

without the knowledge in architecture education necessary to apply suitable climatic conscious design principles. Yeang [23] provided important solutions that adapt environmentally friendly design and energy efficiency systems to architecture to create a design guide. Ceylan [24] was intended to provide a road map for revision of vision of architectural institutions in Turkey, philosophies, programs, and course content on the use of energy resources in an accurate and efficient way. Accordingly needs of architectural education in Turkey a model for an undergraduate program is proposed. The proposed program is valid for Turkey's present conditions and higher education laws. Kayıhan and Tönük [25] discussed the basic principles of sustainable design, sustainable development economically and ecologically and they draw attention to concepts such as sustainability, and also explained the relationship between these concepts and education. Baeumle and Hunt [26] defined the information needs of architectural students who want to design energy efficient and, naturally ventilated buildings. The results showed that architectural students preferred design regulations and case studies rather than technical journals. A design guidance in a visual format using conventions and terminologies was necessary for architects. Gaulmyn and Dupre [27] investigated usage of an energy performance simulation tool, called Easy Approach for Sustainable and Environmental Design (EASED) to train architectural students about innovative sustainable design. The results showed that individual studies were not convincing, and success was achieved during group work. Mavromatidis [28] developed a didactic approach to bring together sustainability and building applied energy efficient methodology in architectural education. It was seen that the applied approach gives trusted results for the pedagogical aim in the nine projects.

Elective courses are an opportunity for students to tailor their professional portfolios privately and support to students' professional and personal improvement and increase their motivation to perform well on selected topics [29]. Ghonim and Ewede [13] studied on providing a basis for associating elective courses into the architectural curriculum by researching the component of elective courses in 30 architectural programs worldwide. This paper raised new questions that broaden the impact of architectural programs on quality and investigate their benefits for those related with architectural accreditation. The study of Hedges et al. [30] provides a research designed specifically to provide a better understanding of the factors that contribute to student's elective module preferences. The results suggest that programs should increase their knowledge of the factors affecting students' choice of elective courses. Also Ting and Lee [31] examined the characteristics that affect students' choice of university elective courses. The results showed that students worry most about the perceived difficulties of the elective course and avoid enrolling in such an elective course. The reviewed literature showed that research on energy efficient buildings in terms of educational perspective lacks common studies. As a result of this literature review, we may argue that there is a need to understand and examine requirements of architectural students for energy efficient buildings within architectural education.

2. MATERIAL AND METHOD

This paper is organized in the following way: firstly, an introduction and literature survey, secondly, the general methodology is defined. In section 3 the key findings from the survey and recommendations are discussed to potentially better engage architects with scientific information. A detailed analysis was also conducted on the views and preferences expressed by the students. Finally, the results are summarized, and the main conclusions presented.

For the purpose of this research study, an exploratory approach was taken. The survey was selected as a type of main methodology. The basic concern was to keep the questionnaire as short as possible and to obtain reliable information. Thus, a clear and short survey was prepared for B.Sc. architectural students. At the undergraduate level, official course outlines of available Turkish architecture programs at state universities were reviewed and total number of ECTS (The European Credit Transfer and Accumulation System) credits of compulsory courses exclusively and specifically focused on energy efficiency was calculated to see rate in curriculum. It was found that the average ECTS credit of the courses in the programs was 5.7 (The standard deviation: 2.2). Then two architectural programs including related courses having average credit value were selected: Balıkesir and Trakya Universities. The students from two universities have also similar mean scores to be able to obtain registration rights for architecture according to YOK statistics. The survey was applied to gather information directly on energy efficient building and its design from the students. They were conducted during the courses and questionnaires were collected before students left classrooms to reach a high response rate. The questionnaire was applied to second, third and fourth-year architectural students in the 2018-2019 fall term.

The survey, totaling 18 questions, consisted of four parts: personal information (1), the general knowledge and perception of participants on energy efficient building (2), preferred information resources together with their format about energy efficient building and its design (3) and barriers for energy efficient building (4). The questionnaire includes mostly closed-ended and a few open-ended questions which were developed in view of the findings of similar studies previously conducted such as Baeumle and Hunt (2018) and are specifically designed to measure architecture students' awareness and needs about energy efficient buildings [26].

Main views and preferences of students were taken by answering the following questions:

- Which journals have you read or are interested in reading?
- Have you attended a seminar, conference and/or presentation about energy efficient buildings?
- Have you heard the following terms before?
- When designing an energy efficient building, which of the following sources would you use to help your design?

- Which expert(s) would you like to consult when designing an energy efficient building?
- If a design guide was to be written specifically for architects on energy efficient buildings which subjects should be included?
- Which of the following presentation style(s) is suitable for design guide?
- Where should the design guide be published?

The authors conducted a preliminary survey to test the research instrument and to identify items that should be revised and to check the sequencing of the questions. It was applied to sixteen randomly chosen architectural students in the study population. As a result, no major adverse comments were received from the students. Then the pilot study questionnaire, after slight modifications was prepared as the final questionnaire for the main study.

Once all changes were made, the survey questionnaires were deployed in two universities, Balıkesir and Trakya. A total of 479 respondents (303 from Balıkesir University and 176 from Trakya University) participated voluntarily in the survey. 460 were acceptable, representing a usable response rate of 98 percent. The collected data was analyzed and interpreted by using Statistical Package for Social Science (SPSS) version 22. The Quantitative survey data was reported statistically.

The demographics characteristics of the respondents are shown in Table 1. In Balıkesir University (BAUN), the sample consists of 303 students of which 136 (44.9%) were female and 167 (55.1%) were male. In Trakya University (TU), the number of female respondents was 97 (55.1%), while the male respondents numbered 79 (44.9%).

Table 1. Subject demographics

Balıkesir University	Age				Number	Proportion
	Ave	Min	Max	SD		
Male	21.40	18	30	1.711	167	55.1%
Female	20.95	18	33	1.926	136	44.9%
Second year student	19.64	18	33	1.651	86	28.4%
Third year student	20.86	19	26	1.008	84	27.7%
Fourth year student	22.42	20	30	1.426	133	43.9%
Trakya University	Age				Number	Proportion
	Ave	Min	Max	SD		
Male	22.11	19	41	3.385	79	44.9%
Female	20.82	19	27	1.354	97	55.1%
Second year student	20.51	19	28	1.423	71	40.3%
Third year student	21.41	20	32	1.768	85	48.3%
Fourth year student	24.55	21	41	5.042	20	11.4%
Balıkesir + Trakya University	Age				Number	Proportion
	Ave	Min	Max	SD		
Male	21.6	18	41	3.115	246	51.3%
Female	20.6	18	33	1.122	233	48.7%
Second year student	19.8	18	33	1.501	157	32.7%
Third year student	21.2	19	32	1.456	169	35.2%
Fourth year student	23.9	20	41	4.796	153	31.9%

3. THE RESEARCH FINDINGS

This section shows the main results of the survey parts. The opinions and preferences of architectural students are highlighted by using charts and tables.

3.1 The General knowledge and awareness of participants

The questions of this part refer to the general knowledge of participants on energy efficient buildings. Firstly, three different journals were determined regarded as either of a technical, an interdisciplinary and a design-related nature. “Megaron” which is an interdisciplinary journal was preferred as they span a broad spectrum of architecture research topics. “Yapı” journal is a magazine that gives ample space to new projects and applications from Turkey and around the world. “Thermal Science and Technology” is an academic journal that enables the publishing of original, theoretical, numerical and experimental studies in the field of heat science and technique. Later, which journal articles that were read and interesting to read were inquired about. The results show that in Balıkesir University, Yapı Journal was the most read paper by participants (Figure 2). The vast majority of the participants expressed willingness to read Journal of Thermal Science and Technology and Megaron Journal whereas only a small percentage, 13-14% read at all. It shows that the students from Balıkesir University were mostly interested reading journals related to energy efficient buildings. A similar situation was encountered with students from Trakya University. Yapı Journal was the most widely read journal. Journal of Thermal Science and Technology and Megaron Journal were papers interesting to read. The reason for the high read rate of Yapı Journal can be related to its scope because it covers a wide range of topics such as new projects from Turkey and around the world, environment, urbanism, architectural theory and history, technology and materials, industrial design and art. Other journals generally publish scientific papers. These mean that mostly architectural journals about general subjects appeals to architectural students.

Understanding of perceived knowledge of architectural students about energy efficient buildings is significant. Therefore, their knowledge levels were directly asked to the participants. The results were evaluated according to the educational year (Table 2). It was found that 8.2%, 4.7% and 5.2% of the participants from second, third and fourth educational year students in Balıkesir University selected no information about energy efficient buildings. According to the syllabus of Balıkesir University for architecture, building physic course (compulsory) are given to the third year students and one elective course about climate conscious building design in the third year. Thus, minimum rate for “none” may be happened in that year. The rate increased little in the fourth year. This may be because students have difficulty remembering the knowledge learned previously and there are not many elective courses for fourth year students. In Trakya University, we may deduce that the number of the participants voted

none is decreasing in years. Nobody from the fourth-year students choose none. It was seen in the syllabus of Trakya University for architecture that building physic course is in the third year and there is one more elective course related to energy efficiency in the fourth year. As a result, when a particular topic or issue in a course is given to students, they may be familiar with that subject. Most of the students from the two universities voted little and very little. Also, the number of students who voted much and too much did not reach a high rate. These results can reflect the importance of courses or activities related to a specific subject.

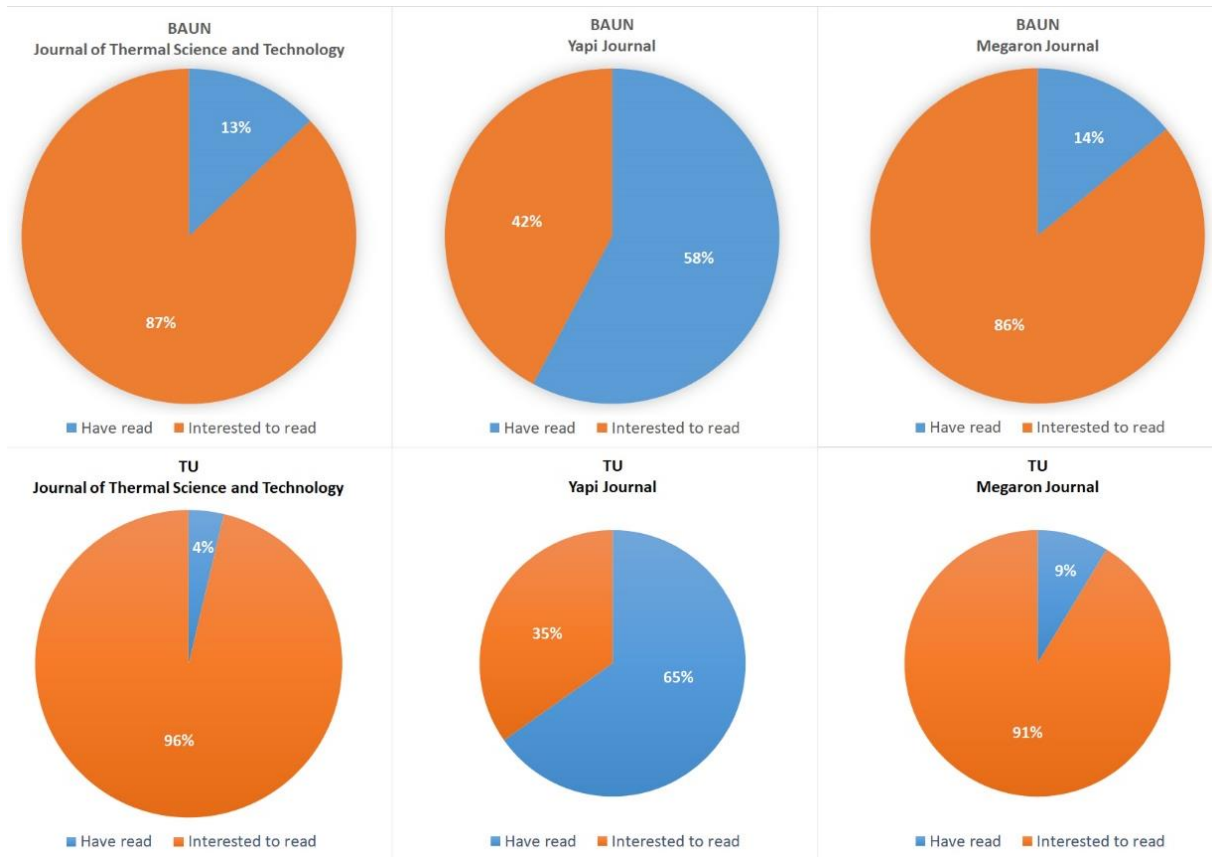


Figure 2. Reading percentages of related journals

Table 2. Knowledge level of the students on energy efficient design

	Second year		Third year		Fourth year	
	Balikesir University	Trakya University	Balikesir University	Trakya University	Balikesir University	Trakya University
None	8.2	11.3	4.7	4.7	5.2	0
Very little	55.4	42.3	34.5	24.7	33	20
Little	36.4	40.8	58.6	64.7	51.4	65
Much	0	5.6	1.1	4.7	6.7	15
Too much	0	0	1.1	1.2	0.7	0

The familiarity of technical terms can be associated with knowledge level at the same time. For that reason, 16 terms commonly used in energy efficient buildings determined from the literature was asked to the students to select the most familiar. The results were listed from most familiar to least in Figure 3. In Balıkesir University, ‘Solar shading’, ‘Insulation’ and ‘Thermal comfort’ were selected by over 200 students. Also, these terms are major issues for energy efficient buildings. Among the 16 terms ‘Trombe wall’, ‘Sun space’ and ‘Photo Voltaic (PV)’ were marked as little-known terms by approximately 75 students. An interesting result is that ‘PV’ was among the least familiar terms, although it is a common tool to produce electricity from the sun. The majority of architectural students in Trakya University selected ‘Insulation’, ‘Heat gain from the sun’ and ‘Solar shading’ as the most familiar terms. The least rated terms ‘Sun space’ ‘Airtightness’ and ‘Heat pump’ were marked by the students. It is clear that there are minor changes in ranking of terms between universities. This may be due to differences in course content.

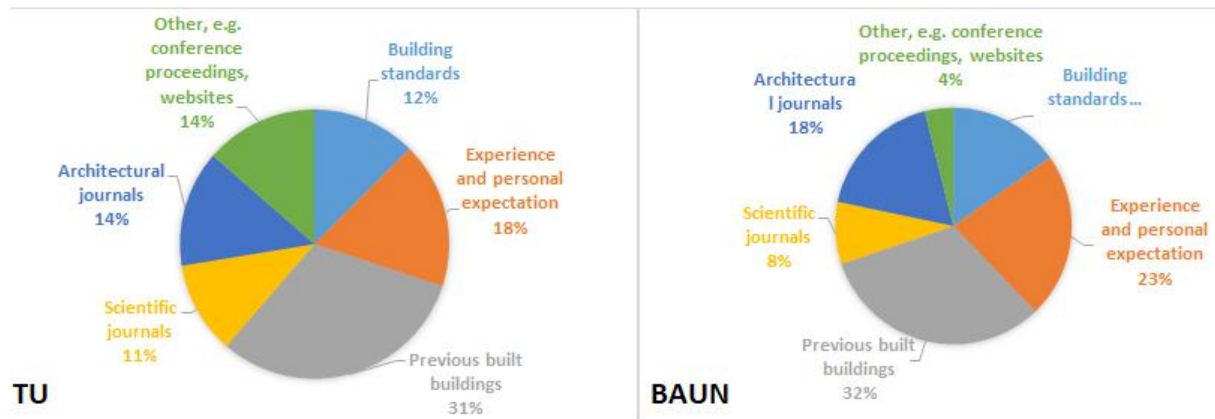


Figure 3. Reading percentages of related journals

Moreover, familiarity of terms was also investigated based on education years. The results (Table 3) shows that familiarity for terms has mostly increased in the fourth year compared to the second year. This finding is understandable as students are more likely to encounter these terms over time.

