



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/omuanajas.805152

## A deep learning based approach for the detection of diseases in pepper and potato leaves

Eser Sert<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Malatya, Turkey

\* Sorumlu yazar/corresponding author: [eser.sert@ozal.edu.tr](mailto:eser.sert@ozal.edu.tr)

Geliş/Received 05/10/2020

Kabul/Accepted 24/05/2021

### ABSTRACT

The present study proposes a Faster R-CNN Object Detection Approach with GoogLeNet Classifier (Faster R-CNN-GC) using image stitching, Faster R-CNN and GoogLeNet to detect pepper and potato leaves as well as leaf diseases in them. It is widely known that for a successful object detection performance, Faster R-CNN requires performing image labelling on a very high number of data, which will later train Faster R-CNN. However, this process is often very time-consuming. The present study mainly aims to shorten this process by designing an object detection approach which benefits from Faster R-CNN and GoogLeNet architecture. Firstly, Faster R-CNN and GoogLeNet were trained. Later, for the testing process, some of two-piece images were combined using an image stitching approach. Finally, using Faster R-CNN and GoogLeNet, pepper and potato leaves are detected and diseases are written on them. In addition, the proposed system was compared with Faster R-CNN Object Detection Approach with AlexNet Classifier (Faster R-CNN-AC), Faster R-CNN Object Detection Approach with SequezeNet Classifier (Faster R-CNN-SC) and Faster R-CNN. The findings of the experimental studies demonstrated that Faster R-CNN-GC displayed a higher object detection performance compared to other approaches.

Keywords:

Leaf Disease  
Detection  
Faster R-CNN  
Object Detection  
GoogLeNet  
SequezeNet  
AlexNet

**Biber ve patates yapraklarındaki hastalıkların saptanması için derin öğrenme temelli bir yaklaşım**

### ÖZET

Bu çalışmada, görüntü birleştirme, daha hızlı-bölgesel evrişimsel sinir ağı (Faster R-CNN) ve GoogLeNet kullanılarak biber ve patates yapraklarını tespit eden ve tespit edilen yapraklardaki hastalık türünü gösteren, GoogLeNet sınıflandırıcılı Faster R-CNN nesne tespit yaklaşımı (Faster R-CNN-GC) önerilmiştir. Bilindiği gibi, Faster R-CNN'nin başarılı bir şekilde nesne tespitini gerçekleştirebilmesi için, çok fazla eğitim datası üzerinde imge etiketleme yapılması ve bu datalarla Faster R-CNN'nin eğitim sürecinden geçirilmesi gerekmektedir. Fakat bu süreç çok zaman alıcıdır. Bu çalışmadaki temel amaç bu süreci kısaltmak için Faster R-CNN ve GoogLeNet mimarisinin birlikte çalıştığı bir nesne tespit yaklaşımının tasarlanmasıdır. Çalışmada başlangıçta Faster R-CNN ve GoogLeNet'in eğitim süreci tamamlanmıştır. Ardından test sürecine geçilmiş ve bazı test resimleri iki parçalı olduğu için görüntü birleştirme yaklaşımıyla bu görüntüler birleştirilmiştir. Ardından, Faster R-CNN ile resimdeki yaprak/yapraklar tespiti edilmiş ve GoogLeNet ile hastalık durumu belirlenmiştir. Bunlara ek olarak önerilen sistem, AlexNet sınıflandırıcılı Faster R-CNN nesne tespit yaklaşımı (Faster R-CNN-AC), SequezeNet sınıflandırıcılı Faster R-CNN nesne tespit yaklaşımı (Faster R-CNN-SC) ve Faster R-CNN ile karşılaştırılmıştır. Gerçekleştirilen deneysel çalışmalar önerilen Faster R-CNN-GC'nin diğer yaklaşımlara göre daha üstün bir şekilde nesne tespitini gerçekleştirdiği göstermiştir.

Anahtar Sözcükler:

Yaprak hastalık  
tespiti  
Faster R-CNN  
Nesne tespiti  
GoogLeNet  
SequezeNet  
AlexNet

© OMU ANAJAS 2021

## 1. Introduction

The detection of leaf diseases using image detection approaches is one of the most popular research topics in the field of agriculture today. Because most plant diseases usually display symptoms in a visible spectrum, they paved the way for the effective use of various tools such as artificial intelligence, image processing and computer vision systems. These tools play a critical role in the automatic detection of plant diseases and determination of disease type, which eventually increases agricultural productivity. Various approaches employed in this field are logistic regression, K-nearest neighbors (K-NN), convolutional neural network (CNN), support vector machine (SVM) and decision tree (Geetharamani and Pandian, 2019). However, the number of studies benefiting from CNN and Faster R-CNN is fairly limited.

Proposed by Yann LeCun in 1988, CNN has been developed since then. In recent years, thanks to a gradual development in the number of layers in its architecture, CNN performances have remarkably improved, and different CNN architectures have so far been proposed. Thus, it became possible to reach high accuracy rates in different applications such as image classification, segmentation and object detection. AlexNet, GoogLeNet Inception V3, Inception V4, VGG net, DenseNets, SqueezeNet and Microsoft ResNet can be listed as major CNN architectures (Too et al., 2019). Faster R-CNN is an important object detection approach proposed by Ren et al. (2015). As it performs object detection with a considerably high performance, it has been used in a number of quite different applications in recent years. Both Faster R-CNN and CNN are deep neural networks which have displayed an effective performance in various applications such as object detection, object classification and speech recognition. As a result of the literature studies, it was seen that CNN was used for the following purposes:

- Biological image classification (Qin et. al, 2020)
- Brain tumor detection (Özyurt et al., 2019; Özyurt et al., 2020) and diagnosis system (Sert et al., 2019)
- Chinese text recognition (Wang and Du, 2021)
- Facial expression recognizer (Teja et al., 2020)
- Finger vein recognition (Zhao et al., 2020)
- Industrial food packaging (Medus et al., 2021)
- Leaf disease classification (Deeba and Amutha, 2020)
- Speech emotion recognition (Kwon, 2020)
- Underwater target detection (Zeng et al., 2021)

In the present study, Faster R-CNN Object Detection Approach with GoogLeNet Classifier (Faster R-CNN-GC) approach, which combined Faster R-CNN and GoogLeNet, was proposed in order to detect pepper and potato leaves and diseases. Some images were combined using an image stitching (Brown and Lowe, 2007) approach because they consisted of two pieces, which helped perform image processing on some leaf images from a wider angle. In this study, using GoogLeNet as a classifier, it is aimed to maximize the prediction performance of Faster R-CNN.

One of the studies in which deep learning was used in the agricultural field was conducted by Zhou et al. (2019). This study proposed a K-Means clustering algorithm (FCM-KM algorithm) and Faster R-CNN fusion-based approach in order to detect rice leaf diseases and reported that three different types of leaf diseases, namely rice blast, bacterial blight and sheath blight, were detected with an average accuracy rate of 97.2%. Sibiyi and Sumbwanyambe (2019) proposed a CNN-based approach for the detection and classification of plant diseases. Hu et al. (2019) proposed a deep CNN-based approach in order to detect tea leaf diseases, which yielded an average accuracy rate of 92.5%. Özgüven et al. (2019) proposed a Faster R-CNN-based approach for the automatic detection of sugar beet leaf diseases (*Cercospora beticola* Sacc.) and achieved an accuracy rate of 95.48%. Waheed et al. (2020) proposed a CNN-based approach for corn leaf disease recognition and classification. Karlekar and Seal (2020) proposed a CNN-based approach for soybean plant diseases recognition.

The innovative contributions of the present study are summarized below:

- 1) Image stitching and CNN have not been used together to detect leaf diseases in previous studies in the existing literature.
- 2) In order to predict the object accurately using Faster R-CNN, it is necessary to train Faster R-CNN using training data which were subjected to a number of image labelling processes. A low number and quality of image labelling in these processes result in a poor object detection performance. In the present study, Faster R-CNN and GoogLeNet were used together in order to offer a solution to this problem.
- 3) The proposed approach used a lower number of training data lower than that of a conventional Faster R-CNN training process, which shortened the image labelling process to a great extent.
- 4) In order to measure the performance of the proposed approach, Faster R-CNN-GC approach was compared Faster R-CNN Object Detection Approach with AlexNet Classifier (Faster R-CNN-AC), Faster R-CNN Object Detection Approach with SequeezeNet Classifier (Faster R-CNN-SC) and Faster R-CNN. It was reported that the proposed approach displayed a much higher accuracy rate compared to other approaches.

Dataset organization and image stitching, CNN, Faster R-CNN, the proposed approach and other approaches, Faster R-CNN approach, performance measurement metrics are described in Section 2. Experimental studies are presented in Section 3. Section 4 concludes the present study.

## 2. Material and Methods

### 2.1 Dataset

The present study benefited from Plant Village dataset (Hughes and Salathé, 2015) and leaf images captured from pepper and potato fields in Malatya by the author in order to create a training dataset for Faster R-CNN. Honor 8X mobile phone was used for photograph capturing. As a result, a total of 544 pepper and potato leaf images were obtained using these captured photographs and Plant Village dataset images. These leaf images consisted of five different categories, namely Potato Late Blight, Potato Healthy, Potato Early Blight, Pepper Bell Healthy and Pepper Bell Bacterial Spot. Image augmentation was applied to these 544 images to improve the performance of Faster R-CNN. 90-degree image rotation, contrast enhancing and brightness enhancing were applied to leaf images in Step 1, 2 and 3 of this process respectively. Thus, a dataset containing  $4 \times 544 = 2176$  leaf images was created. The numbers of leaves from Pepper Bell Bacterial Spot, Pepper Bell Healthy, Potato Early Blight, Potato Healthy and Potato Late Blight species in the database are 460, 671, 448, 115 and 482, respectively. This dataset created within the scope of the study is named as Dataset 1. Figure 1-a shows some of images from Dataset 1.

Another dataset containing 6023 pepper and potato leaf images was created using the photographs taken by the author from the pepper and potato fields in Malatya and the images from the Plant Village data set. This dataset as named Dataset 2 was used for the training process of AlexNet, GoogleNet and SqueezeNet and the testing process of all approaches. 4627 images from Dataset 2 were included in the training and validation process of AlexNet, GoogleNet and SqueezeNet. 3239 images (70%) were used for the training process, while 1388 images (30%) were used for the validation process. Number of Pepper Bell Bacterial Spot, Pepper Bell Healthy, Potato Early Blight, Potato Healthy and Potato Late Blight types leaves used for the training process are 698, 1035, 700, 106 and 700, respectively. Numbers of Pepper Bell Bacterial Spot, Pepper Bell Healthy, Potato Early Blight, Potato Healthy and Potato Late Blight types leaves used for the validation process are 299, 443, 300, 46 and 300, respectively. The remaining  $6048 - 4628 = 1420$  images were used for the testing process of all approaches. Leaf numbers of Pepper Bell Bacterial Spot, Pepper Bell Healthy, Potato Early Blight, Potato Healthy and Potato Late Blight types used for the testing process are 310, 447, 312, 41 and 310, respectively. Figure 1-b shows some images from Dataset 2.

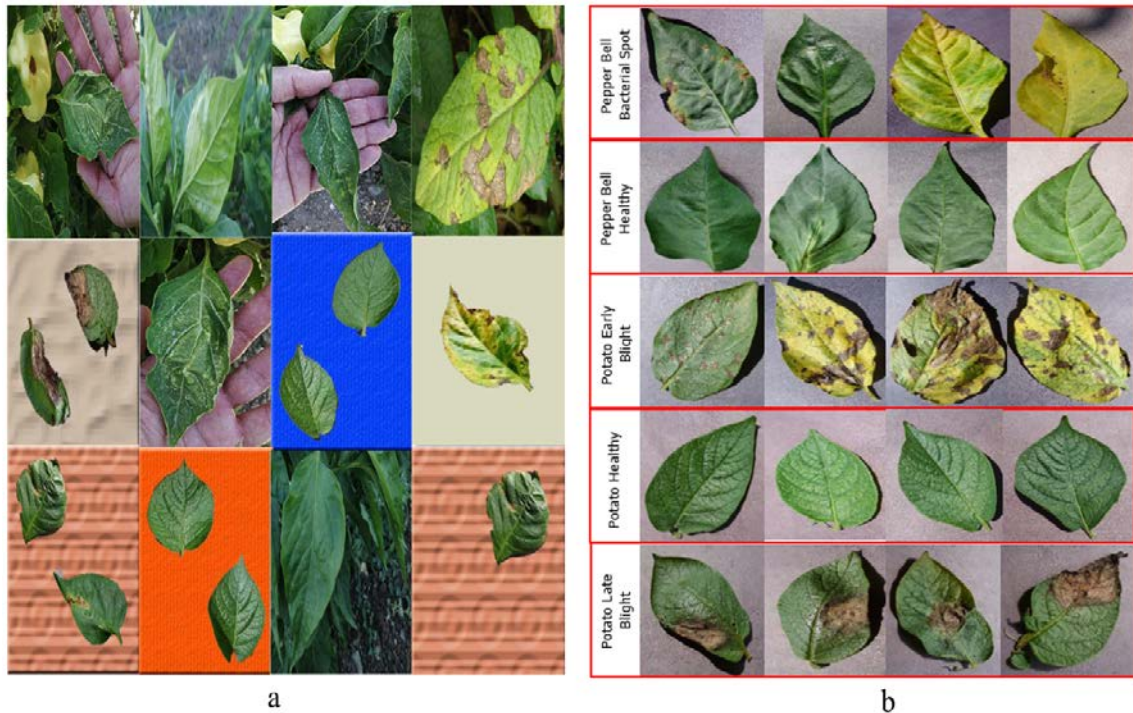


Figure 1. a) Some of images from Dataset 1, b) Some of images from Dataset 2.

Şekil 1. a) Dataset 1'den bazı görüntüler, b) Dataset 2'den bazı görüntüler.

## 2.2. Image stitching

Image stitching enables combining multiple images captured from more than one camera or images in different pieces by applying a few steps to overlapping fields of those images in order to produce panoramic or high resolution images. The present study employs an image stitching approach to combine different leaf images. The experimental studies in this study demonstrated that the approach proposed by Brown and Lowe (2007) displayed the highest image stitching performance. Therefore, this approach was used to combine images in different segments in the testing process. Brown and Lowe (2007) proposed a successful approach for a fully automatic panoramic stitching. This study employed invariant local features and a probabilistic model in order to verify image matches. Thus, it made it possible to detect several panoramic images in unordered image sets, and these image sets were combined automatically without any user login. More detailed information about this study can be found in (Brown and Lowe, 2007).

## 2.3. CNN

CNN is a type of multilayer perceptron (MLP). It is a feedforward neural network which was inspired by human brain (Lumini and Nanni, 2019). It has been widely used in various different fields such as medicine, security and satellite images for the purposes of classification and segmentation due to its successful performance. It contains various layers in its structure such as convolution, activation, pool, fully-connected and classification. It is possible to improve CNN performance by connecting these layers in different combinations and numbers (Lumini and Nanni, 2019).

## 2.4. The proposed approach

The proposed Faster R-CNN-GC approach benefits from Faster R-CNN in order to detect pepper and potato leaves in the image set and GoogLeNet classifier in order to detect types of diseases and match the disease with the related leaf. Faster R-CNN-GC, which is a comparison approach, differs from Faster R-CNN-AC in that it employs GoogLeNet as a classifier, whereas Faster R-CNN-SC employs SequezeNet as a classifier. The functions of these three approaches are summarized in Figure 2. The proposed approach consists of seven steps:

---

### Training Process

**Step -1:** Data labelling process of leaf images in the dataset

**Step -2:** Faster R-CNN training

**Step-3:** Training and validation processes of AlexNet, SequezeNet and GoogleNet architectures

---

### Testing Process

**Step-4:** Object detection on images using Faster R-CNN

**Step-5:** Segmentation of object detected

**Step-6:** Detection of leaf diseases using AlexNet, SequezeNet and GoogleNet classifiers

**Step-7:** Writing disease names on leaf images

---

### 2.4.1. Training processes

- **Step-1:** Data labelling process of leaf images in the dataset: As described in detail in Section “2. 1. Dataset”, 2176 training images from Dataset 1 were used for Faster R-CNN. These images are labelled in Step 1 prior to the training process. In this process, all leaves in the image dataset were labelled as “leaf”.
- **Step-2:** Faster R-CNN training: In Step-2, 2176 labelled images were used to perform Faster R-CNN training.
- **Step-3:** Training and validation processes of AlexNet, SequezeNet and GoogleNet architectures: As described in detail in Section “2. 1. Dataset”, a dataset containing 3239 training and 1388 validation images from Dataset 2 was prepared. This dataset was used in Step-3 to complete the training processes of AlexNet, SequezeNet and GoogleNet architectures.

### 2.4.2. Testing processes

- **Step-4:** Object detection on images using Faster R-CNN: In this step, the leaves in the Image, which is the input image, are detected using Faster R-CNN. The detected leaves are seen in the Faster\_R-CNN\_image seen in Figure 7.



As described in detail in Section “2.1. Dataset”, 1420 test images from Dataset 2 were used the testing process. Because 50 out of 1420 testing images were two-piece images.

- **Step-5:** Segmentation of object detected: The segmentation of the leaves detected in the previous step is carried out in this step. Since each leaf in the Image is framed by Faster R-CNN, segmentation of these leaves was performed using these frame coordinates. As can be seen in Figure 2, since 7 leaf images are detected in the Image, these 7 leaf images are segmented.
- **Step-6:** Detection of leaf diseases using AlexNet, SequeezeNet and GoogleNet classifiers: In the first step, the disease types of the segmented leaves were estimated using the Faster R-CNN-GC approach, which includes GoogLeNet classifier. In the second step, the disease types of the segmented leaves were estimated using the Faster R-CNN-AC approach, which includes AlexNet Classifier. In the third step, the disease types of the segmented leaves were determined with the Faster R-CNN-SC approach, which includes the SequeezeNet Classifier. At the output of AlexNet, SequeezeNet and GoogleNet classifiers for each segmented leaf image, only one of the disease types 'Pepper Bell Bacterial Spot, Pepper Bell Healthy, Potato Early Blight, Potato Healthy and Potato Late Blight' is obtained as a class output.
- **Step-7:** Writing disease names on leaf images: In this step, the classification results obtained through the AlexNet, SequeezeNet and GoogleNet classifiers in the previous step are written on the Image.

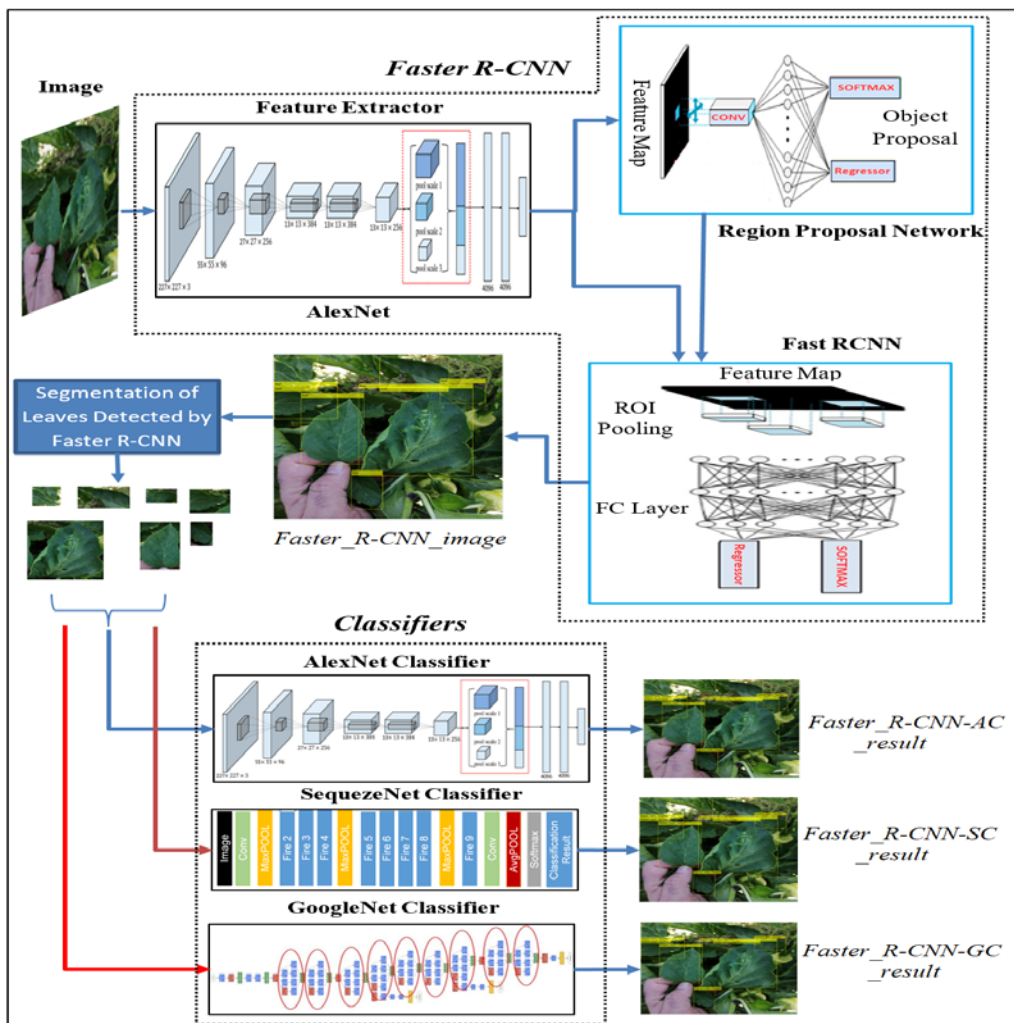


Figure 2. Diagram describing the working structure of Faster R-CNN-GC, Faster R-CNN-AC and Faster R-CNN-SC. Şekil 2. Faster R-CNN-GC, Faster R-CNN-AC ve Faster R-CNN-SC'nin çalışma yapısını açıklayan diyagram.