The next two questions deal with information sources and advice from the experts on energy efficient buildings. Thus, the participants were asked to select, from a variety of options, their preferred type of sources with reasons. Options related to sources are the journal papers, standards, previously built buildings and others. All responses were demonstrated in the pie chart (Figure 4).

Table 3. Percentage of voted terms related to energy efficient buildings based on education years

Terms	Second year		Third year		Fourth year	
	Balikesir University	Trakya University	Balikesir University	Trakya University	Balikesir University	Trakya University
Thermal comfort	52.3	60.6	69	94.1	85	95
Heating/cooling load	31.4	40.8	36.9	65.9	54.9	70
Thermal bridge	40.7	18.3	27.4	91.8	39.1	80
Heat gain from sun	60.5	73.2	52.4	95.3	74.4	95
Wind chimney	16.3	43.7	44	64.7	45.9	60
Trombe wall	8.1	11.3	21.4	88.2	19.5	90
Solar shading	91.9	85.9	84.5	92.9	96.2	95
PV	15.1	21.1	33.3	69.4	36.1	80
Heat pump	46.5	23.9	36.9	45.9	58.6	55
Heat transfer coefficient	36	42.3	36.9	84.7	70.7	75
Thermal mass	26.7	40.8	32.1	90.6	53.4	90
Heat transfer	51.2	66.2	52.4	91.8	80.5	85
Insulation	91.9	90.1	81	95.3	91.7	100
Sunspace	15.1	21.1	33.3	42.4	33.1	55
Airtightness	29.1	26.8	23.8	41.2	41.4	70
Smart glass	51.2	66.2	64.3	74.1	74.4	80
Solar chimney	12.8	39.4	40.5	69.4	36.8	75

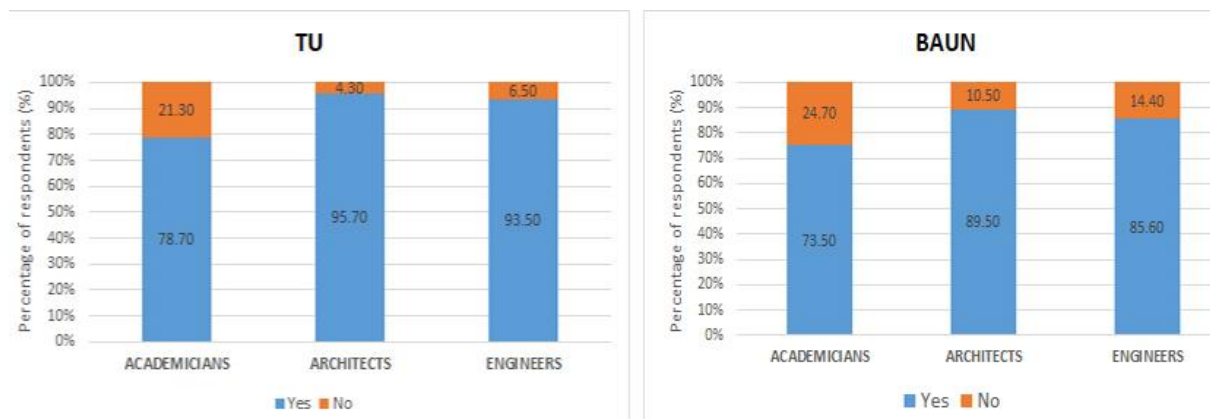


Figure 4. The preference for particular types of resource for energy efficient building design

Most of the participants (31% and 32%) selected the existing building as a reference and example for energy efficient building design. The potential reason of this preference may be the fact that current buildings can provide evidence-based information for design of energy efficient building. Another most preferred option with 18% (TU) and 23% (BAUN) is experience and personal expectation as information source. Maybe the students consider the experience as a helpful tool to gain practical knowledge and to develop key skills on a specific subject. Almost 18% of the participants from Balikesir University preferred the Architectural Journal whereas the ratio in Trakya University was 14%. These journals can serve as an archive of information in fields of several subjects. Another information resource is building standard. They cover a wide range of rules from design to construction. The

preference ratio of building standard was 15% (BAUN) and 12% (TU). Articles in scientific journals were preferred by a small number of the participants where the ratio was %8 - %11. Perhaps scientific journals are read generally by scientists and are mostly the final output of academic studies. There was a distinct difference between votes given by BAUN and TU students for conference, proceedings and website preferences. The ratio at Balıkesir University was 4% while it was 14% at Trakya University. This can be associated with several issues such as the number of organizations in these universities, distance to various organizations based on the location of two universities and access to conference papers. Trakya University is closer to Istanbul compared to Balıkesir University. It is known that many conferences and different activities are organized in Istanbul. Moreover, International Sinan Symposium is organized every two years by the Faculty of Architecture in Trakya University. More research is necessary to be able to obtain accurate reasons for this difference.

The survey also investigated experts preferred for consultation during the design of energy efficient building. As can be seen in Figure 5, 89.5% of Balıkesir University participants evaluate their colleagues as a source of information. In Trakya University, almost all students (95.7%) voted architects. It shows that architectural students accept architects as expert and the most reliable knowledge source when designing an energy efficient building. Engineers were voted in the second order as a consultant, the ratio is 93.5% (TU) and 85.6% (BAUN). The students think that close relationships between architects and engineers are essential to provide information for energy efficient buildings. Only the mean 77% of the students from two universities admits academicians as a knowledge source for energy efficient buildings. According to the general reasons expressed by students who voted academicians; they have more theoretical information and little practical skills and experience in the field of a subject. This means that academics need to improve their knowledge on practical topics.

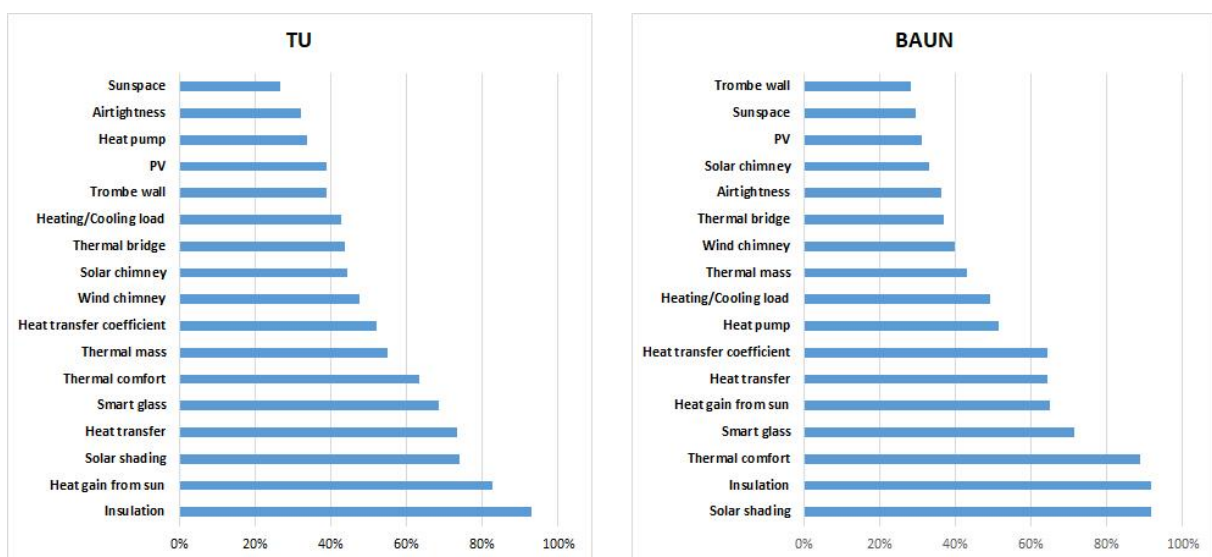


Figure 5. Percentage of architectural students who want to get advice from experts

Other questions focus on the understanding of willingness of the architectural students to design energy efficient buildings. A high percentage, 88.1% of the participants from Balıkesir University seemed assertive in designing energy efficient buildings whereas a small part of them were reluctant. The rate of willingness for energy efficient building design is very high with 96.6% in Trakya University. The major reason for the negative respondents expressed by participants was similar and they mostly concentrated on high construction expenditure and lack of demand for energy efficient buildings. A complementary question for design of energy efficient building was about the expected building stock in the future; would you like to see more energy efficient buildings in the next 5-10 years. Almost all of the participants (95.7%-BAUN and 98.9%-TU) want to see more energy efficient buildings in the building stock. Very few students have opposite opinions. These are also consistent with the previous results.

Keskin and Erbay [32] stated that architecture discipline has an important responsibility for building sustainability and construction of environmentally friendly buildings. The authors consider that architects should believe that energy needs of buildings can be reduced with energy efficient architectural strategies and they have an important role to save energy in buildings. For this reason and to support previous questions related to energy efficient building design, a new one was prepared. It examined students' perceptions about whether it is possible to reduce the energy consumption of buildings with architectural strategies. While the vast majority (82.8%) of Balıkesir University participants agree that energy saving is possible with architectural solutions, 17.2% of students think that this is not possible. In Trakya University 91% of the students believed architectural solutions could be helpful to reduce energy demand in buildings. One of the reasons behind the negative belief is as follows; architects do not have sufficient knowledge; another is that the contractors are the main determinants of the construction and decision process. In addition, the lack of energy efficient building samples is also stated as a negative situation.

Regulations, standards and codes can contain mandatory instructions that affect the architectural design process. Thus, the following question focuses on the rules on energy efficiency in these documents that limit the architectural design process and creativity of architects. 67.7% of the participants in Balıkesir University think that designing a building with rules as energy efficient does not affect the freedom and creativity of the architects and process. However, 32.3% of the students disagree. According to the results of the survey from Trakya University, 75.8%, of students consider that the criteria does not limit the design and architects but 20% of them believe that it can restrict architects and the design process. The general reason explained by the students is that the rules can make the design process more complicated. This may also be accepted as a barrier for increasing the number of energy efficient buildings. To clarify this situation, the nine potential barriers listed in the

questionnaire were asked to the participants. The results revealed that the five greatest perceived barriers were the same for Balıkesir and Trakya Universities (Figure 6). They are unknown importance of subject adequately, increasing construction costs, lack of demand, no legal obligation and insufficient architectural expertise. They were found as major barriers and adversely affect the increase in the number of energy efficient buildings. These concerns can be mitigated by explaining the energy saving potential of energy efficient buildings and their financial and environmental benefits. In other words, all gains from the energy efficient buildings could be used as the main argument by policy makers and all stakeholders to eliminate hesitation or anxiety. On the other hand, lack of resources/knowledge and lack of Turkish resources/knowledge on the subject are the least rated obstacles.

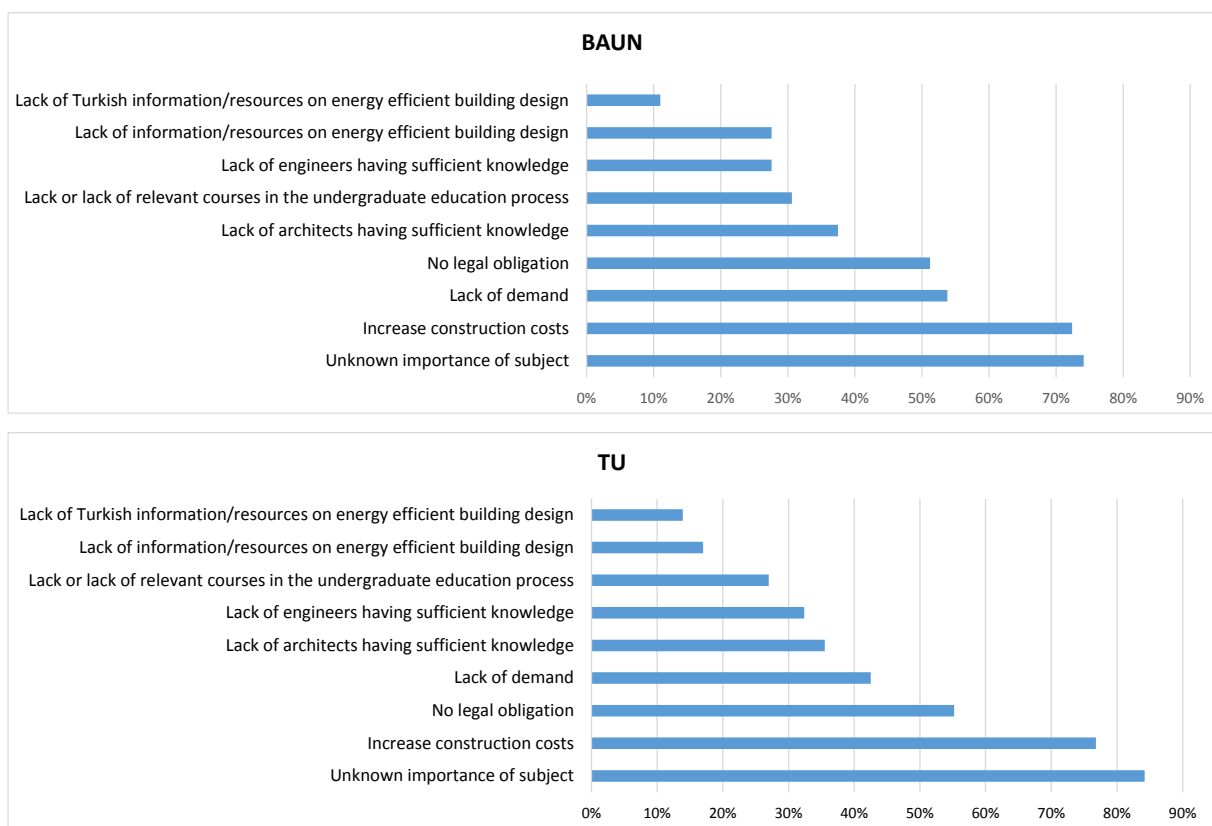


Figure 6. Potential barriers to increasing the number of energy efficient buildings

The last question deals with participation in activities such as seminars, conferences and/or lectures about the subject. This question was formulated in this way; “Have you been involved in any activity on energy efficient buildings?”. 61.4% of the students in Balıkesir University joined activities but this rate was only 48.5% in Trakya University. It can be related to the number of activities organized by the universities. When the results are examined based on the educational year, it is clear that participation rate increases towards upper classes (Table 4). It means that interest, awareness and actions for energy efficient buildings increases over time.

Table 4. Percentage of the students joining to the activities related to energy efficient buildings

	Second year		Third year		Fourth year	
	Balıkesir University	Trakya University	Balıkesir University	Trakya University	Balıkesir University	Trakya University
Yes	52.3	29.6	57.1	44	69.9	80
No	47.7	70.4	42.9	56	30.1	20

3.2 Content and format of information resources

It is not possible to learn everything about a subject through the courses. Paper based documents can be helpful for the learning process. Generally, scientific papers consist of mostly theoretical information, technical terms and mathematical equations. They can be easily understood by academicians, but it can be unfamiliar to audience from other disciplines having professional qualification such as architects. This type of resources may prevent the application of study findings during the design process. For these reasons, the last part of the questionnaire deals with information resources in terms of different aspects such as preferred styles and formats. Initially, we investigated whether available resources about energy efficient buildings were adequate for students. Only 16.2% of the respondents in Balıkesir University believed existing resources were enough. This rate is surprisingly higher at 30.3% for Trakya University. This result indicates that there is not a consensus among students from Trakya and Balıkesir University. The rest of participants consider that there is not enough resource about the subject. The possible reason of this can be related to lack of Turkish resources in literature and difficulties in access to information resources.