### 2.5. Faster R-CNN detection approach

An approach which could detect five different types of leaves, namely Pepper Bell Bacterial Spot, Pepper Bell Healthy, Potato Early Blight, Potato Healthy ve Potato Late\_Blight, was designed using only Faster R-CNN in order to compare the proposed Faster R-CNN-AC approach with other approaches. The structure of a Faster R-CNN which is used to detect leaf diseases is shown in Figure 3. First, the training process of Faster R-CNN was completed. As described in detail in Section “2. 1. Dataset”, 2176 images in Dataset 1 were used for Faster R-CNN training. These images were labelled as Potato Late Blight, Potato Healthy, Potato Early Blight, Pepper Bell Healthy and Pepper Bell Bacterial Spot. Later, this dataset was used to perform the training of Faster R-CNN. As described in detail in Section “2. 1. Dataset”, 1420 test images in Dataset 2 were used the testing process of Faster R-CNN. The object detection result obtained with this approach is named as Faster\_R-CNN\_result.

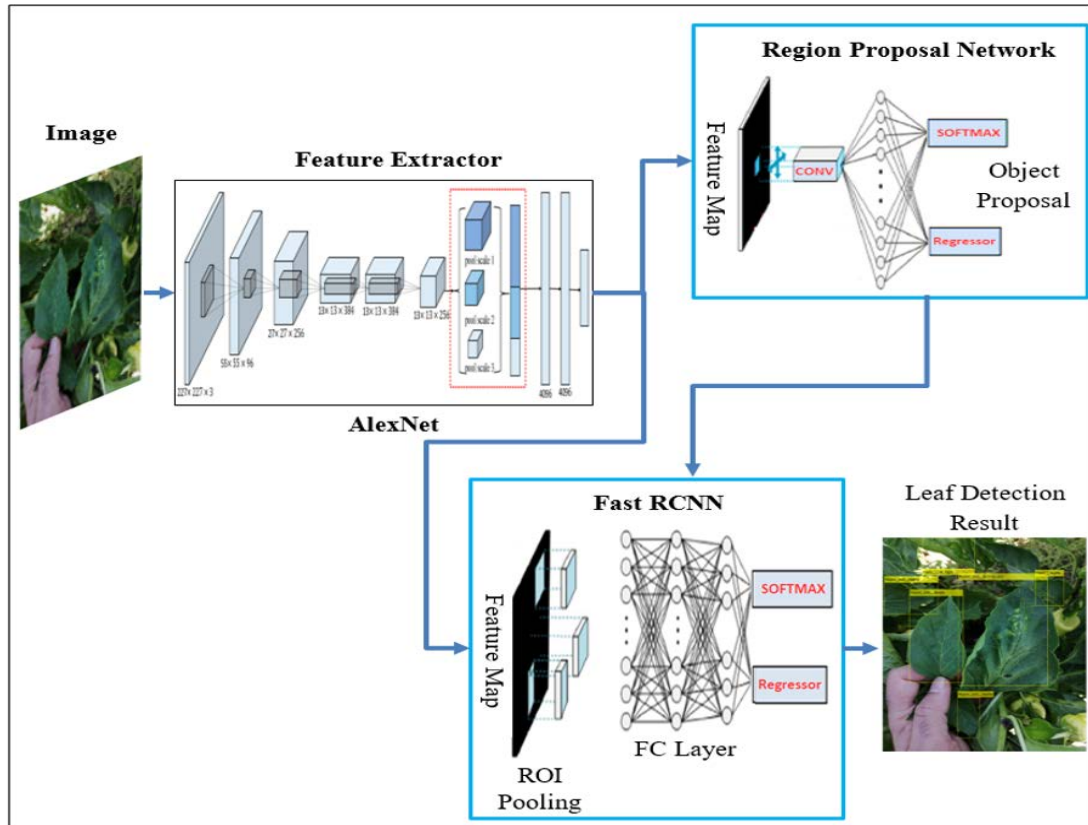


Figure 3. Architecture of Faster R-CNN.

Şekil 3. Faster R-CNN'nin Mimarisi.

### 2.6. Performance measurement metrics

Accuracy, F1-score, precision and recall were used to compare the performances of CNN-based approaches in the present study (Sokolova and Lapalme, 2009). Accuracy: It is one of the most popular criteria used for the assessment of a CNN model. A higher accuracy value points to a CNN model with a higher level of performance. Accuracy equation is defined as follows:

$$\text{Accuracy} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (1)$$

Here, TP = True Positive, TN = True Negative, FP = False Positive and FN = False Negative.

Precision and recall used to compare CNN-based approaches in the present study are defined as follows:

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP+FP} \quad (2)$$

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP+FN} \quad (3)$$

F1-score: It is a popular and highly reliable method to compare different machine learning approaches. F1-score corresponds to the harmonic mean of precision and recall values and is defined as follows:

$$\text{F1-score} = \frac{2 * \text{Precision} * \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}} \quad (4)$$

### 3. Results and Discussion

- **Experiment – 1: Faster R-CNN Training**

Training accuracy and loss curves obtained from the training process of Faster R-CNN in Faster R-CNN-AC, Faster R-CNN-SC and Faster R-CNN-GC approaches using a dataset of 2176 ‘leaf’ labelled images are shown in Figure 4.

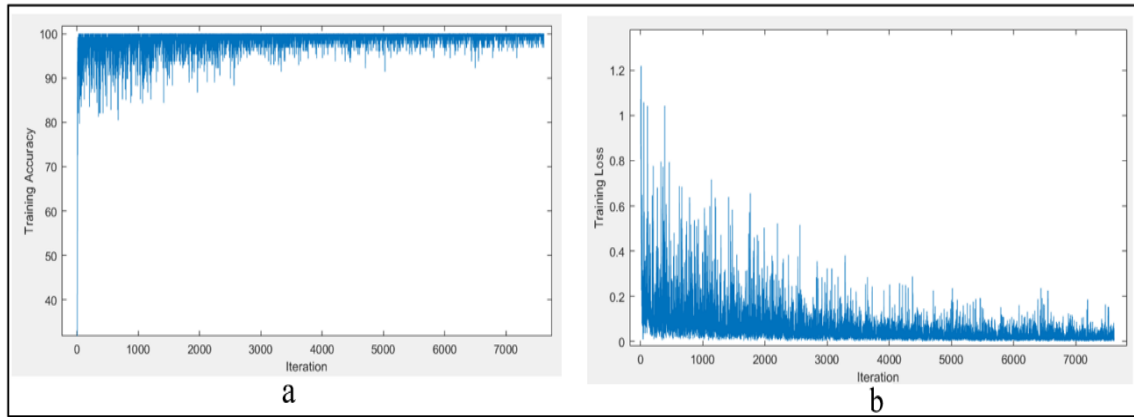


Figure 4. a) Plot for training accuracy, b) Plot for training loss.  
Şekil 4. a) Eğitim doğruluğu grafiği, b) Eğitim kaybı grafiği.

- **Experiment – 2: CNN Models Training**

In this experimental process, training and validation processes of AlexNet, GoogleNet and SqueezeNet based classifiers in Faster R-CNN-AC, Faster R-CNN-SC and Faster R-CNN-GC were performed. Accuracy and loss curves obtained from 3239 training and 1388 validation images for GoogLeNet based classifier are shown in Figure 5.

- **Experiment – 3:** All approaches were tested in this experiment process. As a result, confusion matrices in Figure 6 and detailed comparison results given in Table 1-2 were obtained from 1395 images used to compare all three approaches. Results of four metrics for the four approaches are presented in Table 2. It can be understood the table that all performance comparison values of Faster R-CNN-GC were higher compared to other approaches. These findings demonstrate that Faster R-CNN-GC performed the detection of leaf diseases with a higher level of accuracy compared to other four approaches.

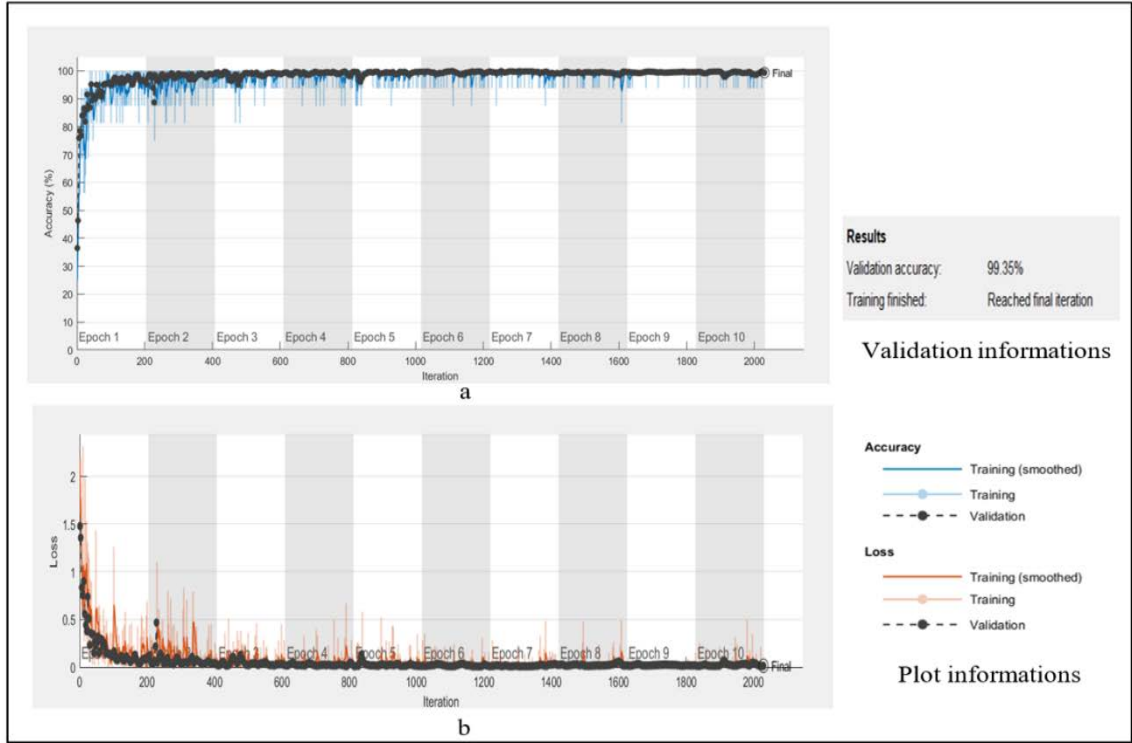


Figure 5. a) Plot for accuracy of GoogLeNet, b) Plot for loss of GoogLeNet.  
 Şekil 5. a) GoogLeNet 'in doğruluk grafiği b) GoogLeNet' in kayıp grafiği.

Table 1. Detailed efficiency metrics for Faster R-CNN-GC

Çizelge 1. Faster R-CNN-GC için ayrıntılı verimlilik metrikleri

Class	Accuracy (%)	Precision	Recall	F1 Score	Overall Accuracy
Pepper Bell Bacterial Spot	99.35	0.99	0.98	0.98	98.06
Pepper Bell Healthy	99.21	0.98	0.99	0.99	
Potato Early Blight	99.5	0.99	0.99	0.99	
Potato Late Blight	98.92	0.99	0.96	0.98	
Potato Healthy	99.14	0.83	0.90	0.86	
		Weighted-Precision	Weighted-Recall	Weighted-F1 Score	
		0,98	0,98	0,98	

Table 2. Comparing the performance of the four approaches with metrics

Çizelge 2. Dört yaklaşımın performansının metriklerle karşılaştırması

	Overall Accuracy (%)	Weighted- Precision	Weighted- Recall	Weighted-F1 Score
Faster R-CNN-GC	98.06	0,98	0,98	0,98
Faster R-CNN-AC	96.7	0,97	0,97	0,97
Faster R-CNN-SC	95.41	0,95	0,95	0,95
Faster R-CNN	82.58	0,83	0,84	0,83

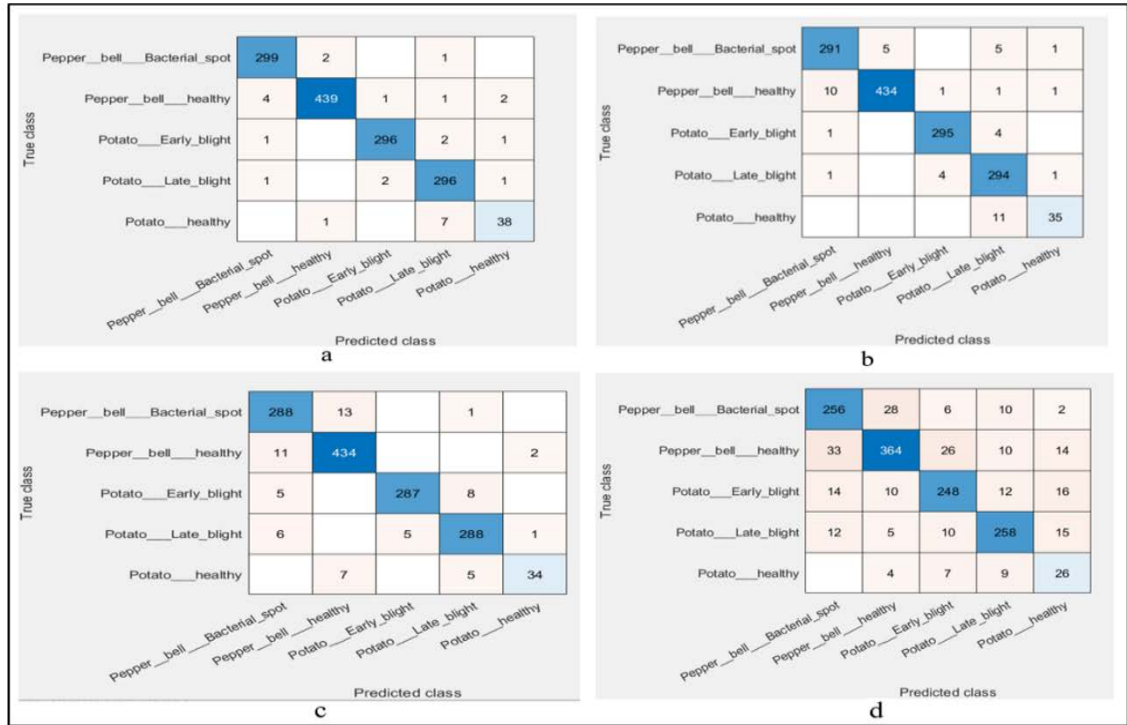


Figure 6. a) Confusion matrix of Faster R-CNN-GC, b) confusion matrix of Faster R-CNN-AC, c) confusion matrix of Faster R-CNN-SC, d) confusion matrix of Faster R-CNN.

Şekil 6.a) Faster R-CNN-GC'nin karmaşıklık matrisi, b) Faster R-CNN-AC'nin karmaşıklık matrisi, c) Faster R-CNN-SC'nin karmaşıklık matrisi, d) Faster R-CNN'nin karmaşıklık matrisi.

• **Experiment – 4:** In the present study, 50 testing images were combined using image stitching, as shown in Figure 7-a and Figure 7-b. Figure 7-c was obtained after image stitching was applied to these images. These figures demonstrated that the related images were combined with a high level of image quality.

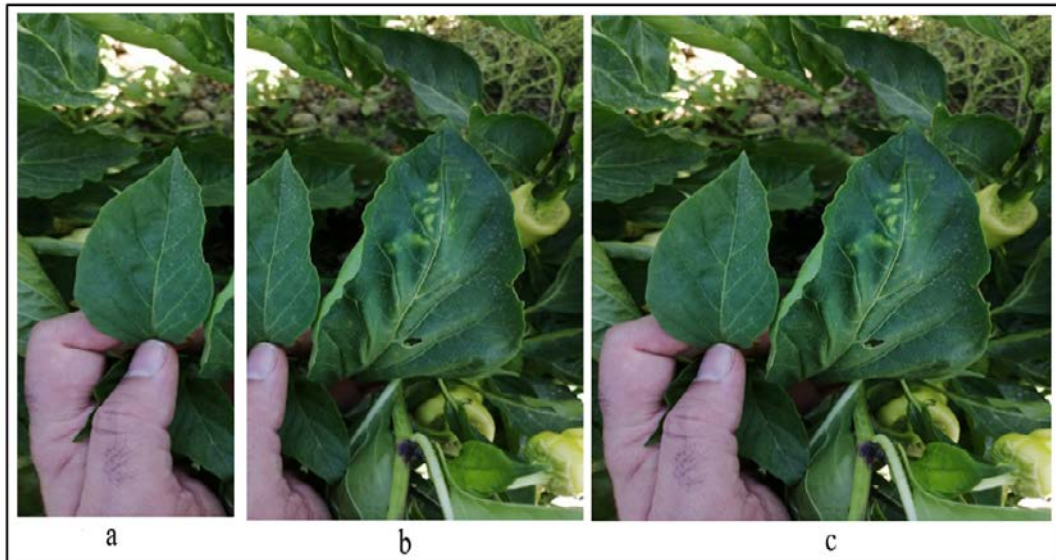


Figure 7. a) image 1, b) image 2, c) img (the result image with image stitching applied).

Şekil 7.a) image 1, b) image 2, c) img (görüntü birleştirme uygulanmış sonuç görüntüsü).

• **Experiment – 5:** The output images obtained from a sample input image shown in Figure 8-a are shown in Figure 8-b and Figure 8-c in order to measure higher performance of the proposed Faster R-CNN-GC approach.



Faster\_R-CNN\_image, which is the result image of Faster R-CNN used in the Faster R-CNN-GC, is shown in Figure 8-b. It can be observed that the detected pepper leaves were labelled as 'leaf'. cropped\_images corresponding to the segmented images are shown in Figure 8-c. The object detection results obtained using four different approaches are shown in Figure 9. The ground truth labels of the leaves detected in Figure 8-b are Pepper Bell Healthy, Pepper Bell Healthy, Pepper Bell Healthy, Pepper Bell Healthy, Pepper Bell Healthy, Pepper Bell Bacterial Spot and Pepper Bell Healthy respectively. These ground truth labels were correctly detected by Faster R-CNN-GC. But Faster R-CNN-AC and Faster R-CNN-SC misclassified only one of the detected leaves. Faster R-CNN could not detect two leaves and misclassified one leaf. It can be stated that Faster R-CNN-GC displayed a performance with an accuracy rate of 100%, while Faster R-CNN-AC, Faster R-CNN-SC and Faster R-CNN displayed an accuracy rate of 85,71%, 85,71% and 57,14% respectively.

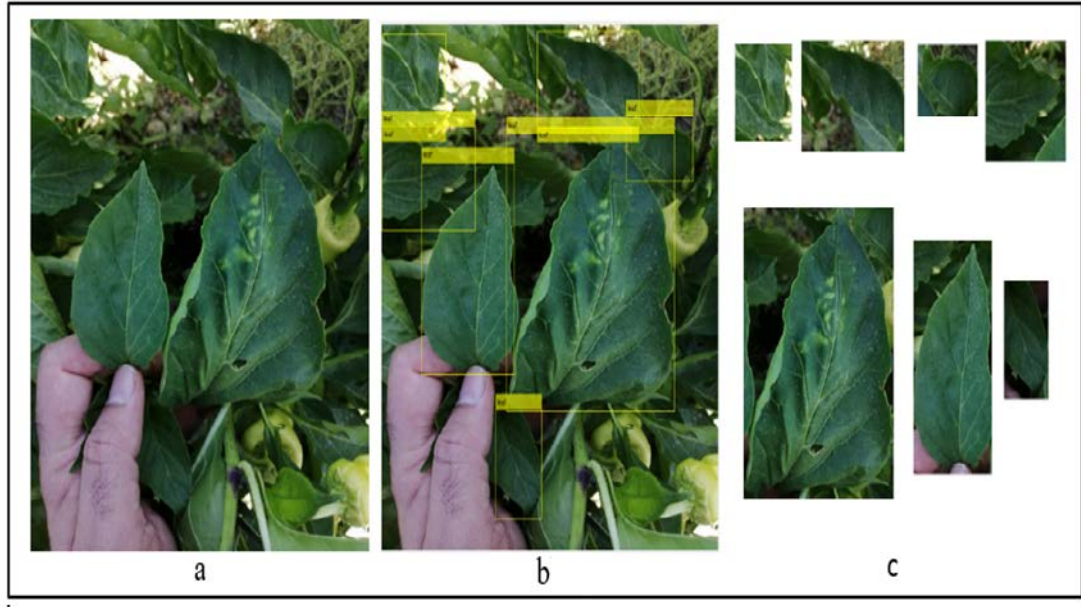


Figure 8. a) img, b) Faster\_R-CNN\_image, c) cropped\_image.  
Şekil 8. a) img, b) Faster\_R-CNN\_image, c) cropped\_image.