Type or format of information resources can directly change its intelligibility. Thus, its style is very important and should be determined based on the audience. To examine existing resources' type in literature from the perspective of students, it was asked whether their design format is suitable for use and understood by architects or not. Almost half of the students (46.2% -BAUN, 46.8% -TU) think it is appropriate, while the rest think it is not. The answers from two questions show that the architectural students need resource in a suitable format. Content for information resource is another significant issue. It was asked if a design guide is prepared for architects and which of the 13 topics should be included in this guide. Figure 7 summarizes the responses according to the topics. The results showed that 'Renewable energy sources', 'Natural ventilation', 'Natural daylight', 'Principles of energy efficient building design' and 'Insulation' were the most desired topics included in the design guide for students of both universities. 'Photovoltaics (PV)', 'Heat pump', 'Passive strategies for building design' were the least desired topics in the design guide.

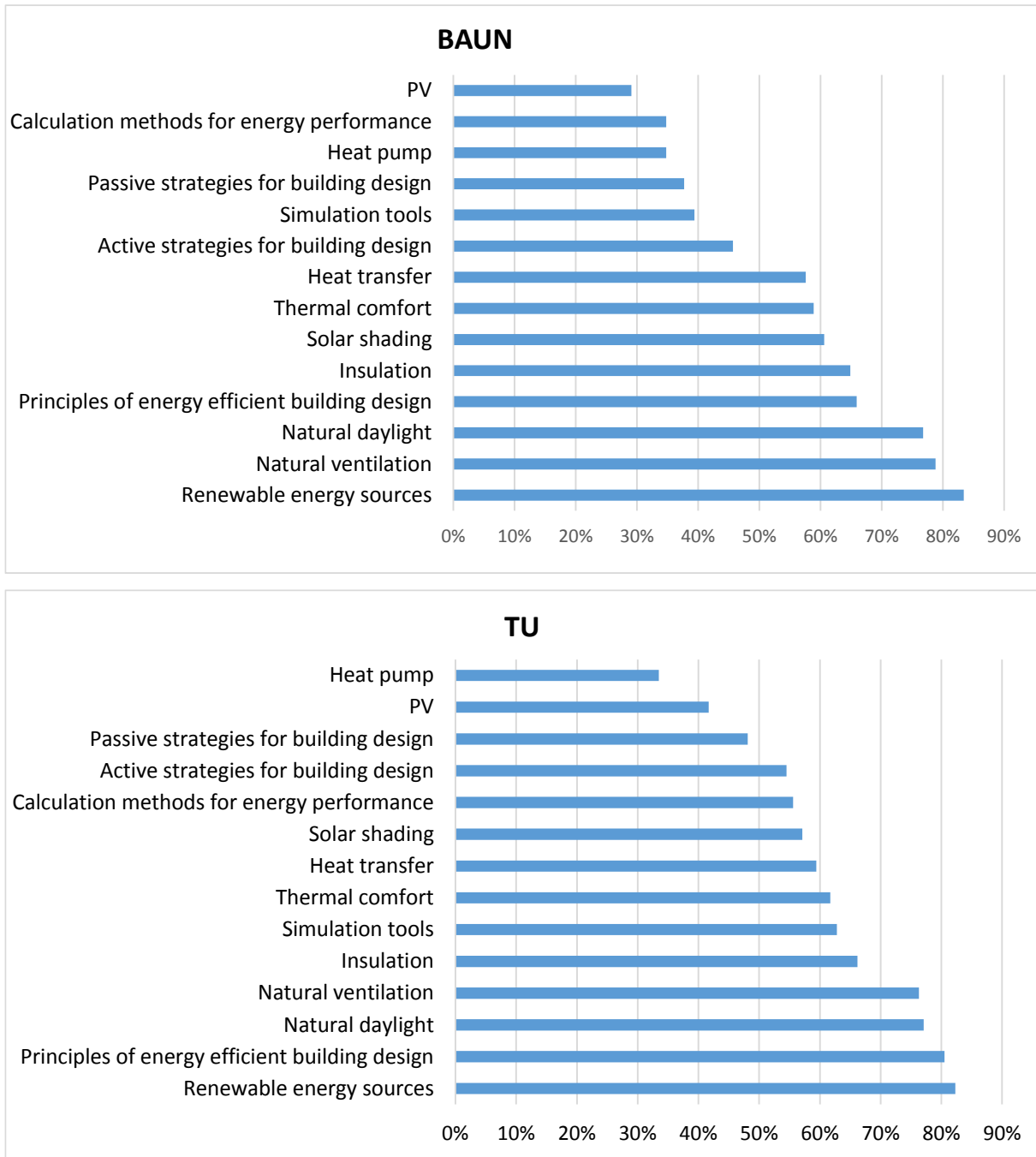


Figure 7. Preferred topics in the design guide

Once the topics have been decided, the next question has been prepared regarding the style and format of the design guide, because they are as important as the topics in the design guide. We inquired in our questionnaire which presentation style is better. Survey findings in Figure 8 indicated that the greatest preference by students (90%) was diagrams, pictures and descriptions for design guide. This is generally valid for all architects because, as is known, architects have the ability to reflect their design and comments visually [33]. It was also seen that almost 50% in BAUN and 60% in TU of the students prefer a design guide consisting of mathematical equations and calculation examples. This is an

important result because a significant part of the students believes the necessity of mathematical equations. In our opinion, students are interested in usage of mathematical equations and calculation examples, but as an architect candidate still mostly prefer a design guide consisting predominantly of visual materials. It is clear that there is no one certain style for design guide. As a result, a design guide should be a combination of one or more styles desired by the architectural students.

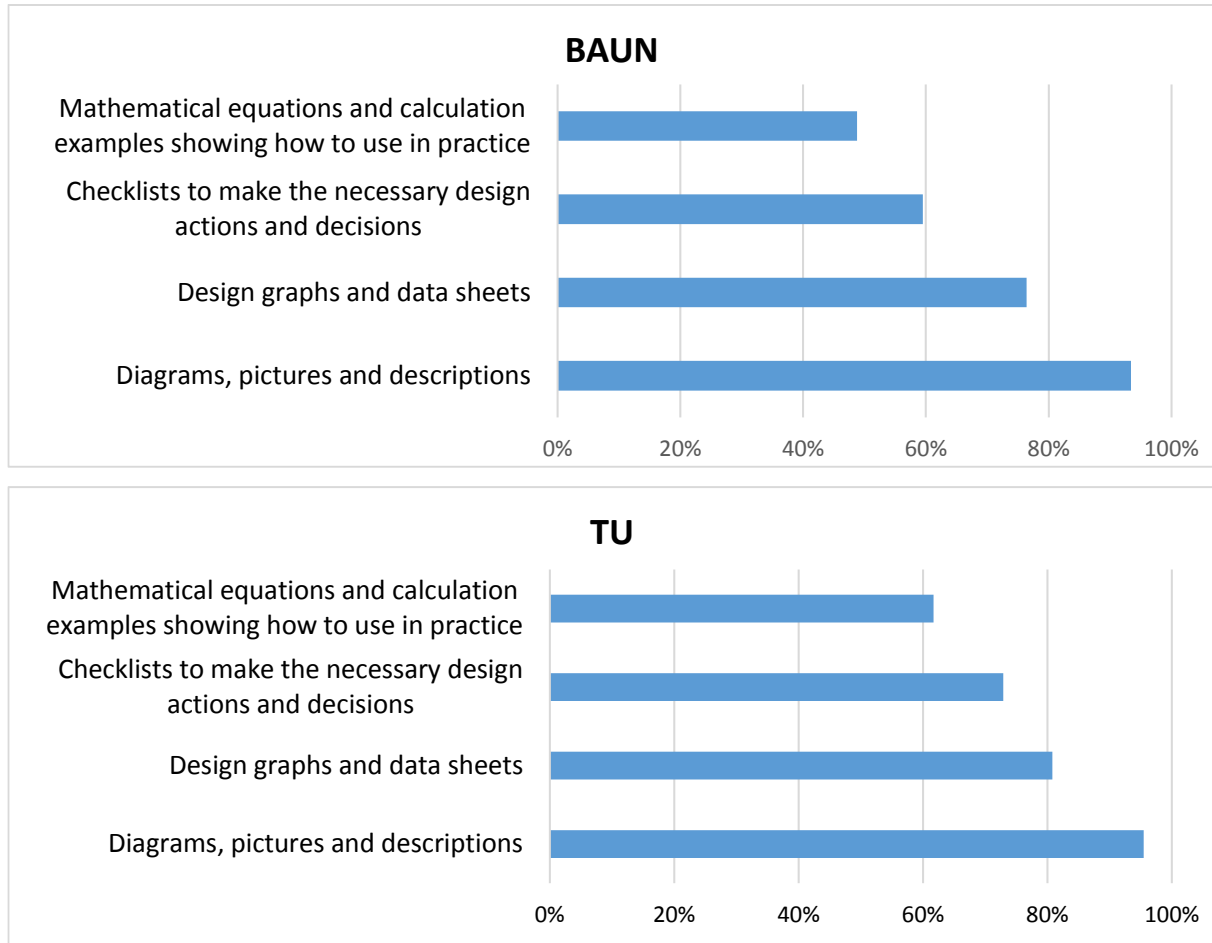


Figure 8. Preferred presentation styles

The survey results also showed preferred level of detail for a design guide. A short and concise guide for energy efficient building design was scored as 63.7% (BAUN) and 50.2% (TU). The participants emphasized the importance of shortness and clarity for the design guide. Several participants expressed the main reasons behind their choices as follow;

- Short guide can be more easily understood.
- Avoiding confusion is good.
- Details can make it boring.

By contrast, the rest of the students wanted a comprehensive guide including detailed instructions and arguments on energy efficient buildings. They commented that:

- Even if we know nothing, we can learn something.
- If we learn more, we can use it more effectively.
- Designing will be easier when all the details are learned.
- More information can lead to more accurate results.
- A detailed guide is required.

Finally, the participants were asked where the design guide should be published. The findings showed that over 80% of participants in two universities preferred the internet to publish the design guide. More than 50% of the students would prefer a design guide to be published as journal articles and books.

4. CONCLUSION

This study was conducted to investigate future architects' requirements, current knowledge level, perception, and awareness regarding the energy efficient buildings on a group of architectural students from Balıkesir and Trakya Universities. The findings of the survey were examined to give idea and raise awareness about energy efficient buildings through the architectural students. When the participants are considered as an architect in the future, their vision is more important for academicians and professionals.

The main results of survey conducted in two universities were summarized as follows:

- There is no dominant distinction between answers of students in Balıkesir and Trakya Universities.
- The respondents seem generally very optimistic towards reading publications about energy efficient buildings.
- Familiarities of the terms show students' good awareness on energy efficient buildings. Terms generally took similar vote rates in Balıkesir and Trakya Universities. By using the most preferred terms, academicians can determine course content to meet the needs and expectations of architectural students.
- According to students, unknown importance of subject, construction costs, lack of demand and lack of legal obligation are the most important barriers for increasing the number of energy efficient buildings. Therefore, the development of solutions for these issues should be priority.
- Architecture students mostly prefer existing buildings as a learning tool. This presents importance and need of good practical applications for the specific subjects and they can provide proven and helpful information to architectural students.
- Visual presentation techniques instead of theoretical terms are preferred as a design guide style. A design guide should also be in a short format with intelligible and visual explanations. It can be concluded that visual representation of theoretical knowledge and clear mathematical notation are vital requirement for architectural students.

- It is essential that efforts to increase architectural students' knowledge about energy efficient buildings give a positive effect, e.g. towards increasing the number of buildings consuming low energy.
- Almost all of the students wanted accessible design guideline on the internet. This indicates that web platform is very important and an easy tool to reach the audience. An interactive design guideline on an online platform or blog can be helpful for the architectural community in the future.

To conclude, this study reveals personal views and opinions of architectural students that will contribute to the educational and professional process. The above results are expected to be useful and guiding for developing information resources for architectural students. It was also revealed that they should be prepared with attractive visual format and content for energy efficient buildings and case studies of current buildings should be a part of the architectural education in a practical manner. In view of these results, department managers can set up coherent course content and sources of information, ideally in an atmosphere that fosters interdisciplinary solution and collaboration. Indeed, well-designed courses may even constitute solutions to the problems related to energy efficient buildings that many architects are facing nowadays.

The main limitation of this study is that the survey took place in two architecture schools. Thus, the results can likely not be generalized to all architectural students. They express opinions and perception of a small sample of architectural students. Hence, future studies with much larger sample size would be required to ensure more generalization of the findings of the study. Content of study could be expanded to evaluate the effectiveness of the architectural education process in terms of the sustainable building design by reviewing curriculum in schools of architecture.

CONFLICTS OF INTEREST

No conflict of interest was declared by the authors.

REFERENCES

- [1] K. Song, S. Qu, M. Taiebat, S. Liang, and M. Xu, "Scale, distribution and variations of global greenhouse gas emissions driven by U.S. households," *Environ. Int.*, 133, (2019) 105-137.
- [2] A. Ferreira, M. D. Pinheiro, J. de Brito, and R. Mateus, "Relating carbon and energy intensity of best-performing retailers with policy, strategy and building practice," *Energy Effic.*, 13, (2020), 597-619.
- [3] Ministry of Energy and Natural Resources, "National Energy Efficiency Action Plan 2017-2023", Ankara, (2018).

- [4] “Scopus preview - Scopus - Welcome to Scopus.” [Online]. Available: <https://www.scopus.com/home.uri>. [Accessed: 08-May-2020].
- [5] A. Hinge, “Zero Energy Building Definitions and Policy Activity,” (2018).
- [6] A. Chel and G. Kaushik, “Renewable energy technologies for sustainable development of energy efficient building,” *Alexandria Eng. J.*, 57(2), (2018), 655–669.
- [7] A. Gusev, “Comparison of Energy Efficiency Measures in Russia to those Implemented by Developed Countries (Including IEA Measures),” (2014).
- [8] A. Stephan, R. H. Crawford, and K. de Myttenaere, “A comprehensive assessment of the life cycle energy demand of passive houses,” *Appl. Energy*, 112, (2013), 23–34.
- [9] T. Çivici, “İnşaat Proje Organizasyonlarında Kişiler Arası Çatışma Çözüm Yaklaşımları ile Kişilik Özellikleri Arasındaki İlişki,” *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Derg.*, 34(3), (2019), 195–206.
- [10] N. L. Eleni Antonara, J. Georgi, “Sustainable architecture through an environmental educational program,” in 4th International Conference on Renewable Energy Sources and Energy Efficiency – New Challenges, at Nicosia Cyprus, 2013.
- [11] S. S. Uzunoglu and K. Uzunoglu, “The application of formal perception of gestalt in architectural education,” in *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, (2011), 993–1003.
- [12] M. Ryghaug and K. H. Sørensen, “How energy efficiency fails in the building industry,” *Energy Policy*, 37(3), (2009), 984–991.
- [13] M. Ghonim and N. Eweda, “Investigating elective courses in architectural education,” *Front. Archit. Res.*, 7(2), (2018), 235–256.
- [14] S. Altomonte, “Environmental education for sustainable architecture,” *Rev. Eur. Stud.*, 1(2), (2009), 12–21.
- [15] S. Holdsworth and O. Sandri, “Sustainability Education and the Built Environment: Experiences from the Classroom,” *J. Educ. Built Environ.*, 9(1), (2014) 48–68.
- [16] Y. Karatepe, S. V. Neşe, A. Keçebaş, and M. Yumurtacı, “The levels of awareness about the renewable energy sources of university students in Turkey,” *Renew. Energy*, 44, (2012), 174–179.
- [17] M. A. Ismail, N. Keumala, and R. M. Dabdoob, “Review on integrating sustainability knowledge into architectural education: Practice in the UK and the USA,” *Journal of Cleaner Production*, 3, (2017), 1542-1552.
- [18] M. W. Ellis and E. H. Mathews, “A new simplified thermal design tool for architects,” *Build. Environ.*, 36(9), (2001), 1009–1021.

- [19] A. N. Çalikuşu, “Sustainability in architectural education: The impact of education on perceptions of sustainability,” Middle East Technical University, (2019), METU, FBE, Ankara.
- [20] P. Boarin, A. Martinez-Molina, and I. Juan-Ferruses, “Understanding students’ perception of sustainability in architecture education: A comparison among universities in three different continents,” *J. Clean. Prod.*, 248, (2020), 1-16.
- [21] S. Porras Álvarez, K. Lee, J. Park, and S.-Y. Rieh, “A Comparative Study on Sustainability in Architectural Education in Asia—With a Focus on Professional Degree Curricula,” *Sustainability*, 8(3), (2016), 1-32.
- [22] M. Dabaieh, M. Lashin, and A. Elbably, “Going green in architectural education: An urban living lab experiment for a graduation green design studio in Saint Catherine, Egypt,” *Sol. Energy*, 144, (2017), 356–366.
- [23] K. Yeang, *Ecodesign: A Manual for Ecological Design*. Wiley, (2008).
- [24] S. Ceylan, “A model proposal for integrating energy efficiency/sustainable design principles with architectural education in Turkey,” Yıldız Technical University, 2016.
- [25] S. Tönük, K.S. Kayıhan, “Sürdürülebilir Temel Eğitim Binası Tasarımı Bağlamında Arsa Seçimi Ve Analizi Konusunun İrdelenmesi,” *Yıldız Tech. Univ. Fac. Archit. E-Journal*, 3(2): (2008), 137–154.
- [26] R. Baeumle and G. R. Hunt, “Capturing the needs of architects: a survey of their current information requirements for natural ventilation design,” *Int. J. Vent.*, 17(2), (2018), 120–147.
- [27] C. de Gaulmyn and K. Dupre, “Teaching sustainable design in architecture education: Critical review of Easy Approach for Sustainable and Environmental Design (EASED),” *Front. Archit. Res.*, 8(2), (2019), 238–260.
- [28] L. Mavromatidis, “Coupling architectural synthesis to applied thermal engineering, constructal thermodynamics and fractal analysis: An original pedagogic method to incorporate ‘sustainability’ into architectural education during the initial conceptual stages,” *Sustain. Cities Soc.*, 39, (2018), 689–707.
- [29] Z. Inna., L. Movchan, “The Role of Elective Courses in Students’ Professional Development: Foreign Experience,” *Comp. Prof. Pedagog.*, 7, (2012), 20–26.
- [30] M. R. Hedges, G. A. Pacheco, and D. J. Webber, “What determines students’ choices of elective modules?,” *Int. Rev. Econ. Educ.*, 17, (2014), 39–54.
- [31] D. H. Ting and C. Lee, “Understanding students’ choice of electives and its implications,” *Stud. High. Educ.*, 37(3), (2012), 309–325.

- [32] K. Keskin and M. Erbay, “A Study on the Sustainable Architectural Characteristics of Traditional Anatolian Houses and Current Building Design Precepts,” *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, 216, (2016), 810–817.
- [33] K. Gunce, Z. Erturk, and S. Erturk, “Visual Interpretation of Architectural Form,” in *Proc. 5th Int. Postgraduate Res. Conf. In the Built and Human Environment*, Salford, 2005, pp. 385-392.



Araştırma Makalesi / Research Article

Aroclor 1254'e Maruz Kalan Elastinin Yapısında Meydana Gelen Değişikliklerin İncelenmesi

Investigation of Changes in the Structure of Elastin Exposed to Aroclor 1254

Özlem DEMİRCİ^{1,*}  Pelin UĞURLU²  Nurcan DOĞAN BİNGÖLBALİ³ 
Ömer ACER⁴  ve Ersin KILINÇ⁵ 

¹ Dicle Üniversitesi, Fen Fakültesi, 21280, Diyarbakır, Türkiye

² Dicle Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi, 21280, Diyarbakır, Türkiye

³ Gebze Teknik Üniversitesi, Temel Bilimler Fakültesi, 41400, Kocaeli, Türkiye

⁴ Siirt Üniversitesi, Tıp Fakültesi, 21280, Diyarbakır, Türkiye

⁵ Dicle Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, 21280, Diyarbakır, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Makale Tarihi

Alınış 25 Ekim 2020

Revize 28 Kasım 2020

Kabul 29 Kasım 2020

Online Yayınlama: 31 Aralık 2020

Anahtar Kelimeler

Aroclor 1254, Elastin, Histopatoloji

ARTICLE INFO

Article History

Received 25 October 2020

Revised 28 November 2020

Accepted 29 November 2020

Available Online 31 December 2020

Keywords

Aroclor 1254, Elastin,
Histopathology

ÖZ

Elastin prolin, valin ve glisin aminoasitlerinin yoğun olarak yer aldığı hidrofobik bölge ve alanin aminoasitinin yer aldığı çapraz bağlanma bölgesinden oluşan ve omurgalı canlıların dokularına esneklik ve hareketlilik sağlayan bir protein çeşididir. Elastinde meydana gelecek hasarlar pek çok hastalığa neden olduğundan elastin proteini üzerine çok sayıda araştırma yapılmıştır. Fakat toksik bir maddeye maruz kalan elastinde oluşacak hasarla ilgili çalışmalar literatürde sınırlı sayıdadır. Bu amaçla önemli kalıcı organik kirleticilerden biri olan Aroclor 1254'e maruz kalan elastin proteininin yapısında meydana gelen değişiklikler histopatolojik olarak incelenmiş ve oluşan hasarın konsantrasyona bağlı olduğu tespit edilmiştir.

ABSTRACT

Elastin is a type of protein consisting of a hydrophobic region where proline, valine and glycine amino acids are densely located and a cross-linking region where alanine amino acids are located, and provide flexibility and mobility to the tissues of vertebrate organisms. Since the damage to the elastin causes many diseases, a lot of research has been done on elastin protein. However, studies on damage to elastin exposed to a toxic substance are limited in the literature. For

***Sorumlu Yazar**

E-posta Adresleri: ozdem22@gmail.com (Özlem DEMİRCİ), pelin1356@gmail.com (Pelin UĞURLU),

nurcandogan80@gmail.com (Nurcan DOĞAN BİNGÖLBALİ), oacer21@gmail.com (Ömer ACER),

kilincersin@gmail.com (Ersin KILINÇ),

this purpose, changes in the structure of the elastin protein exposed to Aroclor 1254, one of the important permanent organic pollutants, were examined histopathologically and it was determined that the damage occurred was concentration-dependent.

1. GİRİŞ

Kalıcı organik kirleticiler (KOK), uzun süre çevre içinde bozulmadan kalan kimyasallardır [1]. Poliklorlu bifeniller (PCB), KOK grubunun üyesidirler, toksik özelliklere sahiptir, kalıcı ve biyobirikim yeteneğine sahip olan PCB'ler ayrıca çeşitli ortamlarda uzun mesafeli taşınma kapasitesine sahiptir. PCB'ler biyolojik olarak en tehlikeli kanserojenlerden biridir ve toprağa veya suya girdikten sonra, burada bulunan organizmaların yağ dokularında birikir [2]. Yapılan çalışmalarda anne sütünde bile oldukça yüksek miktarda PCB kalıntısına rastlanmıştır [3,5]. PCB'ler çevrede yaygın olarak bulunan mikro-kontaminantlardır ve bilinen tüm kimyasal maddeler arasında doğada en kalıcı olanlarıdır. Hem lipid çözünürlüğü hem de organizmalarda yeterli metabolik yolun bulunmaması nedeniyle PCB'ler, besin zinciri boyunca biyolojik birikim eğilimi gösterirler. PCB'ler, endokrin, sinir ve bağışıklık sistemlerini etkileyebilirler ve biyolojik aktiviteleri kimyasal yapıları ile ilgilidir. İnsanların PCB maruziyetinin %90'ından fazlası hayvansal besinlerden kaynaklanmaktadır [6].

PCB'ler, balast dirençlerinde, floresan lambalarda, hidrolik ve dielektrik sıvılarda, elektrik kablolarında, yapıştırıcılarda, plastikleştiricilerde, metallerin koruyucu bileşimlerinde, ahşap verniklerinde, boyalarda, plastik dolgu maddelerinde, kağıt emprenye işlemlerinde, metal işleme sırasında soğutma sıvısında, insektisitlerde ve bakteri preparatlarında, kauçuklar da dâhil birçok endüstriyel ve ticari uygulamalarda yaygın şekilde kullanılmaktadır [7,8]. PCB'ler, Kalıcı Organik Kirleticilerin yasaklanması ile ilgili ilk uluslararası anlaşma olan Stockholm Sözleşmesi'ne 2002'de dâhil edilmiştir.

PCB'lere maruz kalan insanlarda kanser, doğumsal bozukluklar, immunotoksisite, nörotoksisite, kardiyotoksisite, üreme bozuklukları, çocuklarda gelişim bozukluğu, yüksek tansiyon ve astım gibi birçok olumsuz etkiler gözlenmektedir [9]. PCB'lerin etkilerini ortaya koymak için yapılan çalışmalardan çoğu teknik PCB karışımları ile yapılmıştır [6]. Bu karışımlar ticari olarak Araclor, Asbestol, Hydol vb. şekilde isimlendirilmiştir.

Çalışmamızda kullandığımız Aroclor 1254 bifenillerin klorlanması ile elde edilmiş kompleks PCB karışımıdır [10]. Oldukça yaygın olarak kullanılan Aroclor'lardan biri olan 1254, ağırlıkça %54 klor içerir. Aroclor 1254 her bir bifenil molekülü başına 5 klorin içermektedir [11,12]. Aroclor'lar, düzinelere klorlanmış PCB bileşenlerinden oluştuğu için, biyodegradasyonları oldukça zordur [13].

Elastin; prolin, valin ve glisin aminoasitlerinin yoğun olarak yer aldığı hidrofobik bölge ve alanin aminoasidinin yer aldığı çapraz bağlantı bölgesinden oluşan bir proteindir [14]. Bu proteinin mekanizmasını anlamak için yapısında 9 kere tekrarlanan VPGVG (Valine-Proline-Glycine-Valine-

Glycine) motifi üzerinde birçok çalışma yapılmıştır. Elastin, hücre dışı matristeki arterlerin de dâhil olduğu bağ dokularına esneklik ve hareketlilik özellikleri sağlayan bir proteindir [15]. Bu özellikler, arterlerin fizyolojik fonksiyonlar sırasında karşılaşılan deformasyonlara uyum sağlamasına ve tüm vücuttaki düzenli kan akışının sabit bir basınç sağlamasına izin verir [16,17].

Yaptığımız çalışmada çevresel faktörler nedeni ile sıklıkla maruz kaldığımız önemli kalıcı organik kirleticilerden olan PCB karışımı, Aroclor 1254'ün elastin proteinine etkileri histopatolojik veriler yardımıyla araştırılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1 Elastin Örneklerinin Hazırlanması ve PCB uygulaması

Anatomik olarak insana en fazla benzerlik göstermesinden dolayı seçilen, domuza ait torasik aort'tan örnekler alınmıştır [18]. Domuz aort örnekleri yerel bir domuz çiftliğinden sağlanmıştır. Elde edilen bu örnekler kan, yağ gibi maddelerden temizlendikten sonra saf su ile yıkanmıştır. Elastin, siyanobromid (CNBr) muamelesi ile örneklerden ayrılmıştır. Örnekler 50 mg/mL CNBr solüsyonun içine batırılarak oda sıcaklığında 19 saat boyunca ve 60°C de 1 saat manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. Daha sonra yapılacak olan deneyler için örnekler Phosphate Buffered Saline (PBS) solüsyonunun içine aktarılmıştır. Üç tekrarlı olarak Aroclor 1254 uygulaması yapılan örneklerin hazırlanması için kolesterol solüsyonu aşağıda belirtilen adımlara göre hazırlanmıştır: 100 mL %1 sulu torodeoksikolik asidin sodyum tuzu %0.1 ve %1 oranında Aroclor 1254 solüsyonuna ilave edildikten sonra aseton (1 mL) içinde 4 gün boyunca karıştırma işlemi uygulanmıştır. Daha önce tespit edilen çevresel kalıntı miktarının üzerinde (%0.1 ve %1) Aroclor 1254 konsantrasyonlarının kullanılmasının nedeni bu ksenobiyotiğin uzun yarılanma ömrü (4.8 yıl) ve yüksek biyolojik birikim kapasitesidir [19,21].

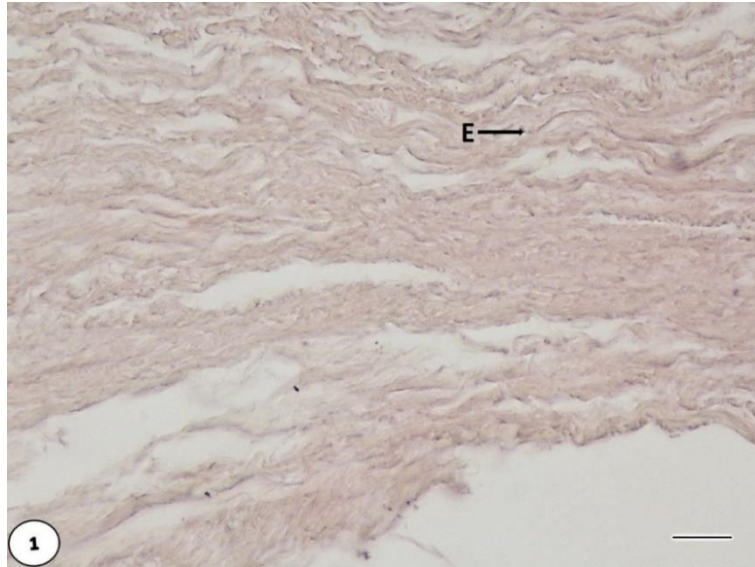
2.2 Histolojik Preparatların Hazırlanması

Elastin örnekleri %10'luk formalin fiksatif ile tespit edilmiştir. Tespitten sonra her gruptan üç tekrarlı alınan örnekler, 1 gece boyunca akarsu altına bırakılarak fiksatifin elastinden uzaklaşması sağlanmıştır. Örnekler artan etil alkol serilerinden (%30, 50, 70, 80, 90, 96, 100) geçirilerek dehidratasyon işlemi yapılmıştır. Ksilende saydamlaştırılan örnekler, parafin banyolarından sonra 58-60 °C'de erimiş parafin bloklara alınmıştır. Her grubun üç tekrarından alınan parafin bloklardan LEICA rotary mikrotom ile her grup ve tekrar için 5'er lam üzerine 4 µm kalınlığında kesitler alınmıştır. Ksilen ile parafinden kurtarılan kesitler, Hematoksilen-Eozin ile boyanmıştır. Hazırlanan bütün preparatlar, Dicle Üniversitesi Hidrobiyoloji Araştırma Laboratuvarı'nda bulunan Nikon NIS-Elements ECLIPS

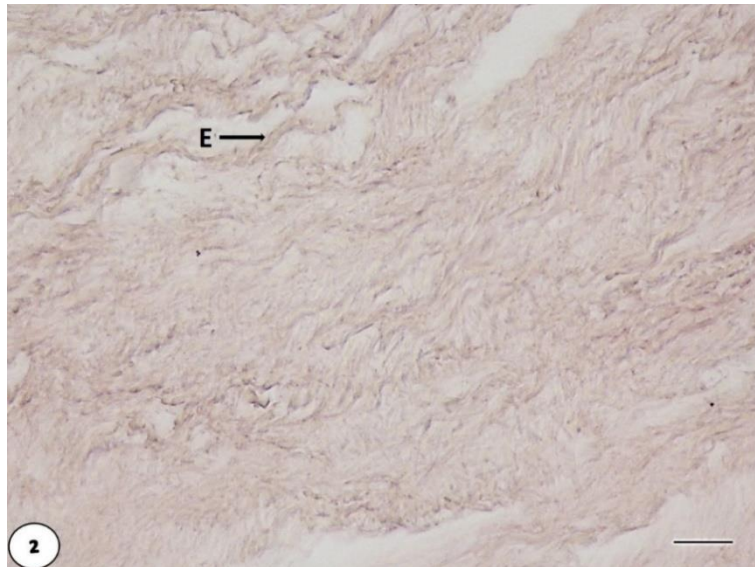
SE80i marka ışık mikroskobu ile incelenerek, Nikon Digital SIGHT-DS2MV marka fotoğraf makinesi ile fotoğraflanmıştır.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