Faster R-CNN training in Experiment -1 and CNN models training processes in Experiment -2 were been successfully completed. As can be seen from the results in Table-1 and Table 2, the Faster R-CNN-GC approach detected diseases in leaves more successfully than other approaches. At the same time, the results in these tables show that the GoogLeNet classifier used in the Faster R-CNN-GC approach more successfully classifies the diseases in pepper and potato leaves. The visual analysis results performed on Figure 8 in Experiment -5 show again the superiority of the proposed approach.

As given in Table 3, the performance of the proposed approach was compared with other CNN-based plant disease detection and classification approaches in the existing literature in terms of their respective accuracy rates. It can be observed that the proposed approach had a higher accuracy rate compared to other approaches.

Table 3. Comparative of the proposed approach and other approaches in the literature  
Çizelge 3. Önerilen yaklaşımla literatürdeki diğer yaklaşımların karşılaştırılması

Authors	Year	Number of Class and Plant	Methods	Accuracy (%)
Proposed Approach	2020	5 class for 2 type plant	Faster R-CNN and GoogLeNet	98.06
Zhou et al (2019)	2019	3 class for 1 type plant	FCM-KM algorithm and Faster R-CNN fusion	97.2
Ozguven et al (2019)	2019	4 class for 1 type plant	Faster R-CNN	95.48
Sibiya et al. (2019)	2019	4 class for 1 type plant	CNN	92.85
Hu et al (2019)	2019	4 class for 1 type plant	CIFAR10-quick (CNN)	92.5

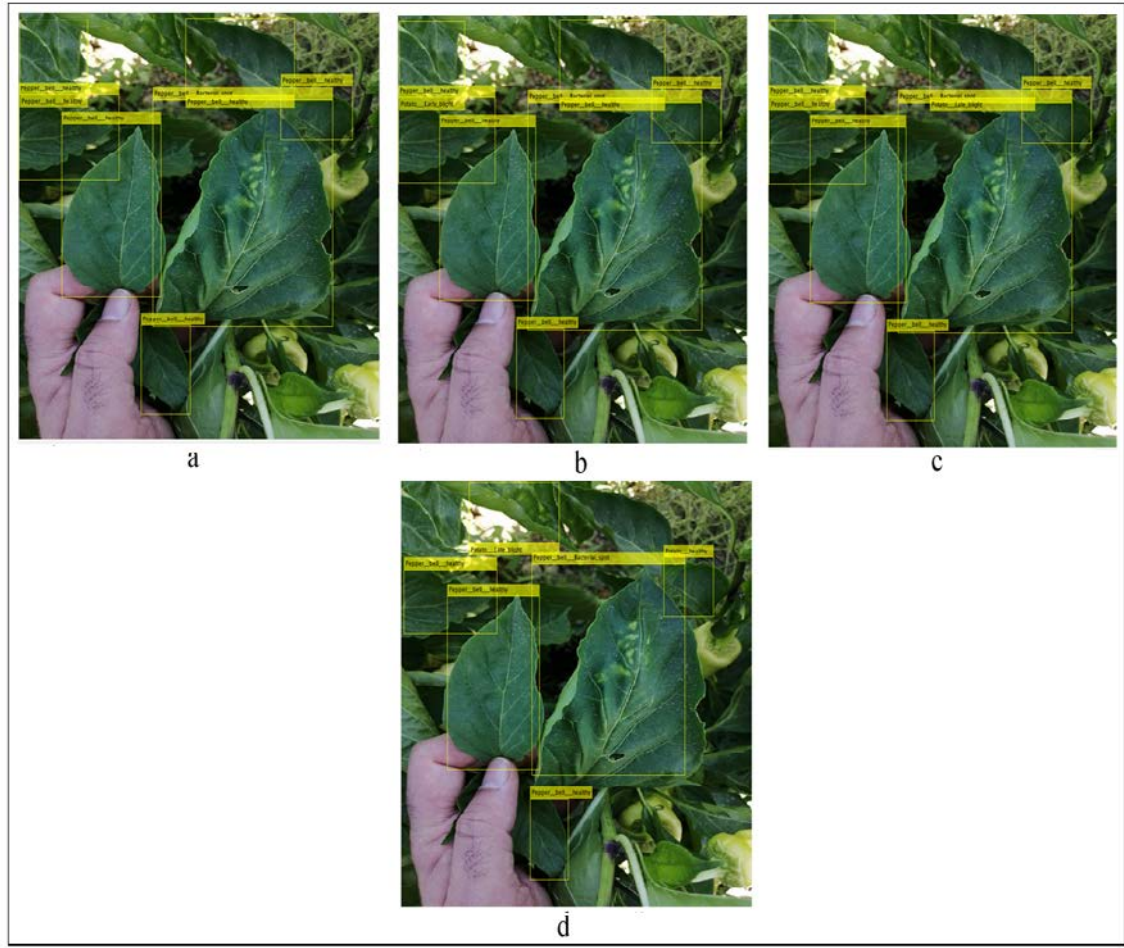


Figure 9. a) Faster\_R-CNN-GC\_result, b) Faster\_R-CNN-AC\_result, c) Faster\_R-CNN-SC\_result, d) Faster\_R-CNN\_result.

Şekil 9. a) *Faster\_R-CNN-GC\_result*, b) *Faster\_R-CNN-AC\_result*, c) *Faster\_R-CNN-SC\_result*, d) *Faster\_R-CNN\_result*.

#### 4. Conclusion

In the present study, Faster R-CNN and GoogLeNet were used together in the proposed Faster R-CNN-GC approach in order to reduce the image labeling process required for the training process of Faster R-CNN. Two-piece images were combined using an image stitching approach in the testing process and thus a more effective object detection was performed thanks to the enlarged images. The proposed Faster R-CNN-GC was compared with Faster R-CNN-SC and Faster R-CNN. The experimental studies clearly demonstrated that the proposed Faster R-CNN-GC approach displayed a higher performance of leaf disease detection compared to other approaches. In conclusion, it can be argued that an innovative and highly efficient object detection approach that can be used in the agricultural field has been introduced to the existing literature.

#### References

- Brown, M., Lowe D.G., 2007. Automatic panoramic image stitching using invariant features. *International Journal of Computer Vision*, 74(1):59-73. doi:10.1007/s11263-006-0002-3.
- Deeba, K., Amutha, B., 2020. ResNet-deep neural network architecture for leaf disease classification. *Microprocessors and Microsystems*, 103364 (In Press). doi:10.1016/j.micpro.2020.103364.
- Geetharamani, G., Pandian, A., 2019. Identification of plant leaf diseases using a nine-layer deep convolutional neural network. *Computers & Electrical Engineering*, 76: 323-338. doi:10.1016/j.compeleceng.2019.04.011.

- Hu, G., Yang, X., Zhang, Y., Wan, M., 2019. Identification of tea leaf diseases by using an improved deep convolutional neural network. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, 24:100353. doi:10.1016/j.suscom.2019.100353.
- Hughes, D., Salathé, M., 2015. An open access repository of images on plant health to enable the development of mobile disease diagnostics. arXiv Preprint arXiv:1511.08060.
- Karlekar, A., Seal, A., 2020. SoyNet: Soybean leaf diseases classification. *Computers and Electronics in Agriculture*, 172:105342. doi:10.1016/j.compag.2020.105342
- Kwon, S., 2020. MLT-DNet: Speech emotion recognition using 1D dilated CNN based on multi-learning trick approach. *Expert Systems with Applications*, 167:114177. doi:10.1016/j.eswa.2020.114177.
- Lumini, A., Nanni, L., 2019. Deep learning and transfer learning features for plankton classification. *Ecological informatics*, 51: 33-43. doi:10.1016/j.ecoinf.2019.02.007.
- Medus, L. D., Saban, M., Francés-Víllora, J. V., Bataller-Mompeán, M., Rosado-Muñoz, A., 2021. Hyperspectral image classification using CNN: application to industrial food packaging. *Food Control*, 125:107962. doi:10.1016/j.foodcont.2021.107962.
- Özguven, M. M., Adem, K., 2019. Automatic detection and classification of leaf spot disease in sugar beet using deep learning algorithms. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 535: 122537. doi:10.1016/j.physa.2019.122537.
- Özyurt, F., Sert, E., Avci, E., Dogantekin, E., 2019. Brain tumor detection based on Convolutional Neural Network with neutrosophic expert maximum fuzzy sure entropy. *Measurement*, 147:106830. doi:10.1016/j.measurement.2019.07.058.
- Özyurt, F., Sert, E., Avci, D., 2020. An expert system for brain tumor detection: Fuzzy C-means with super resolution and convolutional neural network with extreme learning machine. *Medical hypotheses*, 134:109433. doi:10.1016/j.mehy.2019.109433.
- Qin, J., Pan, W., Xiang, X., Tan, Y., Hou, G., 2020. A biological image classification method based on improved CNN. *Ecological Informatics*, 58:101093. doi:10.1016/j.ecoinf.2020.101093.
- Ren, S., He, K., Girshick, R., Sun, J. (2015). Faster R-CNN: Towards real-time object detection with region proposal networks. In *Advances in Neural Information Processing Systems*, 28: 91–99.
- Sert, E., Özyurt, F., Doğantekin, A., 2019. A new approach for brain tumor diagnosis system: Single image super resolution based maximum fuzzy entropy segmentation and convolutional neural network. *Medical hypotheses*, 133:109413. doi:10.1016/j.mehy.2019.109413.
- Sibiya, M., Sumbwanyambe, M., 2019. A computational procedure for the recognition and classification of maize leaf diseases out of healthy leaves using convolutional neural networks. *AgriEngineering*, 1(1): 119-131. doi:10.3390/agriengineering1010009.
- Sokolova, M., Lapalme, G., 2009. A systematic analysis of performance measures for classification tasks. *Information Processing & Management*, 45(4): 427-437. doi:10.1016/j.ipm.2009.03.002.
- Teja, B. S. M., Anita, C. S., Rajalakshmi, D., Berlin, M. A., 2020. A CNN based facial expression recognizer. *Materials Today: Proceedings*, 37(2): 2578-2581. doi:10.1016/j.matpr.2020.08.501.
- Too, E.C., Yujian, L., Njuki, S., Yingchun, L., 2019. A comparative study of fine-tuning deep learning models for plant disease identification. *Computers and Electronics in Agriculture*, 161: 272-279. doi:10.1016/j.compag.2018.03.032.
- Wang, Z. R., Du, J., 2021. Joint architecture and knowledge distillation in CNN for Chinese text recognition. *Pattern Recognition*, 111:107722. doi:10.1016/j.patcog.2020.107722.
- Waheed, A., Goyal, M., Gupta, D., Khanna, A., Hassanien, A. E., Pandey, H. M., 2020. An optimized dense convolutional neural network model for disease recognition and classification in corn leaf. *Computers and Electronics in Agriculture*, 175:105456. doi:10.1016/j.compag.2020.105456
- Zeng, L., Sun, B., Zhu, D., 2021. Underwater target detection based on Faster R-CNN and adversarial occlusion network. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 100:104190. doi:10.1016/j.engappai.2021.104190.
- Zhao, D., Ma, H., Yang, Z., Li, J., Tian, W., 2020. Finger vein recognition based on lightweight CNN combining center loss and dynamic regularization. *Infrared Physics & Technology*, 105:103221. doi:10.1016/j.infrared.2020.103221.
- Zhou, G., Zhang, W., Chen, A., He, M., Ma, X., 2019. Rapid detection of rice disease based on FCM-KM and faster R-CNN fusion. *IEEE Access*, 7:143190-143206. doi:10.1109/ACCESS.2019.2943454



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.825480

## The Effect of Boron Stress on Germination Properties of Pepper, Eggplant and Watermelon Seeds Subjected to Salicylic Acid Pre-application

Ahmet Turhan<sup>a,\*</sup>, Hayrettin Kuşçu<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Bursa University of Uludag, Mustafakemalpaşa Vocational School, Department of Plant and Animal Production, Bursa, Turkey.

<sup>b</sup>University of Uludag, Faculty of Agriculture, Department of Biosystems Engineering, Bursa, Turkey;

\*Sorumlu yazar/corresponding author: turhan@uludag.edu.tr

Geliş/Received 13/11/2020 Kabul/Accepted 24/05/2021

### ABSTRACT

Boron toxicity constitutes a limiting factor on seed germination. Salicylic acid-like plant growth regulators play an important role in alleviation the negative effects of boron stress. The research was carried out to determine the germination properties of seeds (pepper, eggplant, watermelon) with and without salicylic acid (SA) pre-application at different boron (B) concentrations. Experiments were conducted in randomized plots design with 4 replications. Seed germination percentage, mean germination time, germination index and germination energy values were determined under four different SA (0, 0.5, 1.0 and 2.0 mM) and six different B (0, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0 and 16.0 mg L<sup>-1</sup>) doses. The greatest germination percentage, index and energy values and the shortest mean germination time were obtained from 1.0 mg L<sup>-1</sup> B dose, on the other hand, increasing B stress negatively influenced germination parameters. Especially at 4.0, 8.0 and 16.0 mg L<sup>-1</sup> B stress, 1.0 mM SA supplemented into growing media increased germination parameters of all three vegetable species, reduced the negative effects of boron and positively influenced germination time. Present findings revealed that SA could be used as an efficient tool in alleviation of negative effects of boron toxicity. On the other hand, SA applications were not effective or had quite limited effects on non-B application or low B-application (< 1.0 mg L<sup>-1</sup>) seeds.

Keywords:  
Boron toxicity  
Germination  
percentage  
Germination index  
Germination energy

### Salisilik Asit Ön Uygulamasına Tabi Tutulmuş Biber, Patlıcan ve Karpuz Tohumlarında Bor Stresinin Çimlenme Özellikleri Üzerine Etkisi

#### ÖZET

Tarımsal üretimde tohumun çimlenme özelliklerini sınırlandıran önemli faktörlerden birisi de bor toksisitesidir. Salisilik asit gibi bitki büyüme düzenleyicileri, bor stresinin olumsuz etkisini hafifletmede önem taşımaktadır. Araştırma, salisilik asit (SA) ön uygulaması yapılmış ve yapılmamış tohumların (biber, patlıcan, karpuz) farklı bor (B) konsantrasyonlarındaki çimlenme özelliklerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Laboratuvar şartlarında yapılan bu deneme, tesadüf parselleri deneme desenine uygun, dört SA (0, 0.5, 1.0 ve 2.0 mM) ve altı B dozu (0, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0 ve 16.0 mg L<sup>-1</sup>) kullanılarak 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Çalışmada tohumların çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme süresi, çimlenme indeksi ve enerjisindeki değişimler incelenmiştir. En yüksek çimlenme özelliklerini (çimlenme, yüzdesi, indeksi ve enerjisi) ve en kısa çimlenme süresini 1.0 mg L<sup>-1</sup> B dozu göstermiş, buna karşın artan B stresi bu değerleri olumsuz etkilemiştir. Özellikle, 4.0,

Anahtar Sözcükler:  
Bor toksisitesi  
Çimlenme yüzdesi  
Çimlenme indeksi  
Çimlenme enerjisi

© OMU ANAJAS 2021

8.0 ve 16.0 mg L<sup>-1</sup> B stresinde, ortama ilave edilen 1.0 mM SA her üç sebze de çimlenme özelliklerini artırarak, borun zararlı etkilerini azaltabilmiş ve çimlenme süresini de olumlu etkilemiştir. Bu durum, toksisite riski ile ortaya çıkan olumsuzlukların giderilmesinde SA'ın kullanılabilecek bir alternatif olabileceğini gösterilmiştir. Buna karşın, B uygulanmayan veya düşük seviyede B (< 1.0 mg L<sup>-1</sup>) uygulanan tohumlarda, SA uygulamalarının etkisi olmamış veya oldukça sınırlı kalmıştır.

## 1. Introduction

Boron is an essential micronutrient for normal growth and development of plants (Brdar-Jokanović, 2020). Among the plant micronutrients such as Fe, Zn, Cu, Mn and etc. boron is the only non-metallic element and it exists in borate forms in the nature. Among these forms, borax is the most abundant one (Adriano, 1986). Boron is basically up taken by the plants as dissociated boric acid through passive absorption and also actively absorbed as borate ions.

Germination is an important agronomic trait deeply influencing plant growth and productivity. Alamri et al. (2018) indicated effects of soil boron concentrations on germination and seedling growth parameters and reported that low boron concentrations (0.5 mg L<sup>-1</sup>) had positive effects on germination and seedling growth parameters, but high concentrations (1.0 mg L<sup>-1</sup>) reduced germination rates and seedling growth parameters significantly. In pepper plants, boron toxicity symptoms (slight chlorosis along the leaf edges) were encountered when the boron concentration of nutrient solution increased to 5.0 mg L<sup>-1</sup> (Sarafi et al., 2017). Decreasing germination ratios and germination index values of pepper plants were reported at boron concentrations of over 2.0 mg L<sup>-1</sup> (Turhan, 2018).

Salicylic acid is defined as an internal plant growth regulator effecting plant growth and development under stress conditions (Hayat et al., 2010). Besides salinity and drought stress, salicylic acid is also used to provide resistance against adverse conditions like high and low temperature stress, heavy metal and frost stress (Baktır, 2010; Kumlay and Eryiğit, 2011). Previous studies revealed that external plant growth regulator treatments such as salicylic acid (SA), abscisic acid (ABA), gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) and jasmonic acid (JA) positively influenced plant growth and development under stress conditions (Datta et al., 1997; Kaydan and Yağmur, 2006; Ünver and Tilki, 2012; Yıldız et al., 2014). Besides, it was reported that SA retarded seed germination of *Arabidopsis* under normal conditions, on the other hand, reduced oxidative stress under high salt concentrations and thus stimulated seed germination (Lee et al., 2010). It was also reported that SA influenced seed germination, but such effects varied with the concentrations (Rajjou et al., 2006; Singh et al., 2010). Baran et al. (2019) reported that negative effects of salt stress could be alleviated with SA treatments. Boukraâ et al. (2015) reported based on germination rate and growth parameters that inhibitor effect of high salinity in chickpea was significantly reduced by SA treatments. In beans, low dose SA treatments (0.25 mM) increased germination ratios (Dadaşoğlu and Ekinçi, 2013).

Number of studies about the effects of SA applications on growth and development of plants under B stress is insufficient and there is much to investigate in this subject matter. Therefore, this study was conducted to investigate the effects of SA applications some germination parameters of three different vegetables species (pepper, eggplant and watermelon) under the B stress.

## 2. Materials and Methods

### 2.1 Material and experimental site

Experiments were conducted in seed laboratories of Mustafakemalpaşa Vocational School of Bursa Uludağ University in the year 2020. Industrial pepper (*Capsicum annum* L., cv. Kapija), eggplant (*Solanum melongena* L., cv. Elmur) and watermelon (*Citrullus lanatus* cv. Crimson Sweet) species were used as the plant material of the study.

### 2.2 Salicylic acid treatments

Sufficient number of sturdy seeds with compact appearance and about equal size were selected and to these seeds, 4 different salicylic acid (SIGMA, 27301, St. Louis, Missouri, USA) solutions [0 (distilled water), 0.5, 1.0 and 2.0 mM] has been applied. Applications were applied at room temperature (22°C) for 24 hours and treated seeds were dried over drying papers. Control group seeds were placed into distilled water at the same temperature for the same duration (Korkmaz et al., 2020).



### 2.3 Boron treatments and germination tests

Germination tests were conducted in randomized plots design with 4 replications, 50 seeds in each replicate. ISTA (2012) rules were taken into consideration in standard germination tests.

Salicylic acid was applied and seeds that were not applied were subjected to 5 different boron (in the form of boric acid, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) concentrations (1.0, 2.0, 4.0, 8.0, 16.0 mg L<sup>-1</sup>), and a control application without boron supplementation into germination medium was also included in experiments. Filter papers to be used seeding, petri dishes and the other glassware were drying sterilized in Pasteur oven. Since the seeds were not contaminated throughout the experiments, they were not sterilized. Germination tests were conducted in petri dishes (11 cm in diameter) with filter papers placed inside under climate chamber conditions (25±1<sup>0</sup>C temperature, dark and constant relative humidity) (Yıldırım and Güvenç, 2006). Each petri dish was moistened with 8 ml of boron solution at different concentrations and seeds were placed between double-layer of filter papers. Petri dishes were closed, labeled and placed into climate chamber.