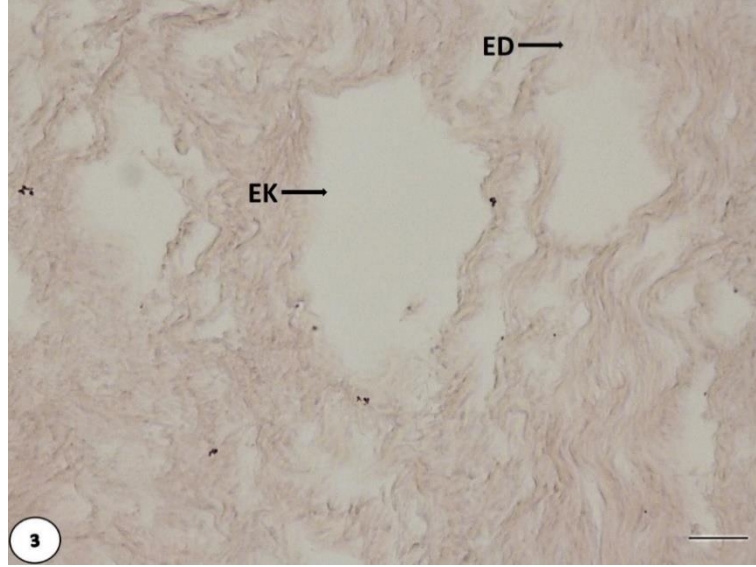
Kontrol ve aseton kontrol gruplarında herhangi bir histopatolojik değişiklik meydana gelmemiştir (Şekil 1- Şekil 2). %0.1'lik PCB (Aroclor) konsantrasyonuna maruz bırakılan elastin örneklerinin hepsinde elastin deformasyonu ve yer yer elastin kayıplarına rastlanmıştır (Şekil 3). Artan PCB (%1) konsantrasyonu ile birlikte elastin dokularında meydana gelen histopatolojik değişikliklerin şiddeti artmıştır (Şekil 4). Bu konsantrasyonda elastin deformasyonu ve kayıplarına ek olarak örneklerde elastin kırılmaları belirlenmiştir.



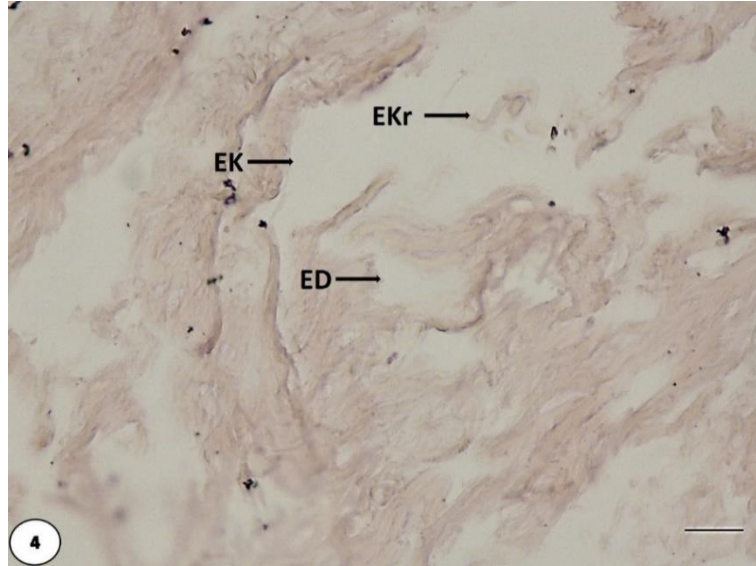
Şekil 1. Kontrol grubuna ait elastin dokusu: Elastin iplikçığı (E), (HE), (40X).



Şekil 2. Aseton kontrol grubuna ait elastin dokusu: Elastin iplikçığı (E), (HE), (40X).



Şekil 3. %0.1'lik PCB'e maruz kalan elastin dokusu: Elastin deformasyonu (ED), Elastin kaybı (EK), (HE), (40X).



Şekil 4. %1'lik PCB'e maruz kalan elastin dokusu: Elastin deformasyonu (ED), Elastin kaybı (EK), Elastin kırılması (EKr), (HE), (40X).

4. SONUÇLAR

Kanın kalpten sistemik dolaşıma geçmesinden sorumlu kan damarı olan aort, normalde yüksek bir elastikiyete ve kanın iletilmesine yardımcı olan bir mikroyapıya sahiptir [22]. Aort damarına elastik özelliklerini ve mukavemetini veren bu mikroyapı elastin ve kollajen içindeki bağ liflerinden oluşmaktadır. Genellikle, bu liflerin miktarının ve mimarisinin değişmesi aortik hastalık ile ilişkili mekanik ve dolayısıyla fonksiyonel değişikliklere yol açmaktadır [23,25]. Bu değişiklikler aort damarında anevrizma ve ateroskleroz gibi hastalıklara sebep olabilir. Elastik lifler, daha düşük omurgalılar hariç, tüm omurgalı elastik dokularına direnç ve esneklik kazandırır [26]. Bu özellikler, bu dokuların uzun süreli fonksiyonu için kritiktir. Elastik lifler büyük arterler, akciğer, ligament, tendon,

cilt ve elastik kıkırdak dahil olmak üzere birçok omurgalı dokusunda bulunur [27]. Elastik lifler, morfolojik ve kimyasal olarak farklı iki bileşen olan elastin ve mikrofibrillerden oluşur. Elastin, elastik fiberin yaklaşık %90'ını oluşturur [28]. Elastin, son derece dayanıklı, çözünmez bir biyopolimerdir. Elastinin yarılanma ömrünün yaklaşık 70 yıl olduğu tahmin edilmektedir [29] ve bu protein aortun %30-57'sini oluşturmaktadır [30]. Dolayısıyla bu protein yapısında meydana gelecek herhangi bir değişiklik aort damarına büyük zararlar verebilir.

Elastin, glisin, prolin ve valin bakımından zengin hidrofobik bölgeler ve ayrıca genellikle poliamin ile çevrelenmiş desmosin ve izodesmosinden oluşan çapraz bağlama alanlarından oluşur [26,31]. Organoklorlu bileşiklerin, basit ve kompleks amino asitler dahil olmak üzere birincil ve ikincil amin türevleri ile etkileşime girdiği ve bu etkileşim sonucunda, suda çözünebilir ve ya biyotransformasyona uğrayabilen kompleks aromatik amino asit tipinde ürünler meydana getirdiği bilinmektedir [32]. PCB'ler de organoklorlu bileşikler arasında yer almaktadır [33,34]. Yapılan bir çalışmada, PCB'lerin bu özelliğinden faydalanılarak, PCB'ler ile kirlenmiş topraktan bu kimyasallar amino asit tuzları kullanılarak uzaklaştırılmıştır. Bu çalışmada, reaksiyon sonucu oluşan —C— ikameli bifenil poliamino poliasetik asitler ve bunların tuzlarının suda çözünür olduğu ve poliklorlu bifenillerin adsorbe edildiği yüzeydeki partiküllerden ekstrakte edilerek topraktan uzaklaştırıldığı rapor edilmiştir [32]. Bu çalışmalar ışığında, çalışmamızda elastin yapısında meydana gelen kırılmaların ve kayıpların (Şekil 3 ve 4) bir organoklorlu bileşik olan PCB'nin elastinin yapısında bulunan amino asit gruplarıyla etkileşime girmesinden dolayı meydana geldiği düşünülebilir. Poliklorlu bifeniller (PCB'ler), kalıcı organik kirleticiler (KOK'lar) grubuna aittir, toksik özelliklere sahiptir, kalıcıdır ve biyolojik olarak birikebilir ve çeşitli ortamlarda uzun mesafeli taşınma kapasitesine sahiptir [32]. PCB'ler biyolojik olarak tehlikeli kanserojen kirleticilerden biridir ve en önemlisi, toprağa veya su kütlelerine girerek, canlıların yağ dokusunda birikebilir [2]. Bu birikim sonucu olarak canlıların birçok organında histopatolojik lezyonlar meydana gelebilir [35,36]. Kirleticilere maruz kalmanın bir göstergesi olarak histolojik inceleme, özellikle subletal ve kronik etkiler için kirlilik derecesini değerlendirmek için yararlı bir yöntemdir [37]. Kirleticilere maruz kalmanın yol açtığı en büyük yapısal hasarlar hedef organlarda olabilir. Kirleticilere maruz kalmanın bir sonucu olarak, histolojik yapı değişebilir ve fizyolojik stres oluşabilir. Bu stres metabolik fonksiyonlarda bazı değişikliklere neden olabilir. PCB'ler de dokularda hasara neden olan organoklorlu kirleticiler arasındadır. Bu kimyasalın canlıların dokusunda birçok histopatolojik değişikliğe neden olduğu yapılan çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir. Bumb ve ark. [38] tarafından yapılan bir çalışmada sigara dumanında poliklorlu dibenzo-p-dioksinler (PCDD'ler) ve poliklorlu dibenzofuranlar (PCDF'ler) tespit edilmiştir. Sonraki yıllarda yayımlanmış dört raporda, sigara dumanındaki PCDD'ler ve PCDF'lerin etkisi incelenmiştir [39,42]. Yapılan çalışmalar patofizyolojik olarak, sigara içmenin hem hava yollarında hem de pulmoner parankimde önemli yapısal değişikliklere neden olduğu olduğunu göstermiştir [43]. Bu değişiklikler, hava yolu mukus bezlerinin hipertrofisi ve hiperplazisini içerir, bu da mukus üretiminde artışa ve buna eşlik eden artan öksürük ve

balgam pervanasına yol açar. Hava yollarının kronik iltihabı bronşiyal tıkanmaya neden olabilir. Bununla birlikte, hava yolu daralması, alveolar duvarların tahrip olmasına ve bunun sonucunda akciğer elastikiyetindeki azalmaya ve sentrilobüler amfizemin gelişmesine neden olabilir [44]. Organoklorlu bileşiklerin amino asitler ile reaksiyona girmesi göz önüne alındığında akciğer elastikiyetindeki bu azalma sigara dumanında bulunan PCB bileşiklerinden kaynaklanıyor olabilir. Bu alanda balıklarla yapılan çalışmalardan toplanan veriler, PCB'ye maruz kalmanın sonuçlarının tespit edilmesi zor olsa da bu kimyasalların canlılar üzerinde fizyolojik etkileri olabileceğini göstermektedir. Bu etkilerin bazıları laboratuvar deneyleri ile doğrulanmıştır ve ilerleyici kilo kaybı, lipid metabolizmasının değişmesi, hepatotoksisite, immünotoksisite, endokrin sistem fonksiyonu ve canlı üremesinde değişiklik, teratojenite ve gelişimsel toksisite ve tümör gelişimini içerir [45,50]. Yapılan bir diğer çalışmada ise *Danio rerio* bireyleri balık başına günlük 10, 40, 100 and 270 konsantrasyonlarında TCDD (2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin) içerikli besinle beslenmişlerdir [51]. Çalışmanın sonucunda TCDD'ye maruz kalan bireylerde, düşük konsantrasyonlarda, balık solungaçları, ödem ve mikro kanamalarla sonuçlanan kılcal damarların endoteliumunda ilerleyen erozyonla birlikte hiperemi sergilemiştir. Yüksek konsantrasyonlarda ise klorid hücrelerinde hipertrofi ve mukus hücrelerinde hiperplazi gözlenmiştir. Bu çalışmalar göstermiştir ki PCB'ler insanlar da dahil olmak üzere canlılarda önemli patofizyolojik ve histopatolojik değişiklikler meydana getirmektedir. Sonuç olarak, çalışmada Aroclor 1254'e maruz kalan elastin proteininin yapısında meydana gelen değişiklikler histopatolojik olarak incelenmiş ve konsantrasyona bağlı bir hasar artışı tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan domuzdan elde edilmiş elastinin yapısal olarak insan elastinine önemli ölçüde benzerliği nedeniyle, elde ettiğimiz sonuçlar başta insan olmak üzere elastin proteinine sahip diğer canlılarda da PCB'lerin benzer etkilerinin olabileceği sonucuna varılabilir.

TEŞEKKÜR

Makale, Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenen FEN.17.025 numaralı projeden üretilmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Makale başka bir yerde yayınlanmamıştır ve aynı anda başka bir yerde yayınlanmak üzere gönderilmemiştir. Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir. Makalenin içeriği ve yazımından sadece yazarlar sorumludur.

KAYNAKLAR

- [1] L. Gao, M. Zheng, Y. Lv, Q. Fu, L. Tan, and Q. Zhu, "Continuous Monitoring of Persistent Organic Pollutants in China for the Effectiveness Evaluation of the Stockholm Convention:

- 2007–2014," in *Persistent Organic Chemicals in the Environment: Status and Trends in the Pacific Basin Countries II Temporal Trends*: ACS Publications, 2016, pp. 73-102.
- [2] K. Pěňčíková, L. Svržková, S. Strapáčová, J. Neča, I. Bartoňková, Z. Dvořák, M. Hýžd'alová, J. Pivnička, L. Pálková, and H.J. Lehmler, "In vitro profiling of toxic effects of prominent environmental lower-chlorinated PCB congeners linked with endocrine disruption and tumor promotion" *Environmental Pollution*, vol. 237, pp. 473-486, 2018.
- [3] B. Škrbić, K. Szyrwińska, N. Đurišić-Mladenović, P. Nowicki, and J. Lulek, "Principal component analysis of indicator PCB profiles in breast milk from Poland," *Environment International*, vol. 36, no. 8, pp. 862-872, 2010.
- [4] J. Wittsiepe, P. Fürst, P. Schrey, F. Lemm, M. Kraft, G. Eberwein, G. Winneke, and M. Wilhelm, "PCDD/F and dioxin-like PCB in human blood and milk from German mothers," *Chemosphere*, vol. 67, no. 9, 2007.
- [5] D. F. Rawn, A. R. Sadler, V. A. Casey, F. Breton, W.-F. Sun, T. E. Arbuckle, and W. D. Fraser, "Dioxins/furans and PCBs in Canadian human milk: 2008–2011," *Science of the Total Environment*, vol. 595, pp. 269-278, 2017.
- [6] C. La Rocca and A. Mantovani, "From environment to food: the case of PCB," *Annali-Istituto Superiore di Sanita*, vol. 42, no. 4, 2006.
- [7] B. Wahlang, M. Song, J. I. Beier, K. C. Falkner, L. Al-Eryani, H. B. Clair, R. A. Prough, T. S. Osborne, D. E. Malarkey, and J. C. States, "Evaluation of Aroclor 1260 exposure in a mouse model of diet-induced obesity and non-alcoholic fatty liver disease," *Toxicology and Applied Pharmacology*, vol. 279, no. 3, pp. 380-390, 2014.
- [8] U. Ahlborg, G. Becking, L. Birnbaum, A. a. Brouwer, H. Derks, M. Feeley, G. Golor, A. Hanberg, J. Larsen, and A. Liem, "Toxic equivalency factors for dioxin-like PCBs," *Chemosphere*, vol. 28, no. 6, pp. 1049-1068, 1994.
- [9] O. M. Faroon, L. Samuel Keith, C. Smith-Simon, and C. T. De Rosa, *Polychlorinated biphenyls: human health aspects*. World Health Organization, 2003.
- [10] B. Mayes, E. Mc Connell, B. Neal, M. Brunner, S. Hamilton, M. Ryan, J. Toft, A. Singer, J. Brown, and R. Menton, "Comparative carcinogenicity in Sprague-Dawley rats of the polychlorinated biphenyl mixtures Aroclors 1016, 1242, 1254, and 1260," *Toxicological Sciences*, vol. 41, no. 1, pp. 62-76, 1998.
- [11] P. Kodavanti, N. Kannan, N. Yamashita, E. C. Derr-Yellin, T. R. Ward, D. E. Burgin, H. A. Tilson, and L. S. Birnbaum, "Differential effects of two lots of aroclor 1254: congener-specific analysis and neurochemical end points," *Environmental Health Perspectives*, vol. 109, no. 11, p. 1153, 2001.
- [12] J. Yadav, J. Quensen, J. M. Tiedje, and C. Reddy, "Degradation of polychlorinated biphenyl mixtures (Aroclors 1242, 1254, and 1260) by the white rot fungus *Phanerochaete chrysosporium* as evidenced by congener-specific analysis," *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 61, no. 7, pp. 2560-2565, 1995.
- [13] D. Kaya, I. Imamoglu, F. D. Sanin, R. B. Payne, and K. R. Sowers, "Potential risk reduction of Aroclor 1254 by microbial dechlorination in anaerobic Grasse River sediment microcosms," *Journal of Hazardous Materials*, vol. 321, pp. 879-887, 2017.
- [14] W. C. Parks, R. A. Pierce, K. A. Lee, and R. P. Mecham, "Elastin," *Advances in Molecular and Cell Biology*, vol. 6, pp. 133-181, 1993.
- [15] C. M. Kielty, M. J. Sherratt, and C. A. Shuttleworth, "Elastic fibres," *Journal of Cell Science*, vol. 115, no. 14, pp. 2817-2828, 2002.
- [16] Y. Zou and Y. Zhang, "An experimental and theoretical study on the anisotropy of elastin network," *Annals of Biomedical Engineering*, vol. 37, no. 8, pp. 1572-1583, 2009.
- [17] J. Gosline, M. Lillie, E. Carrington, P. Guerette, C. Ortlepp, and K. Savage, "Elastic proteins: biological roles and mechanical properties," *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, vol. 357, no. 1418, pp. 121-132, 2002.
- [18] D. Sahni, G. Kaur, H. Jit, and I. Jit, "Anatomy & distribution of coronary arteries in pig in comparison with man," *Indian Journal of Medical Research*, vol. 127, no. 6, p. 564, 2008.

- [19] S. Bourez, A. Joly, A. Covaci, C. Remacle, Y. Larondelle, Y.-J. Schneider, and C. Debier, "Accumulation capacity of primary cultures of adipocytes for PCB-126: influence of cell differentiation stage and triglyceride levels," *Toxicology Letters*, vol. 214, no. 3, pp. 243-250, 2012.
- [20] D. L. Phillips, A. B. Smith, V. W. Burse, G. K. Steele, L. L. Needham, and W. H. Hannon, "Half-life of polychlorinated biphenyls in occupationally exposed workers," *Archives of Environmental Health: An International Journal*, vol. 44, no. 6, pp. 351-354, 1989.
- [21] P. R. Dorneles, P. Sanz, G. Eppe, A. F. Azevedo, C. P. Bertozzi, M. A. Martínez, E. R. Secchi, L. A. Barbosa, M. Cremer, and M. B. Alonso, "High accumulation of PCDD, PCDF, and PCB congeners in marine mammals from Brazil: a serious PCB problem," *Science of the Total Environment*, vol. 463, pp. 309-318, 2013.
- [22] N. Westerhof, N. Stergiopulos, M. I. Noble, and B. E. Westerhof, *Snapshots of hemodynamics: an aid for clinical research and graduate education*. Springer, 2018.
- [23] A. Tsamis, A. Rachev, and N. Stergiopulos, "A constituent-based model of age-related changes in conduit arteries," *American Journal of Physiology-Heart Circulatory Physiology*, vol. 301, no. 4, pp. H1286-H1301, 2011.
- [24] M. A. Zulliger and N. Stergiopulos, "Structural strain energy function applied to the ageing of the human aorta," *Journal of Biomechanics*, vol. 40, no. 14, pp. 3061-3069, 2007.
- [25] G. M. London, S. J. Marchais, A. P. Guerin, and B. Pannier, "Arterial stiffness: pathophysiology and clinical impact," *Clinical Experimental Hypertension*, vol. 26, no. 7-8, pp. 689-699, 2004.
- [26] L. Debelle and A. Tamburro, "Elastin: molecular description and function," *The international journal of biochemistry cell biology*, vol. 31, no. 2, pp. 261-272, 1999.
- [27] L. B. Sandberg, N. T. Soskel, and J. G. Leslie, "Elastin structure, biosynthesis, and relation to disease states," *New England Journal of Medicine*, vol. 304, no. 10, pp. 566-579, 1981.
- [28] S. M. Mithieux and A. S. Weiss, "Elastin," *Advances in protein chemistry*, vol. 70, pp. 437-461, 2005.
- [29] E. Petersen, F. Wågberg, and K.A. Ångquist, "Serum concentrations of elastin-derived peptides in patients with specific manifestations of atherosclerotic disease," *European Journal of Vascular Endovascular Surgery*, vol. 24, no.5, pp. 440-444, 2002.
- [30] B. Vrhovski and A. S. Weiss, "Biochemistry of tropoelastin," *European Journal of Biochemistry*, vol. 258, no. 1, pp. 1-18, 1998.
- [31] J. Rosenbloom, W. R. Abrams, and R. Mecham, "Extracellular matrix 4: the elastic fiber," *The FASEB Journal*, vol. 7, no. 13, pp. 1208-1218, 1993.
- [32] D. Demin, D. Aladin, N. Deeva, and S. Sevostyanov, "Structural-chemical studies of the destruction of organochlorine compounds," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019, vol. 525, no. 1: IOP Publishing, p. 012105.
- [33] R. J. Law, M. Alaei, C. R. Allchin, J. P. Boon, M. Lebeuf, P. Lepom, and G. A. Stern, "Levels and trends of polybrominated diphenylethers and other brominated flame retardants in wildlife," *Environment international*, vol. 29, no. 6, pp. 757-770, 2003.
- [34] O. Wurl and J. P. Obbard, "Organochlorine pesticides, polychlorinated biphenyls and polybrominated diphenyl ethers in Singapore's coastal marine sediments," *Chemosphere*, vol. 58, no. 7, pp. 925-933, 2005.
- [35] H. C. Freeman, G. Sangalang, and B. Flemming, "The sublethal effects of a polychlorinated biphenyl (Aroclor 1254) diet on the Atlantic cod (*Gadus morhua*)," *Science of the Total Environment*, vol. 24, no. 1, pp. 1-11, 1982.
- [36] G. Gardner and R. Pruell, "A histopathological and chemical assessment of winter flounder, lobster and soft-shelled clam indigenous to Quincy Bay, Boston Harbor and an in situ evaluation of oysters including sediment (surface and cores) chemistry," *Environmental Research Laboratory, Narragansett, RI*, 1988.
- [37] D. Bernet, H. Schmidt, W. Meier, P. Burkhardt-Holm, and T. Wahli, "Histopathology in fish: proposal for a protocol to assess aquatic pollution," *Journal of Fish Diseases*, vol. 22, no. 1, pp. 25-34, 1999.

- [38] R. Bumb, W. Crummett, S. Cutie, J. Gledhill, R. Hummel, R. Kagel, L. Lamparski, E. Luoma, D. Miller, and T. Nestruck, "Trace chemistries of fire: a source of chlorinated dioxins," *Science*, pp. 385-390, 1980.
- [39] W. Crummett, "Environmental chlorinated dioxins from combustion—The trace chemistries of fire hypothesis," in *Chlorinated Dioxins & Related Compounds*: Elsevier, 1982, pp. 253-263.
- [40] H. Muto and Y. Takizawa, "Dioxins in cigarette smoke," *Archives of Environmental Health: An International Journal*, vol. 44, no. 3, pp. 171-174, 1989.
- [41] M. Ball, O. Pöpke, and A. Lis, "Polychlordibenzodioxine und Polychlordibenzofurane in Zigarettenrauch," *Beiträge zur Tabakforschung international*, vol. 14, no. 6, pp. 393-402, 1990.
- [42] G. Löfroth and Y. Zebühr, "Polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs) and dibenzofurans (PCDFs) in mainstream and sidestream cigarette smoke," *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, vol. 48, no. 6, pp. 789-794, 1992.
- [43] U. DHHS, "The Health Consequences of Smoking: Chronic Obstructive Lung Disease. A Report of the Surgeon General," 1984.
- [44] S. Bellofiore, D. Eidelman, P. Macklem, and J. Martin, "Effects of elastase-induced emphysema on airway responsiveness to methacholine in rats," *Journal of Applied Physiology*, vol. 66, no. 2, pp. 606-612, 1989.
- [45] E. M. Foekema, C. M. Deerenberg, and A. J. Murk, "Prolonged ELS test with the marine flatfish sole (*Solea solea*) shows delayed toxic effects of previous exposure to PCB 126," *Aquatic Toxicology*, vol. 90, no. 3, pp. 197-203, 2008.
- [46] E. Monosson, "Reproductive and developmental effects of PCBs in fish: a synthesis of laboratory and field studies," *Reviews in Toxicology*, vol. 3, no. 1, pp. 25-75, 2000.
- [47] G. Ross, "The public health implications of polychlorinated biphenyls (PCBs) in the environment," *Ecotoxicology Environmental Safety*, vol. 59, no. 3, pp. 275-291, 2004.
- [48] S. Safe, "Clinical correlates of environmental endocrine disruptors," *Trends in Endocrinology Metabolism*, vol. 16, no. 4, pp. 139-144, 2005.
- [49] L. M. Schell and M. V. Gallo, "Relationships of putative endocrine disruptors to human sexual maturation and thyroid activity in youth," *Physiology Behavior*, vol. 99, no. 2, pp. 246-253, 2010.
- [50] V. van Ginneken, A. Palstra, P. Leonards, M. Nieveen, H. van den Berg, G. Flik, T. Spanings, P. Niemantsverdriet, G. van den Thillart, and A. Murk, "PCBs and the energy cost of migration in the European eel (*Anguilla anguilla* L.)," *Aquatic Toxicology*, vol. 92, no. 4, pp. 213-220, 2009.
- [51] J. M. Navas, A. M. Diz, R. Moyano, J. M. Vazquez-Auton, M. D. Ayala, J. Garcia-Monterde, and A. Blanco, "Contribution to the study of the changes in the gills of zebrafish (*Danio rerio*) when exposed to dioxin," *Acta Adriatica: International Journal of Marine Sciences*, vol. 57, no. 2, pp. 281-193, 2016.



Derleme Makalesi / Review Article

Kaba Yem Üretimi ve İhtiyacı Yönünden Kahramanmaraş İlinin Genel Durumu

General Situation of Kahramanmaraş Province in terms of Roughage Production and Need

Ömer Süha USLU^{1*} Mustafa KIZILŞİMŞEK¹ Furkan BALCI²

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 46040, Kahramanmaraş, Türkiye

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 46040, Kahramanmaraş, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Makale Tarihi

Alınış 03 Temmuz 2020

Revize 12 Kasım 2020

Kabul 13 Kasım 2020

Online Yayınlama: 31 Aralık 2020

Anahtar Kelimeler

Çayır ve mera, Kaba yem, Kahramanmaraş, Yem üretimi, Yem bitkileri

ARTICLE INFO

Article History

Received 03 July 2020

Revised 12 November 2020

Accepted 13 November 2020

Available Online 31 December 2020

Keywords

Fodder production, Forage crops, Kahramanmaraş, Range and pasture, Roughage

ÖZ

Hayvansal üretimin en temel girdilerinden birisi olan kaba yemler, hayvanlar için vazgeçilmez besin kaynaklarıdır. Hayvanlardan elde edilecek ürünlerin kalitesi, kaba yemler ile yapılan doğru ve yeterli bir beslenmeden geçer. Bundan dolayı kaliteli yem temini hayvan beslemede çok fazla önem arz eder. Kahramanmaraş tarıma uygun ekolojik yapısı ve yeterli su varlığıyla yem üretiminde büyük bir potansiyele sahiptir. Bu potansiyel ilin hayvancılıktaki yem ihtiyacını karşılayabileceği kanaatini doğrulamaktadır. Ancak mevcut hayvan varlığı ve üretilen yem miktarına bakıldığında, durumun daha farklı olduğu ve büyük bir kaba yem açığı bulunduğu görülmektedir. Kahramanmaraş ilinin hayvan varlığı 276.576 BBHB olup, bu hayvanların kaliteli kaba yem ihtiyacı 1.262 milyon ton/yıl'dır. Çayır meralar, yem bitkileri ve silajla birlikte toplam 355.126 ton yem üretimine sahip olan Kahramanmaraş'ın kaba yem açığı 926.874 tondur. Üretilen kaba yemin ihtiyacı karşılama oranı %36,16 olarak hesaplanmıştır. Bu rakamlar, ciddi bir yem açığı olduğunu göstermektedir. Yeterli düzeyde yem bitkileri ekimi ile bu açığın giderileceği ve ihtiyacın karşılanacağı öngörülmektedir. Bu çalışma farklı bir bakış açısı ile Kahramanmaraş'ın yem bitkileri üretim durumu, hayvan varlığı ve yem bitkileri ihtiyacının değerlendirilmesi ayrıca tespit edilen sorunlara öneriler sunmak üzere yapılmıştır.

ABSTRACT

Roughage, one of the most basic inputs of animal production, is an indispensable food source for animals. The quality of the products to be obtained from animals is directly related to roughage and depends on an accurate and adequate diet. Therefore, both forage supply and its quality

*Sorumlu Yazar

E-posta Adresleri: suhauslu@ksu.edu.tr (Ömer Süha USLU), mkizil@ksu.edu.tr (Mustafa KIZILŞİMŞEK), frkn_balci@hotmail.com (Furkan BALCI)

are very important in animal feeding. Kahramanmaras has great potential in forage production by means of ecological structure and adequate agriculture grade water resources. It gives rise to the belief that this potential province can meet the need for age in livestock. However, considering current animal existence and the amount of forage produced, it is seen that the situation is different and there is a large roughage deficit. Kahramanmaras province has 276,576 LU (Livestock Unit) animal existences which are in need of 1.262 million tons of roughage. Kahramanmaras has a total production of 355,126 tons of fodder produced from meadow pastures, forage crops and silage, and the roughage deficit of Kahramanmaras is 926,874 tons. Roughage's requirement coverage rate is calculated as 36.16% of total need. This result indicates that there is a serious fodder deficit. It is anticipated that this gap will be addressed and the need will be met with sufficient cultivation of forage crops. This study was conducted with a different perspective to evaluate Kahramanmaras' forage crops production status, animal presence, forage crops need and offer recommendations to problems.