Number of germinated seeds was counted 2 days after seed moisturizing and at the same hours of each day. A radicle length of 5 mm was considered as germinated. During the counts, germinated seeds were removed from the ambient and the remaining seeds were counted. The last count was performed at the end of 14<sup>th</sup> day and germination percentage (GP, %) (Li et al., 2007), mean germination time (MGT, day) (Younsheng and Sziklai, 1985), germination index (GI) (AOSA, 1983) and germination energy (GE) (Li et al., 2007) parameters were calculated with the use of the following equations.

$$GP = \left( \frac{\text{Germinated seeds}}{\text{Total number of seeds}} \right) \times 100$$

$$MGT = \sum nixdi/n$$

where, *n* = total number of seeds germinated during 14-day experimental period; *n<sub>i</sub>* = number of seeds germinated on day *d<sub>i</sub>*; *d<sub>i</sub>* = day during germination period (between 0 and 14).

$$GI = \left( \frac{\text{No. of germinated seeds}}{\text{Day of first count}} \right) + \dots + \left( \frac{\text{No. of germinated seeds}}{\text{Day of final count}} \right)$$

$$GE = b/c$$

where, *b* for total number of seeds to germinate, *c* for germinated seed total in in seven days.

### 2.4 Statistical analysis

The germination percentage, germination energy, germination index and mean germination time data were analyzed using SPSS (version 10.0, SPSS Inc., 1999) software. Analysis of variance was performed on the data, and significant differences among the treatment means were compared by Duncan's multiple range tests (*P* < 0.05).

## 3. Results and Discussion

Seed germination is regulated by a series of mechanism. A well seed germination contributes to healthy and reliable plant growth and development (Alamri et al., 2018). In present study, pepper, eggplant and watermelon seeds were subjected to different B (0, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0, 16.0 mg L<sup>-1</sup>) and SA (0, 0.5, 1.0 and 2.0 mM) applications and effects of B, SA applications and interactions on germination parameters were determined. Regression analyzes were performed between boron and germination properties, as well as between salicylic acid and germination properties.

### 3.1 Germination percentage

Low B application (1.0 mg L<sup>-1</sup>) increased germination percentage of pepper (93.92%), eggplant (96.60%) and watermelon (92.94%) seeds (Table 1). Besides, increasing B doses resulted in toxic effects on seed germination. Decrease in germination ratio started with 2.0 mg L<sup>-1</sup> B dose and accelerated with increasing boron concentrations and reached to minimum at the greatest B dose (16.0 mg L<sup>-1</sup>) (pepper 51.89%, eggplant 50.18% and watermelon 53.06%). It was reported in previous studies that low B doses increased germination parameters and high doses negatively influenced germination parameters (Shah et al., 2013; Ashagre, 2014; Alamri et al., 2018). Boron toxicity reduced emergence ratios of maize, tomato and carrot (Banuelos et al., 2009) and increased number of unusual seedlings (Rerkasem and Jamjod, 1997). On the other hand, different SA applications had significant effects on germination percentages (Table 2). The greatest germination percentage in all three species was obtained from 1.0

mM SA applications (pepper 82.60%, eggplant 85.24%, watermelon 81.81%). Çanakçı (2010) conducted a similar study with barley seeds and reported that SA applications increased the number of germinated seeds. El-Tayeb (2005) indicated that SA applications (1.0 mM) efficiently protected plants against salt-like stress factors in seedling period. According to Güneş et al. (2007), SA applications increased plant growth in stressed or non-stressed ambient. Keeping seeds in SA solution before sowing increased stress tolerance of tomato, bean (Senaratna et al., 2003) and pepper (Korkmaz, 2005) seedlings and improved survival rates of the plants. Dadaşoğlu and Ekinci (2013) indicated that negative effects of salt stress on bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seeds could be prevented with 0.5 mM SA applications.

For germination percentages, B × SA interactions were found to be significant ( $P < 0.01$ ) (Table 3). The combined application of 1.0 mg L<sup>-1</sup> B and 0.5 mM SA increased the germination percentage of all three species to maximum. On the other hand, the lowest germination percentage was obtained from 16.0 mg L<sup>-1</sup> B + 2.0 mM SA combination. In non-B applied group, the greatest germination percentage was achieved with 0.5 and 1.0 mM SA in pepper, 0 mM SA in eggplant and 2.0 mM SA in watermelon. In combined application of 1.0 mg L<sup>-1</sup> B and SA, differences were observed with species. For instance, while all SA doses had similar effects in pepper, the greatest germination percentage in eggplant and watermelon was obtained from 0.5 mM SA- applied seeds. In 2.0 mg L<sup>-1</sup> B + SA applications, positive effects of additional SA were not observed and non-SA applied seeds had greater applications treatments, the most successful outcomes were achieved with B + 1.0 mM SA combinations. Such a case indicated that 1.0 mM SA applications were successful in alleviating negative impacts of boron stress. On the other hand, the lowest germination percentages in B + SA combinations were obtained from 2.0 mM SA dose.

### 3.2 Mean germination time

Increasing boron concentrations had significant effects on mean germination time of different vegetable seeds (Table 1). In general, increasing mean germination times were observed with increasing B doses. The shortest mean germination time was obtained from 1.0 mg L<sup>-1</sup> B dose in pepper (3.92 days), eggplant (3.36 days) and watermelon (3.69 days). On the other hand, the longest mean germination time was obtained from 16.0 mg L<sup>-1</sup> B applications (pepper 4.89 days, eggplant 4.93 days and watermelon 5.09 days). It was reported that high boron levels prolonged mean germination time in watermelon (Farag and Fang, 2014), pepper (Turhan, 2018) and wheat (Kuscu et al., 2018). It was also reported that some applications to seeds (like priming) may increase germination ratio and shorten germination time (Harris and Jones, 1997; Memon et al., 2013; Demirkaya, 2014). It was pointed out that SA, accepted among the hormones effective in stress tolerance (Yıldız et al., 2014), was not essential for germination under normal conditions, but reduce oxidative damage at high stress (salinity) levels and promoted germination (Lee et al., 2010). In this sense, seeds were treated with SA to reduce the effects of B stress and significant correlations were observed between SA and germination time. The 0.5 mM SA application led to shortest mean germination time (pepper 4.17, eggplant 3.78 and watermelon 4.06 days) and the longest germination time was obtained from 2.0 mM SA applications (pepper 4.32, eggplant 4.05 and watermelon 4.14 days) (Table 2).

For mean germination times, B × SA interactions were found to be significant ( $P < 0.01$ ). In pepper, eggplant and watermelon seeds, germination time-increasing effect of B doses partially reduced by SA applications (Table 3). Especially in medium and high (4.0, 8.0 and 16.0 mg L<sup>-1</sup>) B applications, 1.0 mM SA supplementation into growing media significantly shortened germination times. But in the other SA applications, mean germination times were longer. For instance, in medium and high B doses, the greatest number of days to germination in all three vegetables was obtained from non-SA applied seeds. On the other hand, increases were observed in germination times with control (0), 1.0 and 2.0 mg L<sup>-1</sup> B doses. The longest germination time was obtained from 2.0 mM SA application and the shortest germination time was obtained from non-SA applied seeds.

### 3.3 Germination index

Germination index value increased up to 1.0 mg L<sup>-1</sup> B dose in pepper (13.59) and watermelon (13.26) and up to 2.0 mg L<sup>-1</sup> B dose in eggplant (16.71), then further increase in boron concentrations resulted in significant losses in germination index. On the other hand, the lowest germination index was obtained from 16.0 mg L<sup>-1</sup> B- applied seeds (pepper 10.54, eggplant 10.53 and watermelon 10.51) (Table 1). Similar findings were also reported for peppers (Yermiyahu et al., 2008), tomato and cucumber (Alpaslan and Güneş, 2001). Researchers reported negative effects of high boron concentrations on root and shoot development. In the study, germination index values varied SA applications, the best germination index values were achieved with low SA doses, with 0.5 mM SA in pepper (12.67), 0 mM SA in eggplant (14.88) and 1.0 mM SA in watermelon (13.95). The other SA applications were less effective on germination index (Table 2).

Zahra et al. (2010) reported that SA played an important role in reduction of stress-originated damages. Korkmaz et al. (2017) reported SA doses of between 0.1 - 1.0 mM as an efficient tool against stress conditions in melon (*Cucumis melo* L.). In the present study, it was observed also in present study that negative effects of boron toxicity

could be alleviated and germination parameters of different vegetable seeds could be improved with SA applications. For germination index, B × SA interactions were found to be significant (P<0.01). The best germination index was achieved with 1.0 mg L<sup>-1</sup> B + 0.5 mM SA combination in pepper and eggplant and with 1.0 mg L<sup>-1</sup> B + 0 mM SA combination in watermelon. The lowest germination index was obtained from 16.0 mg L<sup>-1</sup> B + 2.0 mM SA combination. In control group without B, the greatest germination index values were obtained from non-SA applications and increasing SA doses negatively influenced germination index. The combined applications of 1.0, 2.0 mg L<sup>-1</sup> B and different SA doses, control (0 mM SA) and low (0.5 mM) SA doses had more positive effects on germination index. In combined applications of 4.0, 8.0 and 16.0 mg L<sup>-1</sup> B and different doses of SA, positive effects of 1.0 mM SA were quite distinctive. On the other hand, the lowest germination index values were observed in 4.0 and 16.0 mg L<sup>-1</sup> B (eggplant and watermelon) + 2.0 mM SA and 8 mg L<sup>-1</sup> B + 0.0 mM SA combinations (Table 3).

Table 1. Effect of boron on the percent seed germination (GP %), mean germination time (MGT), germination index (GI) and germination energy (GE)

Çizelge 1. Borun tohum çimlenme yüzdesi (% GP), ortalama çimlenme süresi (MGT), çimlenme indeksi (GI) ve çimlenme enerjisi (GE) üzerine etkisi

B (mg L <sup>-1</sup> )	GP (%)			MGT (Days)			GI			GE		
	P	EP	WM	P	EP	WM	P	EP	WM	P	EP	WM
C	90.44 b	96.52 a	90.61 b	4.07 d	3.26 f	3.71 e	12.70 c	16.98 a	13.15 b	44.59 b	66.41 a	53.54 b
1.0	93.92 a	96.60 a	92.94 a	3.92 e	3.36 e	3.69 f	13.59 a	16.83 a	13.26 a	49.70 a	60.11 b	58.07 a
2.0	90.61 b	94.80 b	89.96 c	4.13 c	3.49 d	3.77 d	12.75 b	16.71 a	15.04 c	42.37 c	57.69 c	53.95 b
4.0	86.07 c	81.78 c	84.44 d	4.14 c	3.99 c	4.02 c	12.65 d	14.09 b	14.16 d	39.72 d	34.63 d	44.22 c
8.0	70.08 d	71.10 d	71.01 e	4.39 b	4.22 b	4.31 b	11.99 e	12.83 c	12.92 e	25.93 e	22.21 e	25.81 d
16.0	51.89 d	50.18 e	53.06 f	4.89 a	4.93 a	5.09 a	10.54 f	10.53 d	10.51 f	4.86 f	8.53 f	9.61 e

As; C “control, 0 mg L<sup>-1</sup> B”, B “boron” P “pepper”, EP “eggplant”, WM “watermelon”

Means of the each parameters followed similar letter within the column are not significantly different at the (P<0.05) level of probability by Duncan's Multiple-Range Test

C “kontrol, 0 mg L<sup>-1</sup> B”, B “bor” P “biber”, EP “patlıcan”, WM “karpuz”

Aynı sütunda yer alan ve aynı harfle başlayan ortalamalar arasındaki farklılık Duncan's Multiple-Range testine göre istatistiksel olarak önemsizdir (P<0.05).

Table 2. Effect of salicylic acid on the percent seed germination (GP %), mean germination time (MGT), germination index (GI) and germination energy (GE)

Çizelge 2. Salisilik asidin tohum çimlenme yüzdesi (% GP), ortalama çimlenme süresi (MGT), çimlenme indeksi (GI) ve çimlenme enerjisi (GE) üzerine etkisi

SA (mM)	GP (%)			MGT (Days)			GI			GE		
	P	EP	WM	P	EP	WM	P	EP	WM	P	EP	WM
0	79.35 c	81.80 c	80.13 b	4.31 b	3.87 b	4.09 b	12.32 c	14.88 a	13.91 b	34.22 b	44.36 a	40.48 b
0.5	80.90 b	82.52 b	80.51 b	4.17 d	3.78 d	4.09 b	12.67 a	14.81 a	13.83 c	40.01 a	42.16 c	43.71 a
1.0	82.66 a	85.24 a	81.81 a	4.22 c	3.80 c	4.14 a	12.36 b	14.85 a	13.95 a	33.52 c	43.75 b	40.75 b
2.0	79.09 c	77.75 d	78.89 c	4.32 a	4.05 a	4.07 c	12.12 d	14.11 b	13.67 d	30.36 d	36.11 d	40.53 b

As; SA “salicylic acid” P “pepper”, EP “eggplant”, WM “watermelon”

Means of the each parameters followed similar letter within the column are not significantly different at the (P<0.05) level of probability by Duncan's Multiple-Range Test

SA “salisilik asit”, P “biber”, EP “patlıcan”, WM “karpuz”

Aynı sütunda yer alan ve aynı harfle başlayan ortalamalar arasındaki farklılık Duncan's Multiple-Range testine göre istatistiksel olarak önemsizdir (P<0.05).

Table 3. Boron × salicylic acid interactions for the percent seed germination (GP %), mean germination time (MGT), germination index (GI) and germination energy (GE)

Çizelge 3. Tohum çimlenme yüzdesi (% GP), ortalama çimlenme süresi (MGT), çimlenme indeksi (GI) ve çimlenme enerjisi (GE) üzerine Bor × salisilik asit etkileşimleri

B (mg L <sup>-1</sup> )	SA (mM)	G (%)			MGT (Days)			GPI			GE		
		P	EP	WM	P	EP	WM	P	EP	WM	P	EP	WM
C	0	90.06 c	97.00 ac	89.56 df	3.76 p	3.10 v	3.64 o	13.64 c	17.33 ab	15.48 b	56.75 b	74.15 a	52.00 f
	0.5	90.94bc	96.88 bc	90.81 cd	4.06 n	3.22 t	3.68 n	12.74 g	16.34 c	15.20 d	46.80 de	66.00 c	56.11 d
	1.0	90.75 bc	96.38 cd	90.00 de	4.20 ı	3.24 t	3.78 l	12.23 o	17.44 ab	14.86 ı	32.48 k	65.95 c	52.00 f
	2.0	90.00 c	95.81 d	92.06 bc	4.28 g	3.48 p	3.74 m	12.20 p	16.26 c	15.08 gh	42.33 g	59.50 f	54.05 e
1.0	0	94.04 a	97.56 ab	93.75 a	3.70 r	3.13 u	3.62 p	14.44 b	17.54 ab	15.62 a	54.61 c	64.20 d	59.95 b
	0.5	94.13 a	97.90 a	93.81 a	3.59 s	3.23 t	3.68 n	14.65 a	17.86 a	15.16 e	65.76 a	62.00 e	62.08 a
	1.0	94.27 a	96.50 cd	92.50 ab	4.17 jk	3.51 p	3.74 m	12.71 h	16.25 c	15.11 fg	38.16 ı	62.13 e	54.25 e
	2.0	93.25 a	94.44 e	91.69 bc	4.19 ı	3.56 o	3.74 m	12.55 j	16.22 c	15.14 e	40.25 h	52.13 ı	56.00 d
2.0	0	91.94 b	96.06 cd	91.93 bc	4.05 n	3.30 s	3.78 l	13.33 d	17.37 ab	15.11 fg	39.75 hı	68.00 b	51.95 f
	0.5	89.93 c	96.00 cd	90.06 de	4.09 m	3.33 r	3.60 p	12.69 h	17.13 b	15.25 c	47.93 d	58.00 g	58.18 c
	1.0	90.31 c	96.81 bd	89.25 df	4.13 l	3.59 n	3.89 k	12.64 ı	16.34 c	14.73 j	45.91 e	53.75 h	49.92 g
	2.0	90.25 c	90.31 f	88.58 f	4.24 h	3.71 m	3.80 l	12.36 m	16.01 c	15.06 h	35.90 j	51.00 j	55.75 d
4.0	0	86.65 d	80.06 ı	85.06 g	4.27 g	4.11 h	4.06 h	12.28 n	14.12 de	14.34 l	40.32 h	32.00 m	46.06 h
	0.5	86.63 d	82.75 h	85.75 g	4.06 n	3.92 k	4.01 ı	12.86 f	14.19 de	13.83 l	44.06 f	37.98 l	46.90 h
	1.0	86.31 d	86.68 g	85.19 g	4.01 o	3.87 l	3.97 j	12.97 e	14.39 d	14.65 k	36.17 j	42.00 k	43.90 ı
	2.0	84.69 e	77.63 j	81.75 h	4.22 hı	4.07 ı	4.05 h	12.49 l	13.68 ef	13.81 l	38.34 ı	26.55 n	40.00 j
8.0	0	65.64 h	70.25 l	70.25 j	4.92 b	4.51 e	4.45 d	10.65 t	12.01 h	12.65 r	11.67 m	19.85 p	23.95 m
	0.5	71.94 g	71.55 k	70.38 j	4.18 ij	4.20 f	4.29 f	12.51 kl	12.92 g	12.97 o	31.39 k	21.00 o	29.77 l
	1.0	76.98 f	76.88 j	75.44 ı	4.15 kl	3.99 j	4.15 g	12.52 k	13.39 fg	13.30 n	36.37 j	26.50 n	32.18 k
	2.0	65.76 h	65.75 m	68.00 k	4.31 f	4.17 g	4.35 e	12.19 p	13.01 g	12.76 p	24.30 l	21.50 o	29.35 l
16.0	0	48.13 j	49.91 o	50.199 n	5.30 a	5.07 b	5.18 a	9.58 v	10.42 k	10.27 u	2.23 o	7.93 s	8.10 p
	0.5	51.81 ı	50.05 o	52.31 m	4.89 c	4.76 c	5.11 b	10.52 u	10.93 ij	10.5 t	4.16 n	8.00 s	10.05 o
	1.0	57.00 h	58.18 n	58.50 l	4.65 e	4.60 d	4.89 c	11.12 r	11.31 ı	11.06 s	12.02 m	12.18 r	12.25 n
	2.0	50.63 ı	42.56 p	51.25 nm	4.72 d	5.30 a	5.17 a	10.95 s	9.47 l	10.16 v	1.05 o	6.00 t	8.03 p

As; C “control, 0 mg L<sup>-1</sup> B”, B “boron”, SA “salicylic acid” P “pepper”, EP “eggplant”, WM “watermelon”  
 Means of the each parameters followed similar letter within the column are not significantly different at the (P<0.05) level of probability by Duncan's Multiple-Range Test

C “kontrol, 0 mg L<sup>-1</sup> B”, B “bor” SA “salisilik asit” P “biber”, EP “patlıcan”, WM “karpuz”

Aynı sütunda yer alan ve aynı harfle başlayan ortalamalar arasındaki farklılık Duncan's Multiple-Range testine göre istatistiksel olarak önemsizdir (P<0.05).

### 3.4 Germination energy

Germination energy values significantly varied with the boron doses (Table 1). The greatest germination energy was obtained from 1.0 mg L<sup>-1</sup> B dose in pepper (49.70) and watermelon (58.07) and from the control application without B in eggplant (66.41). As it was indicated by Kuşçu et al. (2018), increasing boron concentrations of germination media significantly reduced germination energy values. The lowest values were obtained from 16.0 mg L<sup>-1</sup> B applications (pepper 4.86, watermelon 8.53 and eggplant 9.61). Similarly, the greatest germination energy values were obtained from 0.5 mM SA applications in pepper (40.1) and watermelon (43.71) and from 0 mM SA applications in eggplant (44.36). Increasing SA doses negatively influenced germination energy values and the lowest values were observed in 2.0 mM SA applications (Table 2).

As can be inferred from Table 3, interactions of B × SA had significant effects (P<0.01) on germination energy values. The greatest germination energy was obtained from 1.0 mg L<sup>-1</sup> B × 0.5 mM SA combination in pepper and watermelon and from the control treatment without B and SA in eggplant. Sakhabutdinova et al. (2003) pointed out the promoting effect of SA treatments on germination parameters; in contrast Rajasekaran et al. (2002) indicated insignificant effects of SA on germination. In present study, SA treatments yielded positive outcomes through increasing germination energy of the seeds subjected to boron toxicity. Such positive effects could clearly be seen at high B concentrations (8.0 and 16.0 mg L<sup>-1</sup>). At both B concentrations, the greatest germination energy values were obtained from 1.0 mM SA- applied seeds. But, positive effects reduced in 8.0 and 16.0 mg L<sup>-1</sup> B × 0.0 and 2.0 mM SA combinations. Similar with these findings, Culpan and Arslan (2018) indicated negative effects of high SA and GA<sub>3</sub> doses on plant growth. Korkmaz et al. (2020) reported that SA slightly improved plant (canola, *Brassica napus*

L.) growth and development under salt stress. In the other combinations, germination energy values varied with the species. For instance, in pepper and watermelon, 1.0, 2.0 and 4.0 mg L<sup>-1</sup> B + 0.5 mM SA applications positively influenced germination energy of the seeds. On the other hand, in eggplant, control, 1.0 and 2.0 B mg L<sup>-1</sup> B + 0 mM SA applications yielded better outcomes. In 1.0, 2.0 and 4.0 B mg L<sup>-1</sup> and SA combinations, 1.0 and mostly 2.0 mM SA doses reduced to germination energy to the lowest levels.

### 3.5 Relationships between the rates of boron and salicylic acid and germination properties

The relationships between B levels and germination characteristics are given in Fig. 1. Significant 2nd order polynomial relationships were obtained between the germination percentage of pepper, eggplant and watermelon seeds and B levels. The determination coefficients ( $R^2 = 0.97$  for pepper,  $R^2 = 0.99$  for eggplant, and  $R^2 = 0.98$  for watermelon) of these relationships are quite high ( $P < 0.01$ ). This result shows that 97% to 99% of the total variation in the germination percentage of 3 different plant seeds can be explained by these equations. Significant linear relationships were obtained between different B doses and mean germination times of 3 different plant seeds, and germination times of seeds were prolonged with increasing B doses. A linear relationship was found between the germination index of pepper and eggplant seeds and B levels, and a curvilinear (2nd order polynomial) relationship was obtained between the germination index of watermelon seeds and the B levels. In addition, a linear relationship was obtained between the germination energy of pepper and watermelon seeds and B levels, and a curvilinear (2nd order polynomial) relationship was found for eggplant seeds.

The relationships between salicylic acid levels under different B doses and the germination characteristics of 3 different plant seeds are shown in Fig. 2. The relationships between salicylic acid and germination properties mentioned above are defined by quadratic functions. However, in general, relationships between salicylic acid and germination properties were found to be weaker (lower coefficients of determination) than those between B and germination properties.

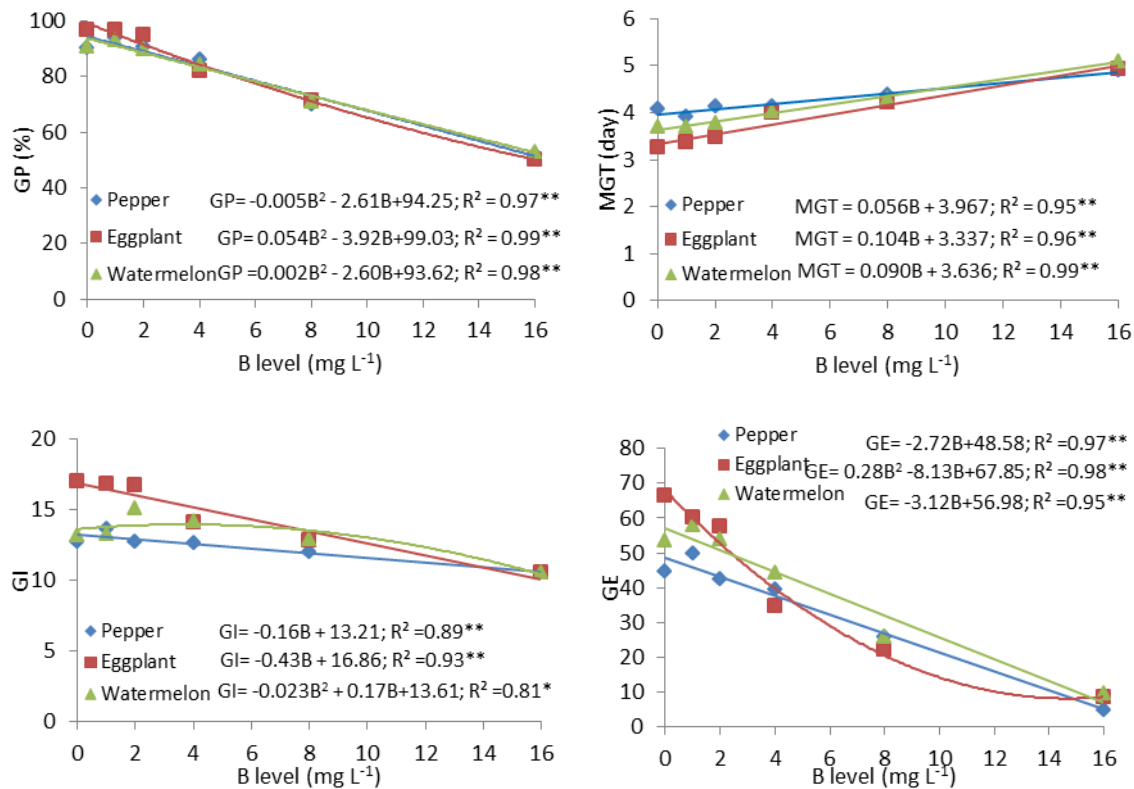


Figure 1. Some relationships between the B levels and the germination properties [germination percentage (GP), mean germination time (MGT), germination index (GI), and germination energy (GE)] \* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$

Şekil 1. B seviyeleri ile çimlenme özellikleri [çimlenme yüzdesi (GP), ortalama çimlenme süresi (MGT), çimlenme indeksi (GI), çimlenme enerjisi (GE)] arasındaki bazı ilişkiler \* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$



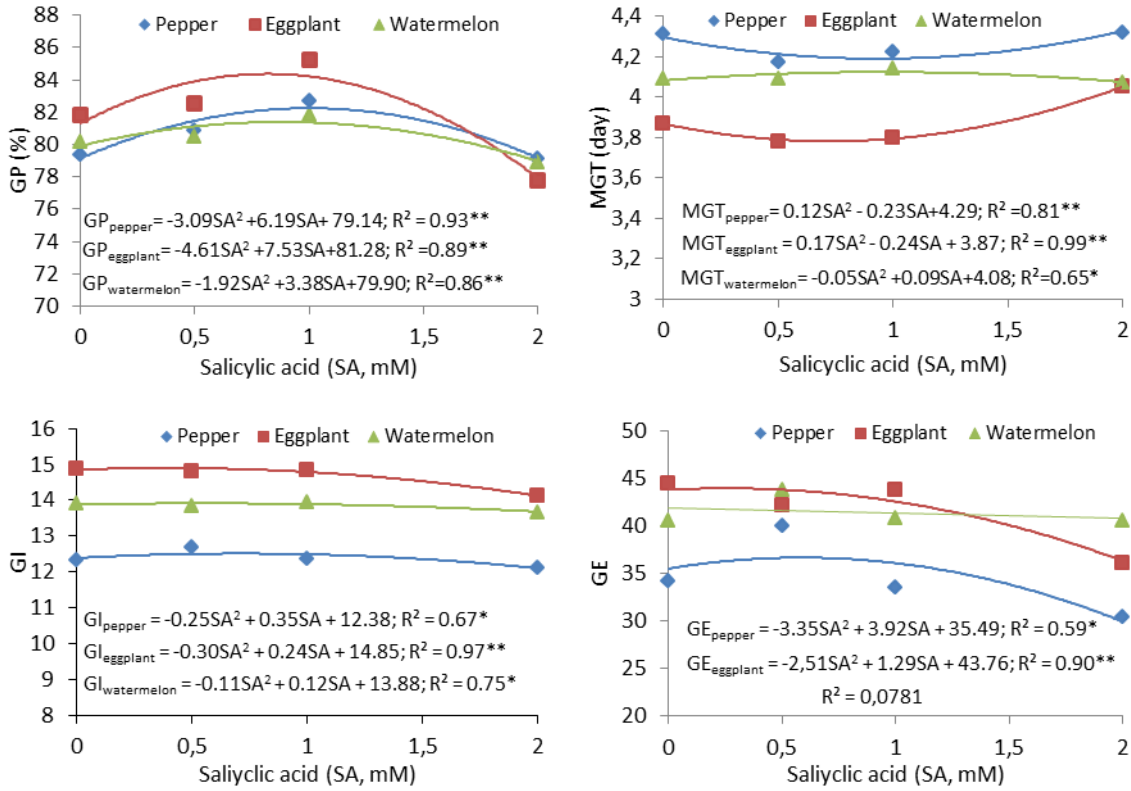


Figure 2. Some relationships between the salicylic acid (SA) levels and the germination properties [germination percentage (GP), mean germination time (MGT), germination index (GI), and germination energy (GE)]

\* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$

Şekil 2. Farklı salisilik asit (SA) seviyeleri ile çimlenme özellikleri [çimlenme yüzdesi (GP), ortalama çimlenme süresi (MGT), çimlenme indeksi (GI), çimlenme enerjisi (GE)] arasındaki bazı ilişkiler \* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$

#### 4. Conclusion

Present findings revealed that B toxicity may generate serious problems. On the other hand, our findings show that the harmful effects of boron can be reduced with SA application. The greatest germination percentage, germination index and germination energy values were obtained from 1.0 mg L<sup>-1</sup> B- applied seeds of three different vegetable species (pepper, eggplant and watermelon). However, increasing boron concentrations prolonged the mean germination time and negatively influenced germination parameters. Especially under medium and high (4.0 and 8.0, 16.0 mg L<sup>-1</sup>) B stress, 1.0 mM SA applications increased germination parameters and reduced the negative effects of boron on germination parameters. The SA doses of over 2.0 mM had negative effects on investigated parameters. The 0 and 0.5 mM SA doses had quite limited effects mostly on non-B applied or slightly on low B (0 and 1.0 mg L<sup>-1</sup>) treated seeds. For practical use of SA, further research is recommended to be conducted with greater number of culture crops and to investigate the effects in different growth stages of the plants.

#### References

- Adriano, D.C., 1986. Trace Elements in the Terrestrial Environment, Springer Verlag, New York, pp. 73-79.
- Alamri, S.A., Siddiqui, M.H., Al-Khaishani, M.Y., Hayssam, M.A., 2018. Boron induces seed germination and seedling growth of *Hordeum vulgare* L. under NaCl stress. Journal of Advances in Agriculture, 8(1): 1224-1234. ISSN: 2349-0837.
- Alpaslan, M. and Güneş, A., 2001. Interactive effects of boron and salinity stress on the growth, membrane permeability, and mineral composition of tomato and cucumber plants. Plant and Soil, 236: 123-128.
- AOSA, 1983. Association of Official Seed Analysis. In Seed vigor testing handbook.
- Ashagre, H., Hamza, I.A., Fita, U. and Nedesa, W., 2014. Influence of boron on seed germination and seedling growth of wheat (*Triticum aestivum* L.). African Journal of Plant Science, 8(2): 133-139. doi: 10.5897/AJPS2014.1148.

- Baktır İ., 2010. Bitki büyüme düzenleyicileri özellikleri ve tarımda kullanımları. Hasad Yayıncılık, 112p (in Turkish).
- Bañuelos, G.S., Robinson, J., Da Roche, J., 2009. Developing selenium-enriched animal feed and biofuel from canola planted for managing Se-laden drainage waters in the Westside of Central California. *Int. J. Phytoremediation*, 12: 243–254. doi: 10.1080/15226510903563850.
- Baran, I., Kulaz, H., Cırka, M., Tunçtürk, M., Oral, H., 2019. The impact of salt (NaCl) stress on germination characteristics of salicylic acid (SA) pretreated black chickpeas (*Cicer arietinum* L.) seed. *ISPEC International Conference on Agriculture, Animal Science and Rural Development-II*, (1): 55-57, Van, Turkey.
- Boukraa, D., Belabid, L., Benabdelli, K., Bennabi, F., 2015. Implication of salicylic acid in chickpea growth to salt resistance. *Advances in Environmental Biology*, 9(27): 270-277. ISSN: 1995-0756.
- Brdar-Jokanovic, M., 2020. Boron toxicity and deficiency in agricultural plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 21: 1424. doi:10.3390/ijms21041424.
- Çanakçı, S., 2010. Barley (*Hordeum vulgare* L. cv.) effects of salicylic acid and ferulic acid on germination of barley (*Hordeum vulgare* L. cv.) seeds, several growth parameters and pigment amounts. *Firat Univ. Journal of Science*, 22 (1): 37-45.
- Culpan, E. and Arslan, B., 2018. Effects of applications salicylic acid on seed yield and some quality traits of safflower cultivars (*Carthamus tinctorius* L.). *Academic Journal of Agr.*, 7(2):173-178. doi:10.29278/azd.476336.
- Dadaşoğlu, E. and Ekinci, M., 2013. Effects of different degrees of temperature, salt and salicylic acid applications on seed germination of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Atatürk Univ., J. of the Agricultural Faculty*, 44 (2): 145-150. ISSN: 1300-9036.
- Datta, K.S., Varma, S.K., Angrish, R., Kumar, B., Kumari, P., 1997. Alleviation of salt stress by plant growth regulators in *Triticum aestivum* L. *Biologia Plantarum*, 40 (2): 269-275.
- Demirkaya, M., 2014. Improvement in tolerance to salt stress during tomato cultivation. *Turk J. Biol.*, 38: 193-199. doi:10.3906/biy-1307-6.2 doi:10.4067/2FS0718-95162017005000032.
- El-Tayeb, M.A., 2005. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. *Plant Growth Regulation*, 45: 215-224. doi: 10.1007/s10725-005-4928-1.
- Farag, M. and Fang, Z.M., 2014. Effect of boron toxicity stress on seed germination, root elongation and early seedling development of watermelon *Citrullus lanatus* Thumb. *J. Anim. Plant Sci.*, 21: 3313–3325. ISSN: 2071-7024.
- Güneş, A., Pilbeam, D.J., İnal, A., Bağcı, E.G. and Cobani, S., 2007. Influence of silicon on antioxidant mechanisms and lipid peroxidation in chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars under drought stress. *Journal of Plant Interactions*, 2(2): 105-113. doi:10.1080/17429140701529399.
- Harris, S. and Jones, D.B., 1997. Optimization of the polymerase chain reaction. *British Journal of Biomedical Science*, 54: 166-173.
- Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M. and Ahmad, A., 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. *Environmental and Experimental Botany*, 68: 14–25. doi:10.1016/j.envexpbot.2009.08.005.
- ISTA, 2012. *International Rules for Seed Testing*. Edition 2012. International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.
- Kaydan, D. and Yağmur, M., 2006. Effects of different salicylic acid doses and treatments on wheat (*Triticum aestivum* L.) and Lentil (*Lens culinaris* Medik.) yield and yield components. *Journal of Agricultural Sciences*, 12 (3): 285-293. ISSN: 1300-7580.
- Korkmaz, A., Özbay, N., Tiryaki, I., Nas, M.N., 2005. Combining priming and plant growth regulators improves muskmelon germination and emergence at low temperatures. *European Journal of Horticultural Science*, 70(1): 29-34. ISSN: 1611-4426.
- Korkmaz, A., Uzunlu, M., Demirkıran, A.R., 2017. Treatment with acetyl salicylic acid protects muskmelon seedlings against drought stress. *Acta Physiol. Plant*, 29: 503–508. doi: 10.1007/s11738-007-0060-3.
- Korkmaz, K., Akgün, M., Kırılı, A., Özcan, M.M., Dede, Ö., Kara, Ş.M., 2020. Effects of gibberellic acid and salicylic acid applications on some physical and chemical properties of rapeseed (*Brassica napus* L.) grown under salt stress. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 8(4): 873-881. doi:10.24925/turjaf.v8i4.873-881.3044.
- Kumlay, A.M. and Eryiğit, T., 2011. Growth and development regulators in plants: plant hormones. *Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech.*, 1 (2): 47-56.
- Kuşçu, H., Kurtulmuş, E., Arslan, B., Karakuş, E., Kumraltekin, E., Uçan, İ.E., Aşık, M.C., 2018. Effects of different boron concentrations on germination of bread wheat cultivars, Süleyman Demirel University Journal of the Faculty of Agriculture 1<sup>st</sup> International Agricultural Structures and Irrigation Congress, pp. 319-327.

- Lee, S., Kim, S.G. and Park, C.M., 2010. Salicylic acid promotes seed germination under high salinity by modulating antioxidant activity in *Arabidopsis*. *New Phytologist*, 188: 626–637. doi: 10.1111/j.1469-8137.2010.03378.x.
- Li, C., Feng, S., Shao, Y., Jiang, L., Lu, X., Hao, X., 2007. Effects of arsenic on seed germination and physiological activities of wheat seedlings. *Journal of Environmental Sciences*, 19: 725-732. doi: 10.1016/S1001-0742(07)60121-1.
- Memon, N.N., Gandahi, M.B., Pahoja, V.M. and Sarif, N., 2013. Response of seed priming with germination and seedling sprouts of broccoli. *International Journal of Agricultural Science and Research*, 3(2): 183-194.
- Rajasekaran, L.R., Stiels, A. and Caldwell, C.D., 2002. Stand establishment in processing carrots: Effects of various temperature regimes on germination and the role of salicylic acid in promoting germination at low temperatures. *Canadian J. of Sci.*, 82: 443-500.
- Rajjou, L., Belghazi, M., Huguet, R., Robin, C., Moreau, A., Job, C., Job, D., 2006. Proteomic investigation of the effect of salicylic acid on *Arabidopsis* seed germination and Establishment of early defense mechanism, *Plant Physiol.*, 141: 910-923. doi:10.1104%2Fpp.106.082057.
- Rerkasem, B. and Jamjod, S., 1997. Boron deficiency induced male sterility in wheat (*Triticum aestivum* L.) and implication for plant breeding. *Euphytica* (In Press Ref.MS No EUPH 4247), 140 p.
- Sakhubudinova, A.R., Fatkhutdinova, D.R., Bezrukova, M.V. and Shakirova, F.M., 2003. Salicylic acid prevents the damaging action of stress factors on wheat plants. *Bulg. J. Plant Physiol.*, special issue, 314–319.
- Sarafi, E., Siomos, A., Tsouvaltzis, P., Tsouvaltzis, C., Therios, I., 2017. Boron toxicity effects on grafted and non-grafted pepper (*Capsicum annuum*) plants. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 17 (2): 441-460.
- Senaratna, T., Merritt, D., Dixon, K., Bunn, E., Touchell, D., Sivasithamparam, K., 2003. Benzoic acid may act as the functional group in salicylic acid and derivatives in the induction of multiple stress tolerance in plants. *Plant Growth Regulation*, 39: 77–81.
- Shah, M.H.R., Bokhari, T.Z., Younis, U., 2013. Boron irrigation effect on germination and morphological attributes of *Zea mays* cultivars (Cv.Afghoe & Cv.Composite). *Int. J. Sci. Engi. Res.*, 4(8):1563-1569. ISSN: 2229-5518.
- Singh, P., Chaturvedi, V., Kumar, B., 2010. Effects of salicylic acid on seedling growth and nitrogen metabolism in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Journal of Stress Physiology and Biochemistry*, 6(3): 103-113. ISSN: 1997-0838
- Turhan, A., 2018. Effects of different boron applications on red pepper germination and seedling development. *International Agriculture, Environment and Health Congress* pp. 265-271, 26-28 October, Aydın, Turkey.
- Ünver, M.C. and Tilki, F., 2012. Salinity, germination promoting chemicals, temperature and light effects on seed germination of *Anethum graveolens* L. *Bulgarian J. of Agri. Sci.*, 18 (6): 1005-1011.
- Yermiyahu, U., Ben-Gal, A., Keren, R. and Reid, R.J., 2008. Combined effect of salinity and excess boron on plant growth and yield. *Plant & Soil*, 304: 73-87. doi:10.1007%2Fs11104-007-9522-z.
- Yıldırım, E. and Güvenç, I., 2006. Salt Tolerance of Pepper Cultivars during Germination and Seedling Growth. *Turk. J. Agric. For.*, 30: 347-353.
- Yıldız, M., Terzi, H., Akçalı, N., 2014. Salicylic acid and polyamines in plant salt stress tolerance. *AKU J. Sci. Eng.* 14: 7-22. doi:10.5578%2Ffmbd.7763.
- Younsheng, C. and Sziklai, O., 1985. Preliminary study on the germination of *Toora sinensis* (A.JUSS). *Roem. seed from eleven Chinese provenances. For. Ecol. Manage.*, 10: 269–281.
- Zahra, S., Amin, B., Mehdi, M., 2010. The salicylic acid effect on the tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.) germination, growth and photosynthetic pigment under salinity stress (NaCl). *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 6(3):4-16. ISSN: 1997-0838.