1. GİRİŞ

Nüfus artışı ve tüketim hızıyla doğru orantılı olarak insanoğlunun hayvansal ürünlere olan talebi artmaktadır. Talebi karşılayabilmek için hayvanların yeterli, ucuz ve düzenli olarak karşılanan bol miktarda kaliteli yemler ile beslenmesi gereklidir. Hayvan beslemede, yem bitkileri besin değerleri, ekonomik olarak ulaşılabilirliği ve sürdürülebilir tarım açısından çok önemli bir yere sahiptir. Hayvansal üretimin en önemli girdilerinden biri olan yemin temin edilmesi yanında, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine, kendisini takip eden kültür bitkilerinin verim ve kalitesine olumlu etkilerde bulunurlar [1]. Hayvansal üretim yapan bir işletmede toplam masrafların yaklaşık olarak %70'ini yem giderleri oluştururken bu yem giderlerinin %78'i kaba yem, %22'si ise kesif yem kaynaklıdır [2]. Hayvan beslemede çeşitli endüstri artıkları, küspeler, posalar ve bazı tahıl taneleri kullanılsa da, bunların miktarı yem bitkileri ve çayır mera tarımından sağlanan yeme göre oldukça düşüktür [3]. Ülkemiz hayvancılığının en önemli sorunlarından biri işletmelerde yem giderlerinin büyük bir kısmını oluşturan kaliteli kaba yemin yeterli miktarda üretilmemesidir. En ucuz ve kolay kaliteli kaba yem kaynaklarımızdan biri olan doğal çayır ve meralarımızın uzun yıllardır süregelen erken ve aşırı otlatmalar, kontrolsüz kullanım ve bakımsızlık sebebi ile verimi önemli ölçüde azalmıştır. İlkbaharda erken veya sonbaharda geç otlatma, mera kapasitesi üzerinde hayvan otlatma sonucu zarar gören mera vejetasyonu zamanla seyrek ve az sayıda tür barındıran zayıf mera sonucunu karşımıza çıkarmaktadır [4]. Aynı zamanda hızla gelişen tarımsal mekanizasyon yer yer mera alanlarının hızla tarlaya dönüşmesine sebep olmaktadır. Bir diğer kaliteli kaba yem kaynağımız olan yem bitkileri tarımına gereken önem verilmediği için bu alanda yeterli bir ilerleme kaydedilememektedir. Tarımsal üretim içerisinde çok önemli bir yer teşkil eden yem bitkileri tarımı hem bitkisel hem de hayvansal üretimin sigortası konumunda olup sürdürülebilir ve kaliteli kaba yem üretiminin en önemli yoludur [5].

Hayvanların beslenme taleplerinin karşılaması için kaliteli yemlere ihtiyaç vardır. Ekonomik getirisi açısından düşünüldüğünde kaliteli yem kolay sindirilebilen ve zengin besin maddesi içeriğine sahip yem demektir. Ülkemizde kaba yem temininde hayvanların beslenmesinden ziyade sadece doyurmak amacıyla kullanılan ve yedirildiklerinde zor sindirilmeleri nedeni ile enerji kaybına sebep olan saman gibi tarla atıkları hala hayvan beslenmesinde önemli bir yer işgal etmektedir [6]. Tarla atıklarının hayvan beslemede kullanılması yem bitkileri kültürünün ülkemizde ciddi bir sorun olduğuna dair açık bir göstergedir.

Gerek hayvan varlığı ve gerekse hayvancılık kapasitesi açısından Türkiye’de önemli bir potansiyele sahip olan Kahramanmaraş’ta yıllık olarak 1.262.000 ton kaba yeme ihtiyaç olduğu hesaplanmıştır. Hem çayır meraların yükünün azaltılması hem de kaliteli kaba yem ihtiyacının karşılanabilmesi için yem bitkilerine ayrılan ekim alanlarının genişletilmesi gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı; Kahramanmaraş’ta yem bitkilerinin genel durumu, problemleri, hayvan varlığı ve yem bitkileri ihtiyacını belirlemek amacıyla araştırmacılara, yayımcılara ve karar alıcılara yapacakları çalışmalarda yardımcı olmak ve yön göstermektir.

2. KAHRAMANMARAŞ EKOLOJİSİ VE ARAZİ VARLIĞI

Anadolu’nun en eski şehirlerinden ve kültür merkezlerinden birisi olan Kahramanmaraş, üç ayrı bölgenin (Akdeniz Bölgesi, Doğu Anadolu Bölgesi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi) birbirlerine en çok yaklaştığı alanda yer alır. Kahramanmaraş 14.346 km²’lik yüz ölçümü ile Türkiye’nin 11. büyük vilayeti durumundadır (Tablo 1) [7]. Merkezi deniz seviyesinden 568 m yükseklikte olup, ilin kuzey kesimleri oldukça dağlıktır. Arazi yüksekliği 350 metreden 3000 metreye kadar çıkar. Bundan dolayı yükseltisi 750 m’ye kadar olan yerlerde Akdeniz iklimi, daha yüksek alanlarda ise karasal iklim hâkimdir. Yeryüzü şekilleri genellikle Güney Doğu Torosların uzantıları olan dağlarla bunlar arasında kalan çöküntü alanlarından oluşmaktadır. Hidrografik açıdan en önemli akarsu Ceyhan nehridir. İlk kaynak yeri Elbistan Ovasını çevreleyen dağlardır. Uzunluğu 590 km’dir. Orta Toroslar’da Nurhak Dağından Söğütlü deresi adı ile çıkar. Hurman ve Göksun çaylarının birleşmesinden sonra Ceyhan adını alır [7].

Tablo 2’de Kahramanmaraş ili tarım alanlarının dağılımına bakıldığında %70,89’luk oran ile tarla bitkileri ilk sırada yer almaktadır. Bunu sırasıyla meyvelik alanlar (%17,05), nadas alanları (%9,50), sebze ekili alanlar (%2,55) ve süs bitkisi (%0,0005) alanları izlemektedir [7].

Tablo 1. Kahramanmaraş İli Arazi Varlığı

Arazilerin Niteliklerine Göre Dağılımı (ha)	
Tarım Alanı	351.362
Orman-Fundalık Alan	525.563
Çayır-Mera Alanı	171.319
Diğer	365.472
Su Yüzeyi	20.884
Toplam	1.434.600

Tablo 2. Kahramanmaraş İli Tarım Alanlarının Dağılımı

Tarım Alanlarının Dağılımı (ha)		Oranı (%)
Tarla bitkileri	249.075	70,90
Meyvelik alan	59.916	17,05
Sebze	8.987	2,55
Nadas alanları	33.382	9,50
Süs Bitkisi	2	0,0005
Toplam	351.362	100

Tablo 3 incelendiğinde, Kahramanmaraş'ın tarım alanında önemli bir potansiyele ve üretime sahip olduğu görülmektedir. Bu değerler elbette yeterli görülmeyip azımsanmayacak miktarlarda olduğu anlaşılmaktadır. Çizelgeden hareketle Türkiye'de ve Kahramanmaraş'ta ekim alanlarının büyük çoğunluğunu tahıllar ve diğer bitkisel ürünler oluşturduğu görülmektedir. Aynı şekilde ikinci sırada meyve içecek ve baharat bitkilerinin üçüncü sırada nadas alanlarının, dördüncü sırada sebze ekili alanların ve son sırada ise süs bitkisi ekili alanların yer aldığı dikkat çekmektedir (Tablo 3) [7]. İlçelerin toplam tarım alanlarına bakıldığında en geniş tarım alanına sahip ilçenin Ekinözü ilçesi olduğu bunu Afşin ve Elbistan ilçelerinin izlediği, en düşük tarım alanına sahip ilçenin ise Göksun ilçesi olduğu görülmektedir. Toplam tarım alanları içinde yem bitkilerinin ekiliş oranları Tablo 4'te verilmiştir [7].

Tablo 3. Kahramanmaraş İli Tarım Alanlarının İlçelere Göre Dağılımı ve Türkiye’deki Payları

İlçe Adı	Toplam Alan (da)	Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünlerin Ekilen Alanı (da)		Nadas Alanı (da)	Sebze Bahçeleri Alanı (da)	Meyveler, İçecek ve Baharat Bitkilerinin Alanı (da)	Süs Bitkileri Alanı (da)
Afşin	625.893	496.233	100.000	17.600	12.060	0	
Andırın	220.800	168.374	27.000	5.220	20.206	0	
Çağlayancerit	45.361	18.286	243	290	26.542	0	
Dulkadiroğlu	47.162	30.841	5.300	540	10.481	0	
Ekinözü	931.424	693.924	120.000	16.500	101.000	0	
Elbistan	420.368	338.799	36.429	6.190	38.950	0	
Göksun	32.291	19.830	9.770	369	2.322	0	
Nurhak	363.782	230.490	3.497	3.571	126.224	0	
Onikişubat	218.385	176.350	697	7.667	33.670	1	
Pazarcık	309.102	175.978	4.500	12.764	115.845	15	
Türkoğlu	299.053	141.643	26.386	19.164	111.860	0	
Toplam	3.513.621	2.490.748	333.822	89.875	599.160	16	
Türkiye’deki Payı (%)	1,52	1,62	0,99	1,14	1,70	0,03	
Türkiye	230.949.238	153.873.226	33.873.817	7.899.063	35.250.703	52.429	

Tablo 4. Kahramanmaraş İlinde Yem Bitkileri Ekili Alanların Tarım Alanları İçindeki Oranları (%)

İlçe Adı	Tarım Alanı (da)	Yem Bitkileri Alanı (da)	Oran (%)
Afşin	625.893	41.360	6,6
Andırın	220.800	29.900	13,5
Çağlayancerit	45.361	18.200	40,1
Dulkadiroğlu	47.162	881	1,9
Ekinözü	931.424	25.500	2,7
Elbistan	420.368	72.455	17,2
Göksun	32.291	1.050	3,3
Nurhak	363.782	18.550	5,1
Onikişubat	218.385	8.886	4,1
Pazarcık	309.102	7.044	2,3
Türkoğlu	299.053	2.175	0,7
Toplam	3.513.621	226.001	6,4

3. KAHRAMANMARAŞ İLİNİN KABA YEM ÜRETİM POTANSİYELİ

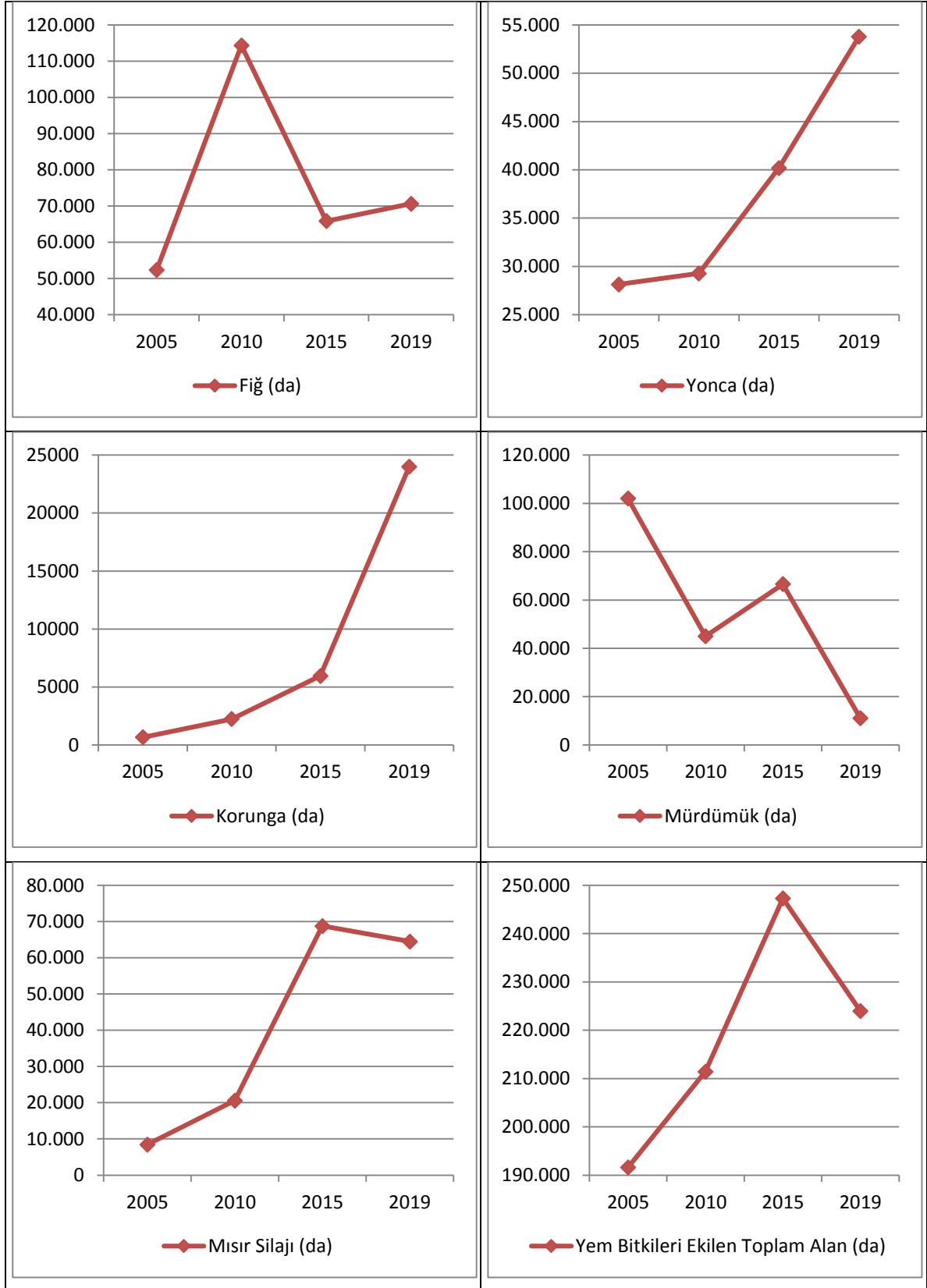
Kahramanmaraş ilindeki kaliteli kaba yem kaynakları çayır-mera alanlarından ve tarla tarımı içerisinde yer alan fiğ, yonca, korunga, silajlık mısır, mürdümük ve diğer yem bitkilerinden elde edilmektedir. Kahramanmaraş ili yem bitkileri ekim alanlarının yıllara göre değişimi Tablo 5 ve Şekil 1’de gösterilmiştir [8]. Yine yem bitkilerinin ilçelere göre ekilişi ve elde edilen kaba yem miktarını gösteren değerler Tablo 6 ve Tablo 7’de verilmiştir [7].

Tablo 5 incelendiğinde son on beş yıllık periyotta, mürdümük haricindeki tüm yem bitkilerinin ekim alanları artmış ve bu artış yonca ve korungada düzenli bir şekilde devam etmiştir. Mısır silajında görülen artış son dört yıllık dönemde çok az bir miktar düşüşe geçmiştir. Fiğin 2010 yılında 110 bin da’ya ulaşan ekim alanında 2015 yılı itibarı ile hızlı bir düşüş meydana gelmiş ancak geçtiğimiz dört yıllık dönemde bu eğilim yerini artışa bırakmıştır (Şekil 1). Toplam yem bitkisi ekilen alan incelendiğinde düzenli bir artış göstermiş ancak fiğ, mürdümük ve mısır silajı ekilen alanlardaki düşüşe bağlı olarak son dört yıllık periyotta tekrar bir miktar düşüş meydana gelmiştir.

Tablo 5. Kahramanmaraş İli Yem Bitkileri Ekim Alanlarının Yıllara Göre Değişimi (da)

Bitki Adı	2005	2010	2015	2019
Fiğ	52.340	114.340	65.854	70.640
Yonca	28.140	29.279	40.188	53.781
Korunga	660	2.235	5.950	24.000
Mürdümük	102.020	45.000	66.530	11.090
Mısır Silajı	8.450	20.590	68.770	64.490
Toplam	191.610	211.444	247.292	224.001

2019 yılı itibarı ile yem bitkileri ekiliş ve üretim miktarları incelendiğinde ilk sırayı 64.490 da alandan 357.880 ton ürün ile mısır silajı almaktadır. Daha sonra sırasıyla yoncadan 53.781 da alandan 78.141 ton, fiğden 70.640 da alandan 49.112 ton, korungadan 24.000 da alandan 21.440 ton ve mürdümükten 11.090 da alandan 3.665 ton yeşil ot elde edilmektedir. 226.001 da ekili alanda üretilen toplam kaba yem üretimi 510.238 tondur (Tablo 6 ve 7).