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.826960

## Yüksek Çözünürlüklü İnsansız Hava Aracı Görüntülerinde Bitki Gölgelelerinin Tespit Edilmesi

Emre Tunca<sup>a\*</sup>, Eyüp Selim Köksal<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Samsun, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: emre.tunca@omu.edu.tr

Geliş/Received 16/11/2020 Kabul/Accepted 24/05/2021

### ÖZET

Yüksek çözünürlüklü multispektral görüntüler tarım alanlarının izlenmesinde oldukça yararlı bilgiler sunmaktadır. Fakat bu görüntülerdeki gölge alanları spektral yansımaya oranı ve termal verileri direkt olarak etkilemektedir. Bu nedenle gölge alanlarının tespit edilmesi ve filtrelenmesi, yüksek çözünürlüklü görüntülere dayalı olarak gerçekleştirilen çalışmalarda başarı oranını arttıracaktır. Görüntülerde bulunan gölge alanları sınıflandırma yöntemleri ile tespit edilmektedir. Fakat, bu yöntemlerin insansız hava aracından (İHA) elde edilen yüksek çözünürlüklü multispektral görüntülerde kullanımı üzerine gerçekleştirilmiş araştırma sayısı oldukça azdır. Bu çalışmanın amacı üç farklı görüntü sınıflandırma yönteminin (eğitilmiş sınıflandırma, multispektral görüntü ile sınıflandırma ve sınıf olasılığı) İHA' dan elde edilen multispektral görüntülerdeki gölge alanlarını tespit etmedeki başarısının değerlendirilmesidir. Her bir sınıflandırma yönteminin başarısı, görüntüde manuel yöntem ile belirlenen gölge alanları ile değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda bitki gölgeleri en hassas (%94) kırmızı kenar multispektral görüntüsü kullanılarak gerçekleştirilen sınıflandırma ile elde edilirken, en düşük hassasiyet (%74) ise eğitilmiş sınıflandırma yöntemi ile hesaplanmıştır.

**Anahtar Sözcükler:**  
Multispektral  
Görüntü Sınıflandırma  
Gölge Tespiti

### Crop Shadow Detection in High Resolution Un-Manned Air Vehicle Images

#### ABSTRACT

High-resolution multispectral image provides useful information for monitoring agricultural areas. However, shadow areas in these images directly affect spectral reflectance and thermal data. For this reason, detecting and removing of shadow areas will increase the success rate of studies that performed based on high resolution images. Shadows can be detected by using image classification methods. However, researches related to use of these methods in high resolution images obtained from un-manned air vehicles are quite limited. Therefore, the aim of this study is evaluation of three different image classification methods (supervised classification, multispectral image classification and class probability) for detecting shadows of bell pepper plant. Each classification method was compared with the shadow areas which manually determined in the image. The results show that, while the most accurately bell pepper shadows detected by using Red Edge multispectral image (94%), the lowest with supervised classification (74%).

**Keywords:**  
Multispectral  
Image Classification  
Shadow Detection

© OMU ANAJAS 2021

## 1. Giriş

İnsansız Hava Araçları (İHA) sistemleri günümüzde yüksek çözünürlüklü görüntülere olan talebin artması ile hızla gelişen bir teknoloji haline gelmiştir. Son yıllarda İHA sistemleri ormancılık (Shin ve ark., 2019), madencilik (Werner ve ark., 2019), haritacılık (Marques Junior ve ark., 2020) ve tarım (Novák ve ark., 2018) gibi birçok alanda kullanılmaya başlamıştır. Görüntü işleme, malzeme bilimi, konumlama sistemleri (GPS) ve sensör teknolojisindeki gelişmelerle birlikte İHA platformlarının tarım alanındaki kullanım artışı diğer sektörlerden daha fazla gerçekleşmiştir (Boursianis ve ark., 2020). Gelişen bu teknolojinin tarım sektöründe kullanılması sayesinde özellikle küçük ölçekli tarım alanlarının sık aralıklarla izlenmesi olanaklı hale gelmiştir. Massachusetts Institute of Technology (MIT) Rewiew tarafından 2014 yılında yapılan bir araştırmada tarımsal İHA sistemleri çığır açan teknoloji listesinde ilk sırada yer almaktadır (MIT Technology Review, 2020). Günümüzde İHA sistemleri santimetre düzeyinde sağladığı yüksek yersel çözünürlüklü görüntülerle tarımda sulama yönetimi (Nieto ve ark., 2019; Ortega-Farías ve ark., 2016), bitkilerin gelişme dönemi boyunca izlenmesi (Berni ve ark., 2009), verim tahmini (Tunca ve ark., 2018), hastalık ve zararlıların tespiti (Peña ve ark., 2015), bitki besleme yönetimi (Kaivosoja ve ark., 2013) ve yabancı otların tespiti (Zheng ve ark., 2018) gibi çalışmalarda başarılı bir biçimde kullanılmaktadır. Fakat İHA görüntülerindeki yersel çözünürlüğün artması ile söz konusu verinin transferi, depolanması, görüntü işleme süresinin artması, rüzgâr gibi çevresel etmenler etkisiyle bulanıklık (blur) oluşması ve görüntüdeki objelerin gölgesi gibi yüksek çözünürlüklü görüntülerde oluşabilen bir takım yeni sorunlar ortaya çıkmıştır. İHA görüntülerinde nesnelerin gölgeleri genel olarak göz ardı edilmesine rağmen, bu gölge alanları spektral yansıma ve yüzey sıcaklığı verilerini doğrudan etkileyebilmektedir. Bu sebeple görüntüdeki gölge hücrelerinin dikkate alınmaması durumunda bitki stres koşullarının belirlenmesi, bitki su tüketimi haritalanması ve bitki izleme-değerlendirme gibi İHA görüntülerine dayalı gerçekleştirilen çalışmalarda sonuçların hassasiyetinde azalma kaçınılmazdır.

İHA görüntülerindeki gölgeler, bina veya bitki gibi belirli seviyede yüksekliğe sahip objelerin güneş ışığına direk olarak maruz kalmaları sonucu ortaya çıkmaktadır. Yapılan bazı araştırmalarda gölge hakkındaki bilgiler kullanılarak nesnelerin geometrik şekilleri (Lillesand ve Kiefer, 2000), ışık kaynağının konumu (Bethesda, 1997), ve nesnelerin boyu (Sirmacek ve Unsalan, 2008) başarılı bir biçimde tahmin edilmiştir. Fakat gölge altında bulunan çalışma alanlarına ait değerlendirilmede yanlışlıklar ortaya çıkabilmektedir. Diğer bir deyişle gölge altındaki alanlarda spektral yansıma oranı ve yüzey sıcaklık değerleri daha düşük belirlenebilmektedir. Sonuç olarak gölge etkisi görüntülerin sınıflandırılmasında birtakım sorunlar meydana getirmekte ve bu durum bitkilerin İHA sistemleri ile izlenmesine dayalı gerçekleştirilen çalışmalarda hatalı sonuçların üretilmesine neden olmaktadır. Bu nedenle görüntülerdeki gölge etkilerinin ortadan kaldırılması için kullanılan yöntemlerin incelenmesi ve değerlendirilmesi gerekmektedir.

Uzaktan algılanmış görüntülerde gölgelerin tespiti için yapılan çalışmalar genel olarak 4 farklı kategoride ele alınmaktadır. Bunlar; i) Eğitimsiz Sınıflandırma (unsupervised classification), ii) Yapay Sinir Ağları ve Makine Öğrenmesi gibi istatistikî yöntemler kullanılarak Eğitilmiş Sınıflandırma (supervised classification) iii) Vejetasyon indekslerine dayalı yöntemler ve iv) fiziksel yöntemlerdir. Xia ve ark. (2009)' da ton-doygunluk-yoğunluk (HSI) renk uzayında benzeşim yayılım kümelenmesi (affinity propagation clustering) yöntemi kullanılarak gölgelerin belirlenmesi amacıyla eğitimsiz sınıflandırma gerçekleştirilmiştir. Shiting ve Hong (2013) tarafından yapılan bir çalışmada gölge köşelerinin belirlenmesi için k-ortalama kümesi (k-means cluster) yöntemi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda gölge köşe noktalarının başarılı bir biçimde filtrelediği belirtilmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada uzaktan algılanmış görüntülerden gölgelerin tespit edilebilmesi için RGB yerine renk uzayları kullanılarak nesne tabanlı sınıflandırma başarılı bir biçimde gerçekleştirilmiştir (Kumar ve ark., 2002). Siala ve ark. (2004) destek vektörlerini kullanarak görüntülerdeki gölgeleri tespit etmek için eğitilmiş sınıflandırma yöntemini kullanmıştır. Zhu ve Woodcock (2012)' de ise Landsat görüntülerindeki bulut gölgelerinin tespiti için nesneye dayalı eğitilmiş sınıflandırma gerçekleştirmiştir. Rosin ve Ellis (1995)' de uzaktan algılanmış görüntüdeki gölgelerin tespiti için çeşitli vejetasyon indekslerinde farklı eşik değerleri üzerine araştırma gerçekleştirilmiştir. Choi ve Bindschadler (2004) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada Landsat 7 uydu görüntülerinde bulut ve bulut gölgelerinin tespiti için normalize edilmiş kar değişim indeksi (NDSI) kullanılmıştır. Yapılan bir diğer çalışmada ise bitki gölgelerinin ayrıştırılması amacıyla ilk olarak su yüzeyleri ve bitki örtüsünün birbirinden ayrılması için Normalize Edilmiş Su Değişim İndeksi (NDWI) ve Normalize edilmiş vejetatif değişim indeksi (NDVI) kullanılmıştır. Su yüzeylerinin filtrelenmesi sonucunda elde edilen görüntülere en yüksek benzerlik sınıflandırması (MLC) ve destek vektör makinaları (SVM) yöntemleri uygulanarak bitki gölgeleri sınıflandırılmıştır (Qiao ve ark., 2017). Sandnes (2011), güneşin pozisyonu ve gölge uzunluğunu kullanarak, sensörün yaklaşık konumunu tahmin etmiştir. Huang ve Chen (2009) hava platformlarından çekilen videolarda gölgelerin tespit edilebilmesi için yeni bir algoritma geliştirilmiştir. Çalışma sonucunda bu algoritmaların meyve ağaçlarına ait gölge tespiti için başarılı bir biçimde kullanılabileceği belirtilmiştir. Yapılan bu çalışmalara ek olarak multispektral görüntülerdeki gölge alanlarının vejetasyon indeksi



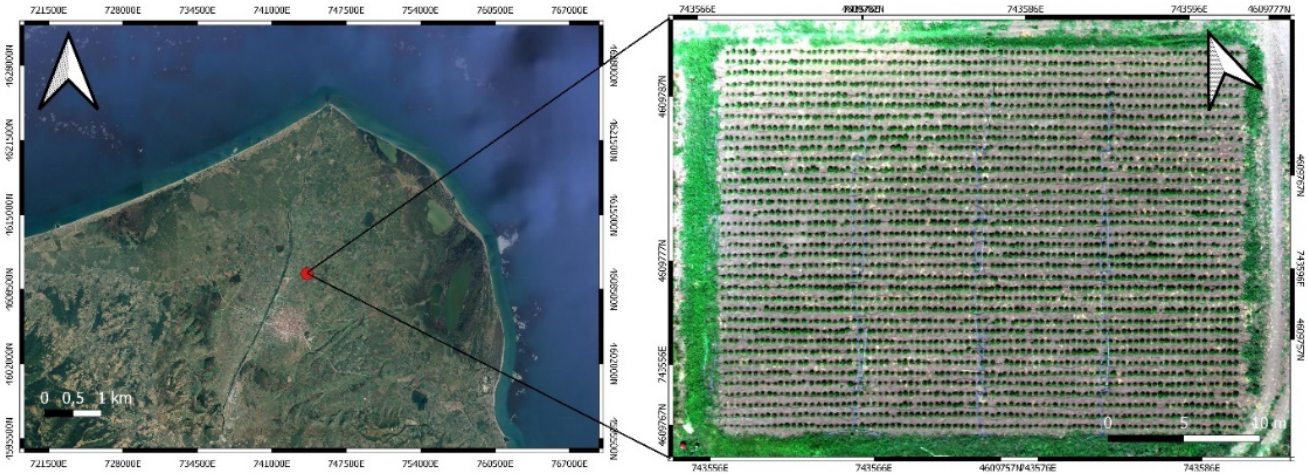
üzerine olan etkilerinin belirlenmesi üzerine birtakım araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Hsieh ve ark. (2016)' da gölgelenen alanların spektral karakteristikleri analiz edilmiş ve gölge altında olan ve olmayan alanlardaki NDVI değişimlerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda gölge alanları ve bitki örtüsünün ortalama ndvi değeri sırasıyla 0.38 ve 0.64 olarak tespit edilmiştir. Poblete ve ark. (2018) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada İHA görüntülerine SHIFT ve K-means++ sınıflandırma yöntemleri kullanılarak bitki örtüsüne ait gölge alanları tespit edilmiş ve filtrelenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre gölge alanlarının filtrelenmesi, termal görüntülerden hesaplanan Bitki su stres indeksi (CWSI) ve gövde su potansiyeli arasındaki ilişkiyi güçlendirdiği belirtilmiştir. Aboutalebi ve ark. (2019)' da üzüm bağlarında gölge alanlarının NDVI ve bitki su tüketimi hesaplamalarında istatistiksel olarak önemli düzeyde etki yaptığı belirtilmiştir.

Literatürde gölge tespiti üzerine belirli sayıda çalışma olmasına rağmen, yüksek çözünürlüklü İHA görüntülerinde bitki gölgelerinin tespiti üzerine yapılmış araştırma oldukça azdır. Ayrıca yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu orman ağaçları veya üzüm bağları üzerine gerçekleştirilmiş ve sebze bitkilerinde gölge tespiti üzerine yapılmış herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle, bu çalışmanın amacı yüksek çözünürlüklü multispektral İHA görüntülerinden dolmalık biber bitkisine ait gölgelerin tespit edilmesinde farklı sınıflandırma yöntemlerinin değerlendirilmesidir. Bu amaçla yüksek çözünürlüklü İHA görüntüsünde eğitimli sınıflandırma, multispektral görüntü ile sınıflandırma ve sınıf olasılığı yöntemleri kullanılarak bitki gölgeleri filtrelenmiş ve elde edilen sonuçlar, yerde belirlenen gölge alanları ile karşılaştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Materyal

Çalışma 2019 yılında Samsun ili Bafra ilçesinde yer alan Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Bafra Deneme İstasyonunda (41° 36' 8" K, 35° 55' 8" D) gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Araştırma yerine ait topraklar genel olarak kil bünyeli özellik göstermektedir (Köksal ve ark., 2017). Çalışma alanı Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre yarı nemli iklim sınıfında yer almaktadır (MGM, 2020). Uzun yıllar iklim verilerine göre ortalama yıllık toplam yağış miktarı 694 mm, ortalama en yüksek sıcaklık ve en düşük sıcaklıklar sırasıyla Ağustos ve Şubat aylarında 27°C ve 3.7°C olarak gerçekleşmiştir.



Şekil 1. Çalışma Alanının coğrafi konumu.

Figure 1. Geographical location of the study area.

Araştırmada bitkilerin sulanmasında damla sulama sistemi kullanılmıştır. Sulama suyu deneme alanı yakınında bulunan sulama kanalından pompa ile deneme arazisine iletilmiştir. Damla sulama sistemine ait kontrol birimi pompa, gübre tankı (60 L), filtre, manometre ve küresel vanalardan oluşmaktadır. Damla sulama sistemindeki anaboru, yan boru ve lateral borularının çapları sırasıyla 40 mm, 40 mm ve 16 mm ve damlatıcıların debisi ise 2 L/h' dir.

Çalışmada Kundu F1 (*Capsicum annuum* L.) dolmalık biber çeşidi kullanılmıştır. Söz konusu çeşit bölgede üreticiler tarafından sıklıkla tercih edilen dolmalık biber çeşitlerinden birisidir. Kundu F1 yüksek verimli, hastalıklara karşı dirençli, meyve şekli düzgün, yüzeyi pürüzsüz ve dört lopludur. İdeal yetiştirme koşulları altında meyve boyu 7 cm ve meyve çapı 6 cm' dir.

Deneme alanının görüntülenmesinde İHA olarak DJI S1000+ oktokopter (DJI, Shenzen, China) kullanılmıştır. Söz konusu İHA'nın ağırlığı 4.4 kg ve optimum hava koşulları altındaki en yüksek havada kalma süresi ise yaklaşık 15 dk'dır. Çalışmada yer kontrol sistemi ile İHA arasındaki bağlantının sağlanmasında DJI 2.4 G Data Link, İHA'nın otonom olarak hareket etmesinde ise DJI A2 uçuş kontrolcüsü kullanılmıştır.

Araştırma alanına ait yüksek çözünürlüklü multispektral görüntülerin elde edilmesinde Micasense Altum (MicaSense, Seattle, USA) model kamera kullanılmıştır. Micasense Altum 5 adet multispektral ve 2 adet termal görüntüleme sensörüne sahiptir. Ayrıca bu sensörlere ek olarak uçuş sırasındaki güneş radyasyon şiddetini ölçen güneşlenme sensörü, GPS sistemi ve bu sensörün kalibre edilmesinde kullanılan kalibrasyon paneli bulunmaktadır. Multispektral sensörlerin çözünürlüğü 3.2 mega pikseldir. Söz konusu kamera ile 120 metre yükseklikten yaklaşık olarak 5.2 cm yersel çözünürlüğe sahip multispektral görüntüler elde edilebilmektedir.

Uçuş planının oluşturulması ve uçuşun gerçekleştirilmesinde Universal Ground Control Software (UgCs) 3.2.13 uçuş programlama yazılımından yararlanılmıştır. Micasense Altum kameradan elde edilen ham multispektral görüntülerin spektral yansıma oranı değerine dönüştürülmesinde Python 3.7 kullanılmıştır. Spektral yansıma oranı görüntülerinin ilk olarak yoğun nokta bulutuna daha sonra sırasıyla arazi yükseklik modeli ve mozaik görüntülerinin oluşturulmasında Agisoft MetaShape 1.5.3 yazılımı kullanılmıştır. Mozaik görüntülerin sınıflandırılması ve dolmalık biber bitkilerine ait gölgelerin tespit edilmesinde QGIS 3.2.3 kullanılmıştır.

## 2.2 Yöntem

Dolmalık biber fideleri 70 cm sıra arası ve 40 cm sıra üzeri tertip ile 15 Mayıs 2019 tarihinde araştırma sahasına şaşırtılmıştır. Fide dikiminden önce araştırma alanından toprak örnekleri alınmış ve uygulanacak gübre miktarlarının belirlenmesi amacıyla laboratuvarında analiz edilmiştir. Bu analiz sonucuna göre bitki gelişme dönemi boyunca toplam 6 kg da-1 P2O5 ve 13 kg da-1 N uygulanmıştır. Çalışmada sulama suyu damla sulama yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Dolmalık biber yetiştirilen tarım alanı üzerinde uçuş gerçekleştirilmeden önce İHA'nın pusula kalibrasyonu yapılmıştır. İHA uçuşu başlamadan hemen önce Micasense Altum kamera ile kalibrasyon plakasının görüntüsü çekilmiştir. Elde edilen bu görüntü güneşlenme sensörünün kalibre edilmesinde kullanılmıştır. İHA uçuşları yerden 30 m yükseklikte ve 2 m sn-1 hızla gerçekleştirilmiştir. Multispektral kameranın çekim hızı ve iki uçuş güzergahı arasındaki mesafe hesaplanırken en az %80 bindirme oranı dikkate alınmıştır. İHA uçuşu 3 Temmuz 2019 tarihinde, bulutsuz hava koşulları altında saat 12.30-13.30 arasında gerçekleştirilmiştir.

Micasense Altum multispektral görüntülerin spektral radyans ( $W \cdot sr^{-1} \cdot m^{-2} \cdot nm^{-1}$ ) değerlerine dönüştürülmesinde üretici firma tarafından sağlanan radyometrik dönüşüm formülleri uygulanmıştır. (<https://support.micasense.com/hc/en-us/articles/115000351194-RedEdge-Camera-Radiometric-Calibration-Model>).

$$L = V(x, y) \times \frac{a_1}{g} \times \frac{p - p_{BL}}{t_e - a_2 y - a_3 t_{xy}} \quad (\text{Eşitlik 1})$$

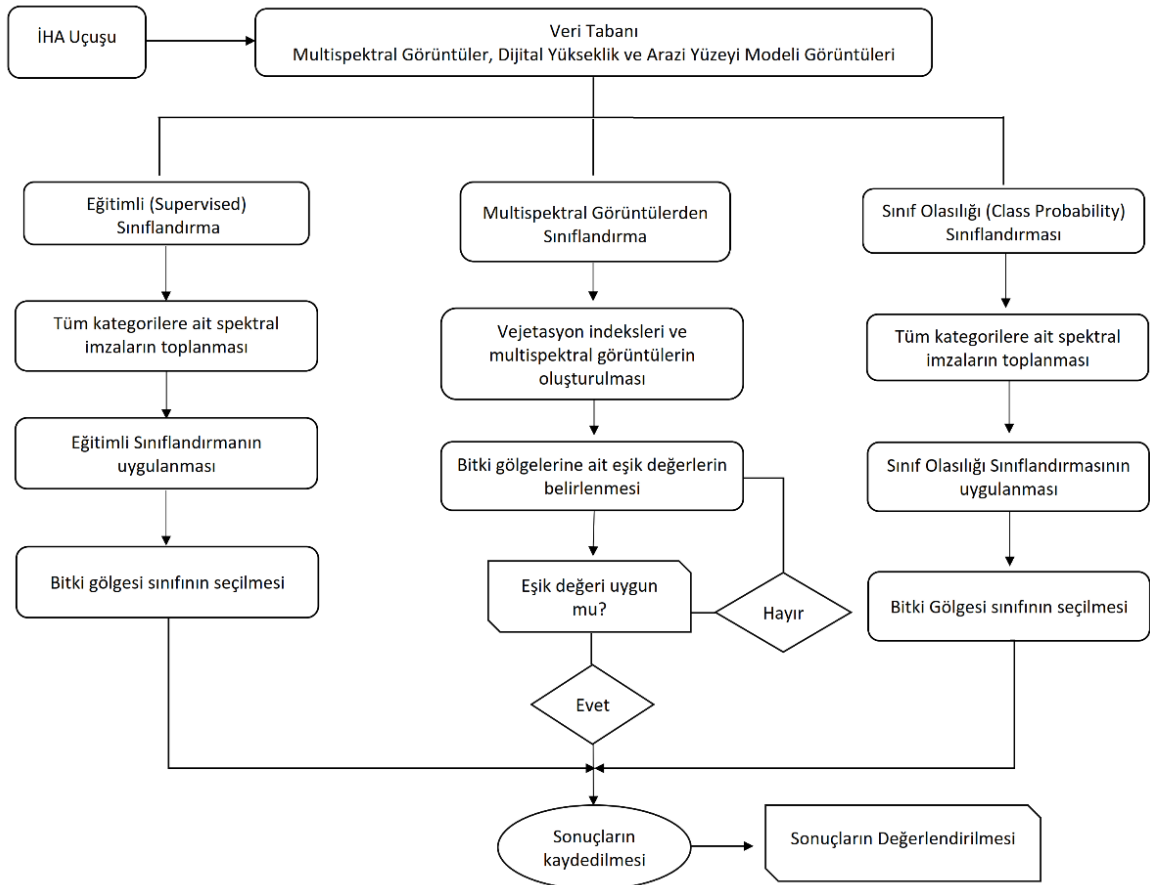
Eşitlikte L, spektral radyans; V(x,y), (x,y) görüntü hücresindeki vinyet polinomial fonksiyonu; a1,a2 ve a3, radyometrik kalibrasyon katsayısı; g, sensor kazanım değeri; p, normalize edilmiş ham hücre değeri; p<sub>BL</sub>, görüntüdeki siyah seviyesi ve t<sub>e</sub>, görüntü pozlama süresidir. Hesaplama sırasındaki gerekli tüm veriler her bir görüntünün metadata kısmına cihaz tarafından otomatik olarak kaydedilmektedir. Spektral yansıma oranı değerleri ise radyans görüntülerinin güneşlenme sensörüne kaydedilen ve kalibrasyon plakası kullanılarak kalibre edilmiş irradyans değerine oranlanmasıyla elde edilmiştir. Tüm bantlardaki spektral yansıma oranı görüntüleri Agisoft Metashape programı kullanılarak nokta bulutuna dönüştürülmüştür. Söz konusu görüntülerden toplam 23.619.362 adet nokta üretilmiştir. Bu noktalar kullanılarak dijital yükseklik haritası (DEM) oluşturulmuş ve son olarak DEM haritalarından yaklaşık 2 cm çözünürlüğünde multispektral ortomozaik görüntüler oluşturulmuştur. Ham görüntülerin ortomozaik haline dönüştürülmesi amacıyla Agisoft Metashape 1.5.3 yazılımında kullanılan parametreler Çizelge 1' de verilmiştir. Bu çalışmada bitki gölgelerinin belirlenmesi için üç farklı görüntü sınıflandırma yöntemi (Eğitilmiş Sınıflandırma (Supervised Classification), Multispektral görüntü ile sınıflandırma ve Sınıf olasılığı (Class Probability)) kullanılmıştır (Şekil 2).

Eğitilmiş sınıflandırmada, ilk olarak görüntüde bulunan tüm kategorilere (gölge, bitki, toprak, ana boru ve yan borular, lateral borular) ait spektral imzalar belirlenmiştir. Söz konusu spektral imzalar kullanılarak eğitimli sınıflandırma gerçekleştirilmiştir. Multispektral görüntüler ile sınıflandırmada ilk olarak gölge sınıfına ait eşik değerleri deneme-yanılma yöntemi ile tüm bantlar için ayrı olarak belirlenmiştir. Daha sonraki adımda ise bu eşik değeri kullanılarak görüntüde maskeleyme yöntemi uygulanmıştır. Böylece sadece bitki gölgelerinin yer aldığı yeni görüntüler elde edilmiştir. Sınıf olasılığı yönteminde ise eğitimli sınıflandırmada olduğu gibi ilk olarak tüm kategorilere ait spektral imzalar tespit edilmiş ve bu spektral imzalara dayalı olarak görüntü sınıflandırılması gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 1. Ortomozaik haritaların oluşturulmasında kullanılan parametreler.

Table 1. Parameters to generating orthomosaic maps.

İşlemler	Parametre	Ayarlar
Align Photos	Accuracy	High
	Key Point limit	40.000
	Tie Point limit	4.000
Optimize Camera Alignment	General Parameters	Fit f, cx-cy, k1, k2, k3, b1, b2, p1 and p2
Build Dense Cloud	Quality	Medium
	Depth Filtering	Aggressive
Build DEM	Type	WGS 84/ UTM Zone 36 N (EPSG::32636)
	Source Data	Dense Cloud
	Interpolation	Extrapolated
Build Orthomosaic	Surface	DEM
	Blending Mode	Mosaic (default)



Şekil 2. Çalışmada kullanılan bitki gölge tespit yöntemlerinin akış şeması.

Figure 2. Flow chart of crop shadow detection methods used in the study.

Bitki gölgelerinin tespiti görüntü sınıflandırmaya dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırma yöntemlerinin değerlendirilmesinde ise yaygın olarak hata matrisi kullanılmaktadır (Congalton, 1991). Hata matrisi, gerçek gölge değerleri ile sınıflandırma sonucu tahmin edilen değerlerin yer aldığı 4 farklı kombinasyonlu bir tablodur. Oluşturulan bu tablodan geri çağırma (Recall), Hassasiyet (Precision), özgünlük (Specificity) ve Doğruluk (Accuracy) hesaplamaları gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmada 3 farklı görüntü sınıflandırma yönteminin bitki gölgelerini tespit



etmedeki hassasiyet dereceleri incelenmiştir. Görüntü sınıflandırma yöntemlerinin hassasiyet dereceleri Eşitlik 2' ye göre hesaplanmıştır.

$$Hassasiyet = \frac{TP}{TP+FP} \quad (\text{Eşitlik 2})$$

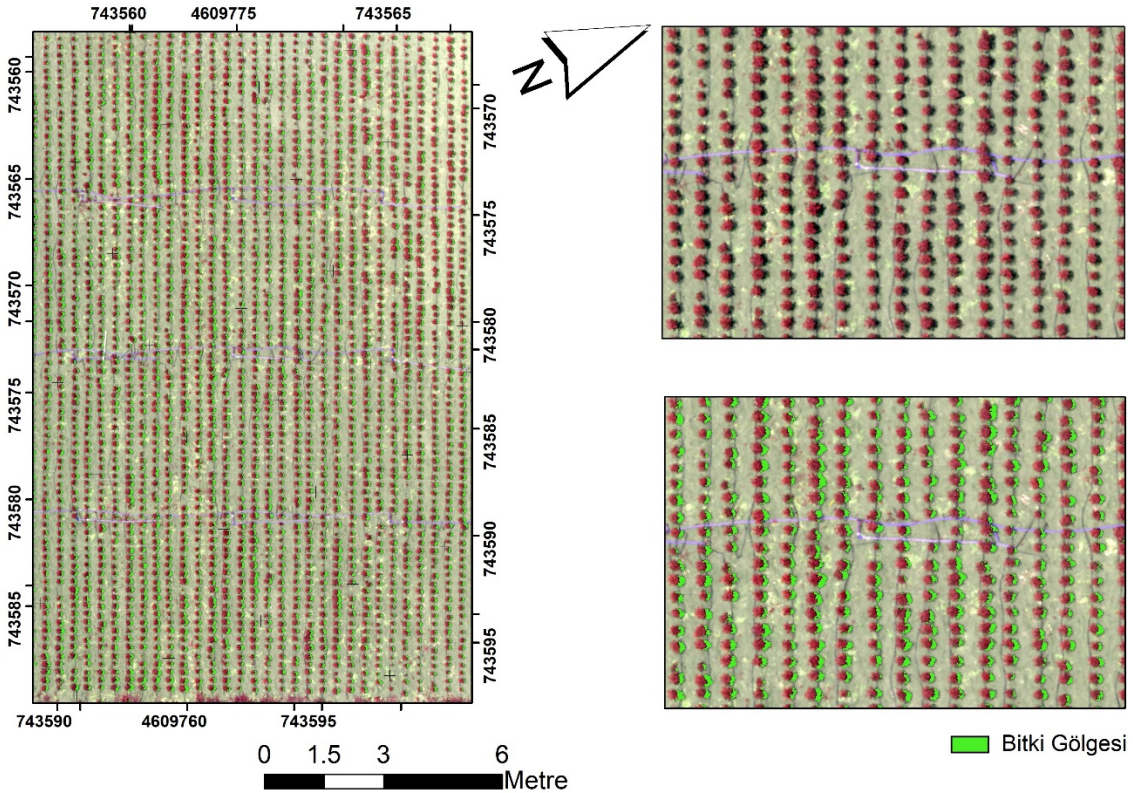
Eşitlikte TP, doğru tahmin edilen hücre sayısı, FP ise yanlış tahmin edilen hücre sayısıdır.

Gerçek gölge görüntülerinin oluşturulması amacıyla, görüntüdeki hücreler manuel yöntem ile (1) bitki gölgesi ve (2) gölge olmayan alan olmak üzere iki sınıfa ayrılmıştır. Daha sonra görüntüdeki sınıflandırma yöntemleri ile tahmin edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1 Eğitimli sınıflandırma

Eğitimli sınıflandırma yöntemi ile bitki gölgeleri sınıflandırılmış ve sonuçlar Şekil 3' te verilmiştir. Görüntüler görsel olarak incelendiğinde genel olarak toprak ve dolmalık biber bitkisi başarılı bir biçimde birbirinden ayrılmıştır. Görüntüdeki gölge hücreleri ise yüksek doğruluk seviyesinde tahmin edilmiştir. Genel olarak eğitimli sınıflandırma ile başarılı bir gölge ayrımı yapılmasına rağmen söz konusu yöntemde sınıflandırma öncesinde spektral imzaların belirlenmesi işlemi gerekmektedir. Fakat bu işlem oldukça zaman alıcı ve işlemin bu konuda eğitimli bir uzman tarafından yapılması gereklidir. Sona ve ark. (2016)' da İHA görüntülerinde eğitimli sınıflandırma ile bitki ve toprak ayrımı başarılı bir biçimde gerçekleştirilmiştir. Yapılan bir diğer çalışmada ise hiperspektral görüntüler ve LIDAR verileri eğitimli sınıflandırma ile gölge alanlarının tespit edilmesinde başarılı bir biçimde kullanılmıştır (Tolt ve ark., 2011).

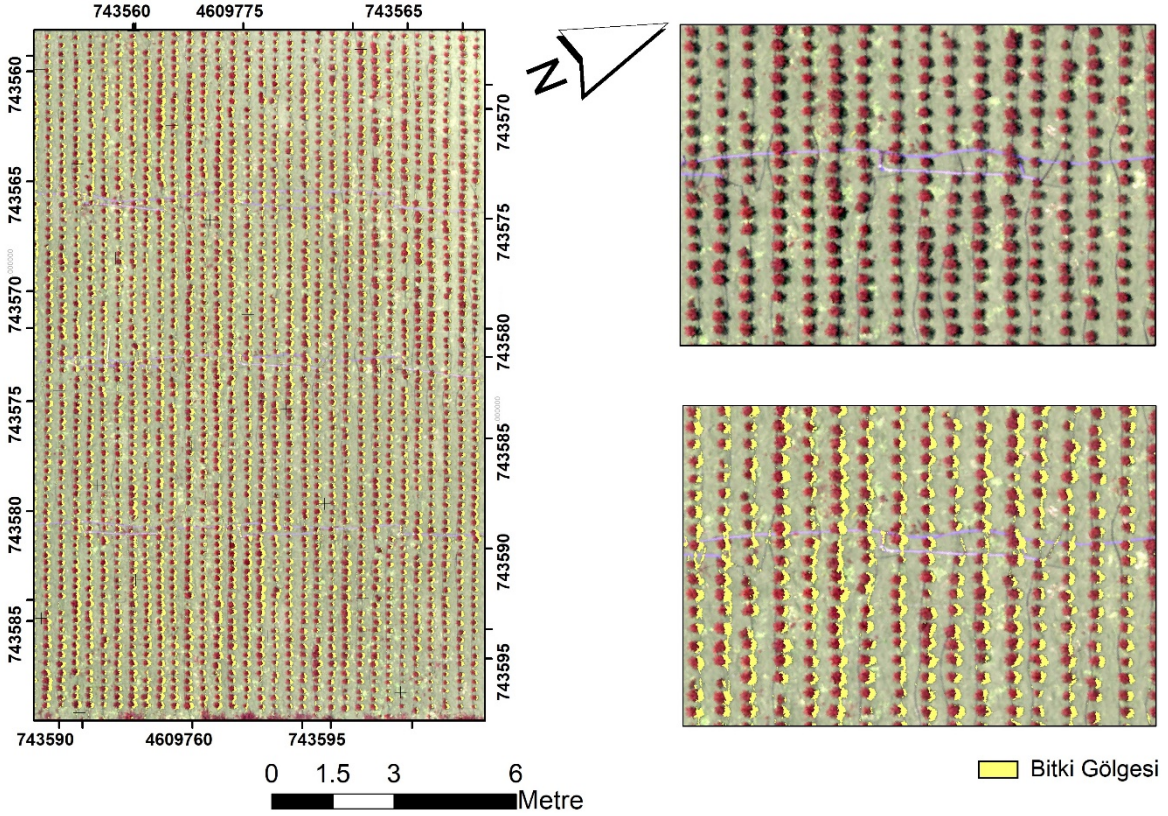


Şekil 3. Çalışma alanının sahte renk (false color) kombinasyonu ve eğitimli sınıflandırma haritası.

Figure 3. Study area false color combination and supervised classification map.

### 3.2 Multispektral görüntü ile sınıflandırma

Araştırmada multispektral görüntülerden bitki gölge alanlarının belirlenmesi için tüm multispektral görüntü bantları (mavi, yeşil, kırmızı, kırmızı kenar, yakın kızılötesi) ayrı olarak ele alınmıştır. Çalışmada kırmızı kenar (Red Edge) multispektral bant görüntülerinin bitki gölgelerinin tespitinde diğer bant görüntülerinden daha başarılı olduğu belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Şekil 4'te verilmiştir. Kırmızı kenar bantta spektral yansıma oranı görüntüsünde gölge alanlarını temsil eden hücre değerleri 0.0 ile 0.1 arasında yer almaktadır. Toprak sınıfı 0.10 ile 0.18 arasında değişim göstermektedir. Bitkiler ise genel olarak 0.20 ile 0.27 arasında değişim göstermiştir. Sınıflandırma sonucu incelendiğinde tüm gölge alanlarının net bir biçimde belirlendiği, eğitilmiş sınıflandırmaya göre gölgelerin geometrik şekilleri daha başarılı bir biçimde ortaya konulmuştur. Xu ve ark. (2019) tarafından yapılan bir araştırmada İHA'dan elde edilen kırmızı kenar görüntülerin bitkilere ait gölgelerin tespitinde başarılı bir biçimde kullanılabileceği bildirilmiştir.



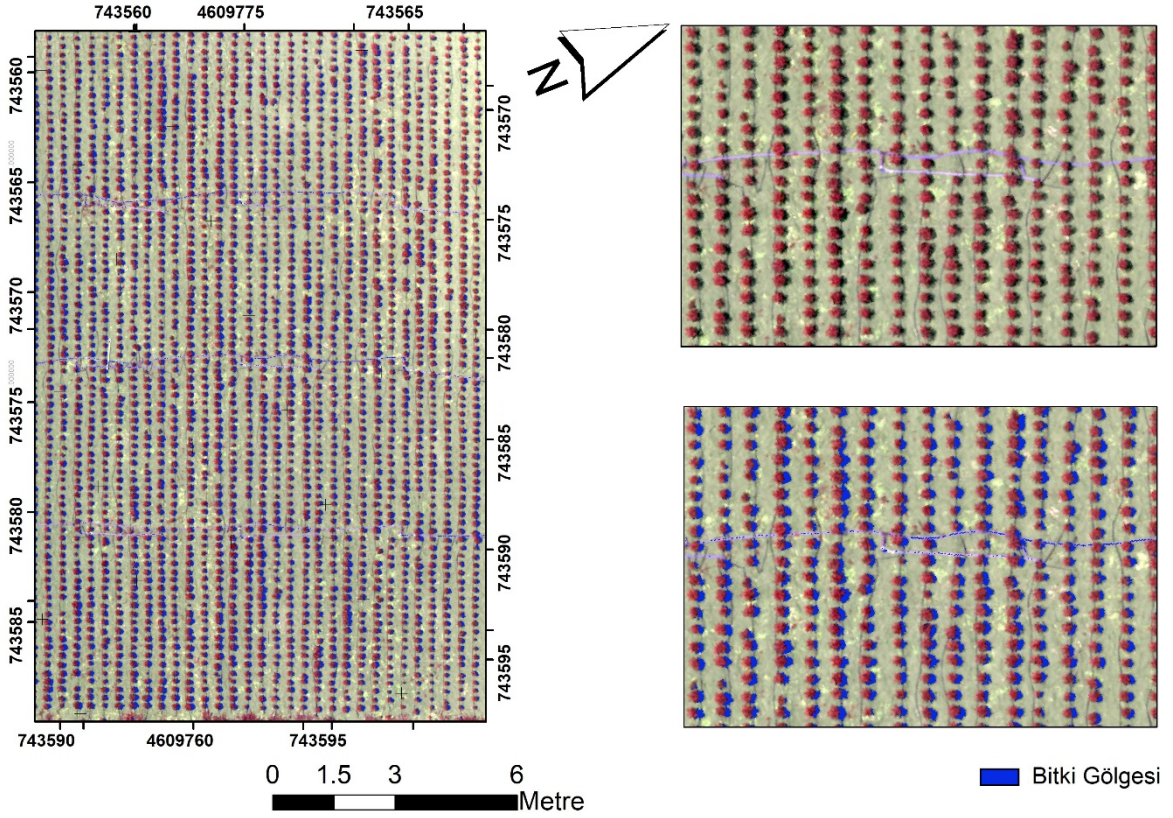
Şekil 4. Çalışma alanının sahte renk (false color) kombinasyonu ve kırmızı kenar (Red Edge) multispektral görüntü ile sınıflandırma haritası.

Figure 4. Study area false color combination and supervised classification map.

### 3.3 Sınıf olasılığı yöntemi sınıflandırma

Yüksek çözünürlüklü İHA görüntülerine sınıf olasılığı yöntemi ile nesne sınıflandırılması gerçekleştirilmiş ve sonuçlar Şekil 5' de verilmiştir. Görüntüler incelendiğinde sınıf olasılığı yönteminin başarısının eğitilmiş sınıflandırmadan daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu sınıflandırmada damla sulama lateral boruları ve bitki gölge alanları eğitilmiş sınıflandırmadan daha doğru olarak ayrıştırılmasına rağmen, çalışma alanındaki bazı bölgelerde ana ve yan borulara ait görüntü hücreleri de gölge sınıfında yer almıştır. Söz konusu yöntem ile yapılan sınıflandırmanın görsel olarak değerlendirilmesinde kabul edilebilir düzeyde başarı sağlanmasına rağmen, eğitilmiş sınıflandırma yönteminde olduğu gibi bu yöntemde de sınıflandırma öncesinde spektral imzaların belirlenmesi gerekmektedir. Söz konusu durum büyük ölçekli bir alanda sınıflandırma yapılması durumunda oldukça zaman alıcı ve maliyetli bir işlemdir.





Şekil 5. Çalışma alanının sahte renk (false color) kombinasyonu ve sınıf olasılığı yöntemi ile sınıflandırma haritası.

Figure 5. Study area false color combination class probability map.