Şekil 1. Kahramanmaraş İli Yem Bitkileri Ekim Alanlarının Yıllara Göre Değişimi

Tablo 6. Kahramanmaraş İline Ait İlçe Bazlı Yem Bitkileri Ekim Alanları (da)

İlçe Adı	Fiğ (Yeşil ot)	Yonca (Yeşil ot)	Korunga (Yeşil ot)	Mürdümük (Yeşil ot)	Mısır Silajı	Toplam
Afşin	5.900	4.000	11.500	9.460	10.500	41.360
Andırın	7.500	6.000	2.400	-	14.000	29.900
Dulkadiroğlu	9.500	1.600	100	-	7.000	18.200
Ekinözü	101	50	-	530	200	881
Elbistan	1.000	2.000	7500	-	15.000	25.500
Göksun	27.130	36.725	2.000	600	6.000	72.455
Nurhak	400	150	-	500	-	1.050
Onikişubat	12.950	1.900	500	-	3.200	18.550
Pazarcık	4.310	736	-	-	3.840	8.886
Türkoğlu	564	480	-	-	6.000	7.044
Çağlayancerit	1.285	140	-	-	750	2.175
TOPLAM	70.640	53.781	24.000	11.090	64.490	226.001

Tablo 7. Kahramanmaraş İline Ait İlçe Bazlı Yem Bitkileri Üretim Miktarları (ton)

İlçe Adı	Fiğ (Yeşil ot)	Yonca (Yeşil ot)	Korunga (Yeşil ot)	Mürdümük (Yeşil ot)	Mısır Silajı	Toplam
Afşin	4.130	5.600	9.200	2.365	94.500	115.795
Andırın	4.875	7.800	2.160	-	53.500	68.335
Dulkadiroğlu	11.400	1.440	80	-	30.100	43.020
Ekinözü	71	21	-	1.060	1.200	2.352
Elbistan	650	10.000	7500	-	97.500	115.650
Göksun	10.174	47.743	2.000	180	27.000	87.097
Nurhak	140	30	-	60	-	230
Onikişubat	15.540	3.800	500	-	12.800	32.640
Pazarcık	1.293	664	-	-	17.280	19.237
Türkoğlu	139	960	-	-	21.000	22.099
Çağlayancerit	700	83	-	-	3.000	3.783
TOPLAM	49.112	78.141	21.440	3.665	357.880	510.238

4. KAHRAMANMARAŞ İLİ HAYVAN VARLIĞI

2019 yılı verilerine göre Kahramanmaraş'ta kültür sığırı, yerli sığır, melez sığır ve manda toplamı olmak üzere 220.163 büyükbaş hayvan bulunmaktadır. Koyun ve keçi sayılarının toplamına göre küçükbaş hayvan varlığı 925.327'dir. İlin büyükbaş ve küçükbaş toplam hayvan varlığı ise 1.145.490'dır. Tablo 8'de Kahramanmaraş iline ait hayvan sayıları ilçelere göre ayrıntılı olarak verilmiştir [7].

Tablo 8. Kahramanmaraş İline Ait Hayvan Sayıları (baş)

İLÇE ADI	Sığır (Kültür)	Sığır (Yerli)	Sığır (Melez)	Manda	Koyun	Keçi	TOPLAM
Afşin	26.557	192	6.550	89	72.611	5.485	111.484
Andırın	15.699	1.409	5.269	164	15.483	46.313	84.337
Dulkadiroğlu	20.475	104	7.280	11	39.300	75.015	142.185
Ekinözü	4.079	106	3.157	-	2.363	2.563	12.268
Elbistan	29.510	1.225	8.815	34	58.099	10.152	107.835
Göksun	13.778	116	3.067	39	37.773	25.309	80.082
Nurhak	1.447	-	453	-	9.350	24.772	36.022
Onikişubat	29.340	471	9.539	25	38.180	120.285	197.840
Pazarcık	8.915	1.039	3.262	5	151.374	72.944	237.539
Türkoğlu	13.934	10	1.855	-	55.624	25.520	96.943
Çağlayancerit	1.524	-	619	-	18.756	18.056	38.955
TOPLAM	165.258	4.672	49.866	367	498.913	426.414	1.145.490

Tablo 8'e göre büyükbaş hayvan varlığı incelendiğinde Kahramanmaraş'ta en fazla 165.258 başla kültür sığırı yetiştirildiği görülmektedir. İlçelere bakıldığında ise en fazla kültür sığırı 29.510 baş olarak Elbistan ilçesinde yetiştirilmektedir. Yerli sığır 1.409 başla en fazla Andırın'da, melez sığır 9.539 başla en fazla Onikişubat'ta, manda ise 164 başla yine Andırın'da yetiştirilmektedir. Küçükbaş hayvan sayıları mukayese edildiğinde ilk sırayı 498.913 başla koyun yetiştiriciliği almaktadır. Koyun yetiştiriciliğinde en fazla varlığa sahip olan ilçe ise 151.374 başla Pazarcık'tır. En fazla keçi yetiştiriciliği de 120.285 başla Onikişubat ilçesinde yapılmaktadır.

5. KAHRAMANMARAŞ İLİNİN BÜYÜKBAŞ HAYVAN BİRİMİ (BBHB) KAPASİTESİ

Tablo 9’da izlendiği gibi büyükbaş hayvan birimi hesabında Acar ve ark. [9]’nın kullandığı katsayılar kullanılmıştır. Bu değerler kültür sığırı için 1,0, yerli sığır için 0,75, melez sığır için 0,50, manda için 0,90, keçi için 0,10 ve koyun için 0,08’dir. Hayvan sayıları ve hayvan birimlerinin çarpılması ile elde edilen değerler toplanmış ve BBHB hesaplanmıştır. Kahramanmaraş ili için toplam hayvan sayısına karşılık gelen BBHB değeri 276.579’dur.

Tablo 9. Kahramanmaraş İli Büyükbaş Hayvan Birimi (BBHB) Değerinin Hesaplanması

Hayvan türü	Hayvan Sayısı	Hayvan Birimi	Büyükbaş Hayvan Birimi (BBHB)
Kültür sığır	165.258	1,00	165.258
Yerli sığır	4.672	0.75	3.504
Melez Sığır	49.866	0.50	24.933
Manda	367	0.90	330
Keçi	426.414	0.10	42.641
Koyun	498.913	0.08	39.913
Toplam	1.145.490	Toplam BBHB	276.579

6. KAHRAMANMARAŞ İLİ KURU OT ÜRETİMİ MİKTARI

Yeşil ot miktarı kullanılarak kuru ot miktarı hesaplanırken, yem bitkileri ve silaj için Acar ve ark. [9] tarafından kullanılan kuru madde oranı (sırasıyla %30 ve %33) dikkate alınmıştır. Çayır ve mera kuru ot verimi için ise Çağan ve Yüksel [10] tarafından kullanılan 100 kg/da değeri esas alınmıştır (Tablo 10).

Tablo 10. Kahramanmaraş İli Kuru Ot Üretimi (ton)

	Fiğ	Yonca	Korunga	Mürdümük	Mısır Silajı	Çayır ve meralar
Yeşil Ot Üretimi (ton)	49.112	78.141	21.440	3.665	357.880	17.319 ha
Kuru Madde Oranı (%)	30	30	30	30	33	100 kg/da
Kuru Ot Miktarı (ton)	14.733,6	23.442,3	6.432	1.099,5	118.100,4	171.319

Kuru madde oranı %30 (0,3) olarak alınan yem bitkilerinin Kahramanmaraş'ta üretim miktarı; fiğde 14.733,6 ton, yoncada 23.442,3 ton, korungada 6.432 ton ve mürdümükte 1.099,5 ton olarak hesaplanmıştır. Yine kuru madde oranı %33 (0,33) olarak alınan silajda üretim 118.100,4 tondur. Ayrıca Tablo 1'de 171.319 ha olarak belirtilen çayır ve mera arazilerinden elde edilen kuru ot miktarı 171.319 ton olarak hesaplanmıştır (Tablo 10).

7. KAHRAMANMARAŞ İLİNDE ÜRETİLEN KABA YEMİN MEVCUT HAYVAN VARLIĞININ İHTİYACINI KARŞILAMA DURUMU

Hayvanların günlük kuru kaba yem ihtiyacı kendi canlı ağırlığının %2,5'u kadardır. 1 BBHB, 500 kg canlı ağırlık olarak esas alındığında günlük kaba yem ihtiyacı 12,5 kg'a tekabül etmektedir. Çizelge 10'da görüldüğü üzere, üretilen kaba yemin ihtiyacı karşılama durumuna bakıldığında çayır ve meralardan 171.319 ton kuru ot, yem bitkilerinden 45.707 ton kuru ot, silajdan 118.100 ton kuru ot olmak üzere Kahramanmaraş'ta toplam 355.126 ton kuru ot elde edilmektedir. Yıllık kaba yem ihtiyacı = BBHB x 12,5 kg/gün kuru ot x 365 gün formülünden hareketle, 276.579 x 12,5 x 365 = 1.262 milyon ton olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan kaba yem ihtiyacından, üretilen toplam kuru ot miktarı çıkartıldığında, 1.262.000 ton - 355.126 ton = 926.874 ton ilave kuru ota ihtiyaç olduğu görülmektedir. Bu verilerden hareketle üretilen kaba yemin ihtiyacı karşılama oranının sadece %36,16 olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 11).

Tablo 11. Kahramanmaraş İlinde Üretilen Kaba Yemin İhtiyacı Karşılama Oranı

Çayır ve meralardan elde edilen kuru ot	171.319 ton
Yem bitkisi ekilişinden elde edilen kuru ot	45.707 ton
Üretilen silajların kuru ot değeri	118.100 ton
Toplam	355.126 ton
Toplam hayvan varlığı	276.579 BBHB
Gerekli kaba yem ihtiyacı	1.262 milyon ton
Kaba yem açığı	926.874 ton
Üretilen kaba yemin ihtiyacı karşılama oranı	%36,16

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çayır meralar ve yem bitkileri hayvanların beslenme ihtiyacını karşılamak için önemli yem kaynaklarıdır. Yukarıda yapılan tespit ve değerlendirmeler ışığında Kahramanmaraş ilinin gerek mera

alanları gerekse yem bitkileri üretimi açısından yeterli araziye sahip olduğu görülmektedir. Ancak buna rağmen üretilen kaba yemin ihtiyacı karşılama oranı %36 olan Kahramanmaraş'ın, mevcut hayvan varlığını besleme ve kaba yem üretimi yönünden ihtiyacı karşılamada yetersiz kaldığı anlaşılmaktadır. Böyle bir durumun veya sonucun ortaya çıkmasında birçok faktörün etkili olduğu düşünülmektedir. Tohum, yakıt, gübre, alet-ekipman maliyetleri, tarımsal desteklerin yetersizliği, bitkisel ve hayvansal üretim yapan işletmelerin hem sektörel olarak iş birliği yapmaması hem de birlikte hareket etmemesi gibi hususlar bu sorunlardan sadece bazıları arasında yer almaktadır. Yem girdi maliyetlerinin düşürülmesinde çok fazla öneme sahip olan silajın da il genelinde yaygınlaştırılması hem kaba yem kalitesine hem de ekonomik olarak işletmelere katkı sağlayacaktır. Hayvancılıkta verimli ve karlı bir üretim yapabilmek için kaliteli kaba yem üretiminin artırılmasına ihtiyaç olduğu aşikârdır. Konu ile ilgili alınacak birçok tedbir ve yapılması tavsiye edilecek birçok uygulama bulunmaktadır. Kahramanmaraş'ta kaba yem üretimini teşvik etmek ve yaygınlaştırmak üzere alınacak tedbirler ve yapılması gereken bazı uygulamalar tavsiye olarak aşağıda sıralanmıştır. Bu aşamada her ne kadar sadece Kahramanmaraş için ihtiyaç duyulan uygulamalara yer verildiği ifade edilmiş olsa da mevcut hayvan varlığını besleme sorunu ve kaba yem üretimi ihtiyacı olan tüm bölge ve iller için istifade edilebilecek genel bir yaklaşımı da ortaya koymaktadır. Bu bilgiler ışığında mevcut durum ortaya konmalı, geleceğe yönelik projeksiyonlar yapılmalı, projeler planlanmalı ve bunları hayata geçirecek tarım politikaları üretilmelidir.

1. İl genelinde çiftçilere hayvan besleme, kaba yemin kalite ve önemi, yem bitkileri tarımı ve üretim teknikleri ve benzeri konularda eğitimler verilmelidir.
2. Yem bitkileri tohumculuğu ve tohum üretimi teşvik edilmelidir.
3. Kahramanmaraş'a uygun yem bitkisi çeşitleri belirlenmeli, bu çeşitlerin ekimi ve sertifikalı tohumluk kullanımı teşvik edilmelidir.
4. Münavebede yem bitkilerinin yer alması sürdürülebilir tarım açısından büyük önem arz etmektedir. Özellikle baklagil yem bitkilerinin rotasyona alınması toprağın organik maddesine ve yabancı ot ile mücadeleye katkı sağlayacaktır.
5. Yem bitkileri ekim alanları ve üretiminin artırılması için nadas alanlarında, kuru tarım alanlarında ve meyve bahçelerinde ara tarım şeklinde tek yıllık yem bitkileri ekimi ve karışık ekim yaygınlaştırılmalıdır.

6. Silaj üretiminin yaygınlaştırılması ve teknik destek sağlanması için silaj konusunda uygulamalı eğitimler verilmelidir.
7. Özellikle sulu tarım yapılan arazilerde birden çok biçilebilen tek yıllık çim (*Lolium multiflorum*) gibi serin iklim ve yaz otu (*Eragrostis tef*) gibi sıcak iklim buğdaygil yem bitkileri tarımı teşvik edilerek birim alandan elde edilen ürün miktarı artırılmalıdır.
8. Çayır meraların tespit, tahdit, tahsis ve ıslah çalışmaları ivedilikle tamamlanmalıdır.
9. Çayır meralarda otlatma, tekniğine uygun yapılmalı ve aşırı otlatmanın önüne geçilmelidir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını bildirmektedirler.

KAYNAKLAR

- [1] E. Açıkgöz, R. Hatipoğlu, S. Altınok, C. Sancak, A. Tan ve D. Uraz, Yem Bitkileri Üretimi ve Sorunları, Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Tarım Kongresi, Ankara, 503-518, (2005).
- [2] F. Harmanşah, Türkiye’de Kaliteli Kaba Yem Üretimi Sorunlar ve Öneriler, TÜRKTOB Dergisi, Sayı 25, s. 9-13, 2018.
- [3] E. Bıçakçı ve S. Açıkbaz, Bitlis İlindeki Kaba Yem Üretim Potansiyelinin Hayvan Varlığına Göre Yeterliliğinin Belirlenmesi, BEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 7 (1), (2018) 180-185.
- [4] M. M. Ertuş, Hakkâri’de Sürdürülebilir Mera Kullanımı ve Yem Bitkileri Üretimi, Doğu Fen Bilimleri Dergisi / Journal of Natural & Applied Sciences of East, 2 (1), (2019) 47-53.
- [5] E. Açıkgöz, Yem Bitkileri, Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayınları, Bursa, 2001
- [6] C.O. Sabancı, Baklagil Yem Bitkileri, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Vakfı Yayınları, Van, 2009.
- [7] Anonim, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Kahramanmaraş İl Müdürlüğü Verileri, (2019).
- [8] Anonim, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) Kahramanmaraş Yem Bitkileri Ekiliş Verileri, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim tarihi: 12.11.2020).

- [9] Z. Acar, M. Tan, İ. Ayan, Ö. Aşçı, H. Mut, U. Başaran, E. Gülümser, M. Can ve G. Kaymak, Türkiye’de Yem Bitkileri Tarımının Durumu ve Geliştirme Olanakları, Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1, Yay. Haz. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ankara, 2020, s. 529-553.
- [10] E. Çaçan ve A. Yüksel, Çayır ve Meraların Bölgesel Kalkınma Üzerindeki Etkisi, ÜNİDAP Uluslararası Bölgesel Kalkınma Konferansı “Sosyal Kalkınma” Muş, 28-30 Eylül 2016, Cilt: 2, s. 535-545, (2018).