### 3.4 Görüntü sınıflandırma yöntemlerinin istatistiksel değerlendirilmesi

Bitki gölgesinin belirlenmesi amacıyla kullanılan sınıflandırma yöntemlerinin hassasiyet dereceleri hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 2' de verilmiştir. Buna göre kırmızı kenar spektral yansıma oranı görüntüsü ile yapılan sınıflandırma hassasiyeti (%94) en yüksek olarak gerçekleşirken, eğitilmiş sınıflandırma yöntemi ile yapılan sınıflandırmadaki hassasiyet ise en düşük (%74) olarak hesaplanmıştır. Sınıf olasılığı yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen sınıflandırmanın hassasiyet değeri %82 olarak bulunmuştur. Xu ve ark. (2019)' da bitki gölgelerinin multispektral görüntü ve vejetasyon indeksleri ile belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada en yüksek korelasyon kırmızı kenar görüntüleri ile bitki gölgeleri arasında olduğu ve bu ilişkinin belirleme katsayısı (R2) değerinin ise 0.89 olduğu belirtilmiştir.

Çizelge 2. Farklı görüntü sınıflandırma yöntemlerinin bitki gölge tespitindeki hassasiyet sonuçları.  
Table 2. Accuracy results of different image classification methods in crop shadow detection.

	Doğru Sınıflandırma Sayısı (adet)	Yanlış Sınıflandırma Sayısı (adet)	Toplam (Adet)	Hassasiyet (%)
<b>Eğitilmiş Sınıflandırma</b>	1118	381	1500	%74
<b>Multipsektrel Görüntü ile Sınıflandırma</b>	1410	90	1500	%94
<b>Sınıf Olasılığı Sınıflandırması</b>	1239	261	1500	%82



#### 4. Sonuç ve Öneriler

Nesnelere ait gölgeler yüksek çözünürlük görüntülerde net bir biçimde görülebilen ve spektral yansıma değerinin farklı olması sebebiyle bu görüntülerden yapılan hesaplamalara doğrudan etki eden bir parametredir. Bu çalışmada eğitilmiş sınıflandırma, multispektral görüntü ile sınıflandırma ve sınıf olasılığı yöntemlerinin dolmalık biber bitkisine ait gölgeleri tespit etmedeki performansları incelenmiştir. Sonuçlar görsel ve istatistiksel olarak incelenmiştir. Elde edilen bu sonuçlara göre kırmızı kenar spektral yansıma oranı ile gerçekleştirilen sınıflandırmada, dolmalık biber bitkisine ait gölgeler eğitilmiş sınıflandırma ve sınıf olasılığı yönteminden daha yüksek hassasiyetle hesaplanmıştır. Bu yöntemi sırasıyla %82 hassasiyetle sınıf olasılığı yöntemi, %74 hassasiyetle eğitilmiş sınıflandırma yöntemi takip etmiştir. Çalışmada kullanılan görüntü sınıflandırma yöntemleri arasında multispektral görüntü ile sınıflandırma hem pratik hem de yüksek doğruluk ile gölge alanlarını tespit edebilmektedir. Ayrıca eğitilmiş sınıflandırma ve sınıf olasılığı yöntemlerinde sınıflandırma öncesinde görüntüdeki nesnelere ait spektral imzaların belirlenmesi bir zorunluluktur. Bu işlem zaman alıcı ve deneyimli bir kullanıcıya ihtiyaç duymaktadır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre yüksek çözünürlüklü İHA ve uydu görüntülerindeki gölge alanları eğitilmiş sınıflandırma, multispektral görüntü ile sınıflandırma ve sınıf olasılığı yöntemi ile farklı hassasiyet seviyelerinde başarılı bir biçimde filtrelenebilir. Elde edilen bu sonuçlar hassas tarım uygulamalarında sıklıkla kullanılan vejetasyon indekslerinin hatalı olarak hesaplanmasının önüne geçebilir. Ayrıca görüntülerdeki gölgelerin filtrelenmesi ile yüzey enerji dengesi modelleri ile tahmin edilen bitki su tüketimi hesaplamalarındaki hata değeri önemli ölçüde azaltılabilir. Gelecekte farklı İHA sensörleri ve yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinde bitki gölgelerinin tespiti üzerine daha fazla sayıda araştırmaların yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca üzüm bağları ve meyve ağaçları gibi geniş taç alanına sahip vejetasyonlarda, kanopi üzerine düşen gölgelerin spektral vejetasyon indeksleri ve termal görüntüler ile incelenmesine gereksinim bulunmaktadır.

#### Teşekkür

Bu çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından desteklenmiştir (PYO.ZRT.1904.19.001).

#### Kaynaklar

- Aboutalebi, M., Torres-Rua, A.F., Kustas, W.P., Nieto, H., Coopmans, C., McKee, M., 2019. Assessment of different methods for shadow detection in high-resolution optical imagery and evaluation of shadow impact on calculation of NDVI, and evapotranspiration. *Irrigation Sci.* 37(3), 407-429.
- Berni, J., Zarco-Tejada, P., Suárez, L., González-Dugo, V., Fereres, E., 2009. Remote sensing of vegetation from UAV platforms using lightweight multispectral and thermal imaging sensors. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inform. Sci.* 38(6), 6.
- Bethesda, M., 1997. *Manual of photographic interpretation*. 2nd edition. American Society Photogrammetry and remote sensing (ASPRS), American Society Photogrammetry and remote sensing (ASPRS).
- Boursianis, A.D., Papadopoulou, M.S., Diamantoulakis, P., Liopa-Tsakalidi, A., Barouchas, P., Salahas, G., Karagiannidis, G., Wan, S., Goudos, S.K., 2020. Internet of Things (IoT) and Agricultural Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in Smart Farming: A Comprehensive Review. *Internet of Things*. 100187.
- Choi, H., Bindschadler, R., 2004. Cloud detection in Landsat imagery of ice sheets using shadow matching technique and automatic normalized difference snow index threshold value decision. *Remote Sens Environ.* 91(2), 237-242.
- Congalton, R.G., 1991. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. *Remote Sens Environ.* 37(1), 35-46.
- Hsieh, Y.-T., Wu, S.-T., Chen, C.-T., Chen, J.-C., 2016. Analyzing Spectral Characteristics of Shadow Area From High Radiometric Resolution Aerial Images. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing Spatial Information Sciences*. 41.
- Huang, J.-B., Chen, C.-S., 2009. A physical approach to moving cast shadow detection, 2009 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing. IEEE, pp. 769-772.
- Kaivosoja, J., Pesonen, L., Kleemola, J., Pölonen, I., Salo, H., Honkavaara, E., Saari, H., Mäkynen, J., Rajala, A., 2013. A case study of a precision fertilizer application task generation for wheat based on classified hyperspectral data from UAV combined with farm history data, *Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology XV*. International Society for Optics and Photonics, p. 88870H.
- Köksal, E.S., Tasan, M., Artik, C., Gowda, P., 2017. Evaluation of financial efficiency of drip-irrigation of red pepper based on evapotranspiration calculated using an iterative soil water-budget approach. *Scientia horticulturae*. 226, 398-405.




- Kumar, P., Sengupta, K., Lee, A., 2002. A comparative study of different color spaces for foreground and shadow detection for traffic monitoring system, Proceedings. The IEEE 5th International Conference on Intelligent Transportation Systems. IEEE, pp. 100-105.
- Lillesand, T., Kiefer, R., 2000. Remote Sensing and Image Interpretation, 4th edition (New York: John Wiley & Sons). New York, Wiley.
- Marques Junior, A., Maria De Castro, D., Guimarães, T.T., Inocencio, L.C., Veronez, M.R., Mauad, F.F., Gonzaga Jr, L., 2020. Statistical assessment of cartographic product from photogrammetry and fixed-wing UAV acquisition. *European Journal of Remote Sensing*. 53(1), 27-39.
- MGM, 2020. <https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-siniflandirmalari.aspx=BAFRA>. (Erişim tarihi: 15/05/2020).
- Nieto, H., Kustas, W.P., Torres-Rúa, A., Alfieri, J.G., Gao, F., Anderson, M.C., White, W.A., Song, L., del Mar Alsina, M., Prueger, J.H., 2019. Evaluation of TSEB turbulent fluxes using different methods for the retrieval of soil and canopy component temperatures from UAV thermal and multispectral imagery. *Irrigation Sci.* 37(3), 389-406.
- Novák, V., Křížová, K., Napitupulu, R., 2018. Influence of North Sumatra Maize (*Zea mays* L.) monoculture on soil properties using free Sentinel 2 imagery. 2nd Nommensen International Conference on Technology and Engineering 19–20 July 2018. Medan, Indonesia, p. 012076.
- Ortega-Farías, S., Ortega-Salazar, S., Poblete, T., Kilic, A., Allen, R., Poblete-Echeverría, C., Ahumada-Orellana, L., Zuñiga, M., Sepúlveda, D., 2016. Estimation of energy balance components over a drip-irrigated olive orchard using thermal and multispectral cameras placed on a helicopter-based unmanned aerial vehicle (UAV). *Remote Sens-Basel*. 8(8), 638.
- Peña, J.M., Torres-Sánchez, J., Serrano-Pérez, A., De Castro, A.I., López-Granados, F., 2015. Quantifying efficacy and limits of unmanned aerial vehicle (UAV) technology for weed seedling detection as affected by sensor resolution. *Sensors*. 15(3), 5609-5626.
- Poblete, T., Ortega-Farías, S., Ryu, D., 2018. Automatic coregistration algorithm to remove canopy shaded pixels in UAV-borne thermal images to improve the estimation of crop water stress index of a drip-irrigated Cabernet Sauvignon vineyard. *Sensors*. 18(2), 397.
- Qiao, X., Yuan, D., Li, H., 2017. Urban shadow detection and classification using hyperspectral image. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*. 45(6), 945-952.
- Review, M.T., 2020. 10 Breakthrough Technologies 2014. <https://www.technologyreview.com/10-breakthrough-technologies/2014/>. (Erişim tarihi: 5 Mayıs, 2020).
- Rosin, P.L., Ellis, T.J., 1995. Image difference threshold strategies and shadow detection, *BMVC*. Citeseer, pp. 347-356.
- Sandnes, F.E., 2011. Determining the geographical location of image scenes based on object shadow lengths. *Journal of Signal Processing Systems*. 65(1), 35-47.
- Shin, J.-i., Seo, W.-w., Kim, T., Park, J., Woo, C.-s., 2019. Using UAV multispectral images for classification of forest burn severity—A case study of the 2019 Gangneung forest fire. *Forests*. 10(11), 1025.
- Shiting, W., Hong, Z., 2013. Clustering-based shadow edge detection in a single color image, Proceedings 2013 International Conference on Mechatronic Sciences, Electric Engineering and Computer (MEC). IEEE, pp. 1038-1041.
- Siala, K., Chakchouk, M., Chaieb, F., Besbes, O., 2004. Moving shadow detection with support vector domain description in the color ratios space, Proceedings of the 17th International Conference on Pattern Recognition, 2004. ICPR 2004. IEEE, pp. 384-387.
- Sirmacek, B., Unsalan, C., 2008. Building detection from aerial images using invariant color features and shadow information, 2008 23rd International Symposium on Computer and Information Sciences. IEEE, pp. 1-5.
- Sona, G., Passoni, D., Pinto, L., Pagliari, D., Masseroni, D., Ortuani, B., Facchi, A., 2016. UAV multispectral survey to map soil and crop for precision farming applications, Remote Sensing and Spatial Information Sciences Congress: International Archives of the Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences Congress: 19 July. International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS), pp. 1023-1029.
- Tolt, G., Shimoni, M., Ahlberg, J., 2011. A shadow detection method for remote sensing images using VHR hyperspectral and LIDAR data, 2011 IEEE international geoscience and remote sensing symposium. IEEE, pp. 4423-4426.
- Tunca, E., Köksal, E.S., Çetin, S., Ekiz, N.M., Balde, H., 2018. Yield and leaf area index estimations for sunflower plants using unmanned aerial vehicle images. *Environmental Monitoring and Assessment*. 190(11). <https://doi.org/10.1007/s10661-018-7064-x>.
- Werner, T., Bebbington, A., Gregory, G., 2019. Assessing impacts of mining: Recent contributions from GIS and remote sensing. *The Extractive Industries Society*. 6(3), 993-1012.

- Xia, H., Chen, X., Guo, P., 2009. A shadow detection method for remote sensing images using affinity propagation algorithm, 2009 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics. IEEE, pp. 3116-3121.
- Xu, N., Tian, J., Tian, Q., Xu, K., Tang, S., 2019. Analysis of Vegetation Red Edge with Different Illuminated/Shaded Canopy Proportions and to Construct Normalized Difference Canopy Shadow Index. *Remote Sens-Basel*. 11(10), 1192.
- Zheng, H., Cheng, T., Li, D., Yao, X., Tian, Y., Cao, W., Zhu, Y., 2018. Combining unmanned aerial vehicle (UAV)-based multispectral imagery and ground-based hyperspectral data for plant nitrogen concentration estimation in rice. *Frontiers in plant science*. 9, 936.
- Zhu, Z., Woodcock, C.E., 2012. Object-based cloud and cloud shadow detection in Landsat imagery. *Remote Sens Environ*. 118, 83-94.

Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.827263

Pırasa ve yer fıstığı yetiştirilen toprakların verimlilik durumları ile ağır metal içerikleri: İzmir-Torbalı ve Çanakkale-Bayramiç ilçeleri örnek çalışmaları

 Mehmet Parlak<sup>a\*</sup>,  Timuçin Everest<sup>a</sup>,  Tülay Tunçay<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lapseki Meslek Yüksekokulu, Lapseki, Çanakkale, Türkiye

<sup>b</sup>T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: mehmetparlak06@hotmail.com

Geliş/Received 17/11/2020

Kabul/Accepted 24/05/2021

ÖZET

Pırasa ile yer fıstığı İzmir'in Torbalı ve Çanakkale'nin Bayramiç İlçesi'nde ekonomik getirisi yüksek olan bitkilerdendir. Pırasa ve yer fıstığından optimum verim alabilmek için toprak özelliklerinin bilinmesi gereklidir. Bu araştırmanın amacı pırasa ve yer fıstığı tarımı yapılan toprakların fizikokimyasal özelliklerini, besin elementleri içeriklerini, ağır metallerin zenginleşme faktörlerini ve kirlilik faktörlerini saptamaktır. Pırasa yetiştirilen toprakların tın, kumlu kil tın, killi tın bünyede; yer fıstığı yetiştirilen toprakların ise kumlu tın, tınlı kum ve kil bünyeli oldukları belirlenmiştir. Pırasa ve yer fıstığı yetiştirilen alanların genellikle nötr ve hafif alkali reaksiyonlu, tuzsuz ve kireçli topraklar oldukları saptanmıştır. Organik madde kapsamı bakımından pırasa yetiştirilen toprakların % 92.59'unun az, % 7.41'inin orta; yer fıstığı yetiştirilen toprakların ise % 55.56'sının çok az, % 44.44'ünün az oldukları belirlenmiştir. Pırasa ve yer fıstığı tarımı yapılan toprakları tamamının toplam N bakımından az, alınabilir P, Ca, Mg, Fe, Cu ve Mn bakımından sorun içermedikleri saptanmıştır. Alınabilir Zn bakımından pırasa yetiştirilen toprakların %7.41'inin, yer fıstığı yetiştirilen toprakların ise % 83.33'ünün sorunlu olduğu belirlenmiştir. Ağır metallerin zenginleşme faktörü pırasa yetiştirilen topraklarda  $EF_{Cu} > EF_{Zn} > EF_{Ni} > EF_{Mn} > EF_{Pb} > EF_{Cr}$  iken yer fıstığı yetiştirilen topraklarda  $EF_{Cu} > EF_{Ni} > EF_{Pb} > EF_{Mn} > EF_{Cr} > EF_{Zn}$  sıralamasında saptanmıştır. Hem pırasa hem de yer fıstığı yetiştirilen topraklarda Cu'nun kirlilik faktör sınıfı orta kirlilikte iken diğer ağır metaller ise (Mn, Zn, Cr, Ni ve Pb) düşük kirlilik sınıfında belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler:  
Ağır metaller  
Kirlilik faktörü  
Pırasa  
Yer fıstığı  
Toprak özellikleri  
Zenginleşme faktörü

Fertility and Heavy Metal Contents of Leek and Peanut-Grown Soils: The Sample Case of İzmir-Torbalı and Çanakkale-Bayramiç Towns

ABSTRACT

Leek and peanut are the major crops with high economic returns in Torbalı town of İzmir and Bayramiç town of Çanakkale. Soil characteristics should be well-known to get optimum yields from leek and peanut. This study was conducted to investigate the physico-chemical characteristics, nutrient contents, heavy metal enrichment factors and pollution factors of leek and peanut-grown soils. Leek-grown soils were loamy, sandy-clay-loam and clayey-loam in texture and peanut-grown soils were sandy-loam, loamy sand and clay in texture. Leek and peanut-grown soils generally had neutral and slightly alkaline reaction, were unsaline and rich in lime. Of leek-grown soils, 92.59% had low and 7.41% had moderate organic matter contents. Of peanut-grown soils, 55.56% had quite low and 44.44% had low organic matter contents. Leek and peanut-grown soils were insufficient in N and sufficient in available P, Ca, Mg, Fe, Cu and Mn. In terms of available Zn content, 7.41% of leek-grown soils and 83.33% of peanut-grown soils had problems. Heavy metal enrichment factors were ordered as  $EF_{Cu} > EF_{Zn} > EF_{Ni} > EF_{Mn} > EF_{Pb} > EF_{Cr}$  for leek-grown soils and as  $EF_{Cu} > EF_{Ni} > EF_{Pb} > EF_{Mn} > EF_{Cr} > EF_{Zn}$  for peanut-grown soils. In both leek and peanut-grown soils, Cu pollution factor was classified as moderate and the pollution factor for the other heavy metals (Mn, Zn, Cr, Ni and Pb) were classified as low.

Keywords:  
Heavy metals  
Pollution factor  
Leek  
Peanut  
Soil properties  
Enrichment factor

© OMU ANAJAS 2021

## 1. Giriş

İnsanların yaşamlarında önemli bir role sahip olan toprak canlılarının gıda, temiz hava ve su gibi mutlak ihtiyaç duyduğu gereksinimleri karşılamakla birlikte biyoçeşitlilik havuzu olarak işlev görmekte ve atmosferdeki karbonun tutulmasında etkili olmaktadır (Keesstra ve ark., 2016). Toprakların sürdürülebilirliğini olumsuz yönde etkileyen faktörlerden birisi çeşitli kaynaklar aracılığıyla topraklara ilave olan kirleticilerdir. En önemli kirleticilerden birisi olan ağır metaller; tarım topraklarında daha az çözünebilir formlarda biriktikleri, toprak çözeltisine taşınabildikleri, yeraltı suyu ve bitki kalitesini bozabildikleri için daha çok dikkat çekmektedirler. Bitkiler insanların oral yolla beslenmesinde önemli bir kaynaktır. Tarım topraklarında ağır metallerin dikkatli bir şekilde izlenmesi, sürdürülebilir geleceği sağlamak ve korumak için önemlidir. Tarım topraklarındaki ağır metallerin konsantrasyonları ana materyalin bileşimine göre düşük olabilir. Diğer taraftan tarım topraklarındaki ağır metallerin antropojenik girdilerinin nedenleri; atık sularla sulama, tarımsal kirleticiler, ahır gübresi kullanımı ve petrokimyasal aktivitelerdir. Gübreler topraktaki besin maddelerinin sağlanmasında ve hasat için zorunlu olmasına rağmen, gübreler ile metal içeren pestisit ve fungusitlerin uzun dönem uygulanması topraklarda toksik elementlerin birikmesine neden olabilir. Gübreler; uygulama düzeyleri ve hammadde kaynağına göre ağır metalleri toprağa ilave ederler. Yoğun tarımsal kimyasalların uygulanması sonucunda topraklar Cu, Zn, Cd gibi ağır metallerce zenginleşir (Kelepertzis, 2014).

Pırasa ülkemizde kışlık sebze olarak kullanılan ve bütün bölgelerimizde üretilip tüketilen bir sebzedir. Pırasa ülkemizde kışlık sebze tüketiminin çok önemli bir bölümünü oluşturur ve beslenmede önemli bir yeri vardır (Vural ve ark., 2000). Pırasanın dünya ve Türkiye ekonomisindeki yeri nedeniyle pırasayla ilgili araştırmaların sürdürülmesi gerekmektedir. Dünyada 2017 yılında 142 509 ha alanda 1 499 769 ton pırasa ve diğer soğansız sebze üretimi gerçekleştirilmiştir. 2017 yılında dünyada pırasa ve diğer soğansız sebzelerin en fazla ekildiği ülkeler Endonezya (60 953 ha), Ruanda (15 229 ha), Türkiye (7 312 ha), Polonya (6 475 ha), Çin (5 661 ha), Belçika (4 723 ha) ve Fransa'dır (4 677 ha) (Anonim, 2019a). Türkiye' de 2018 yılında 252 958 ton pırasa üretimi gerçekleştirilmiştir. İzmir'in Torbalı ilçesindeki pırasa üretimi Türkiye' deki üretimin yaklaşık %16' sını (39 760 ton) karşılamaktadır (Anonim, 2019b).

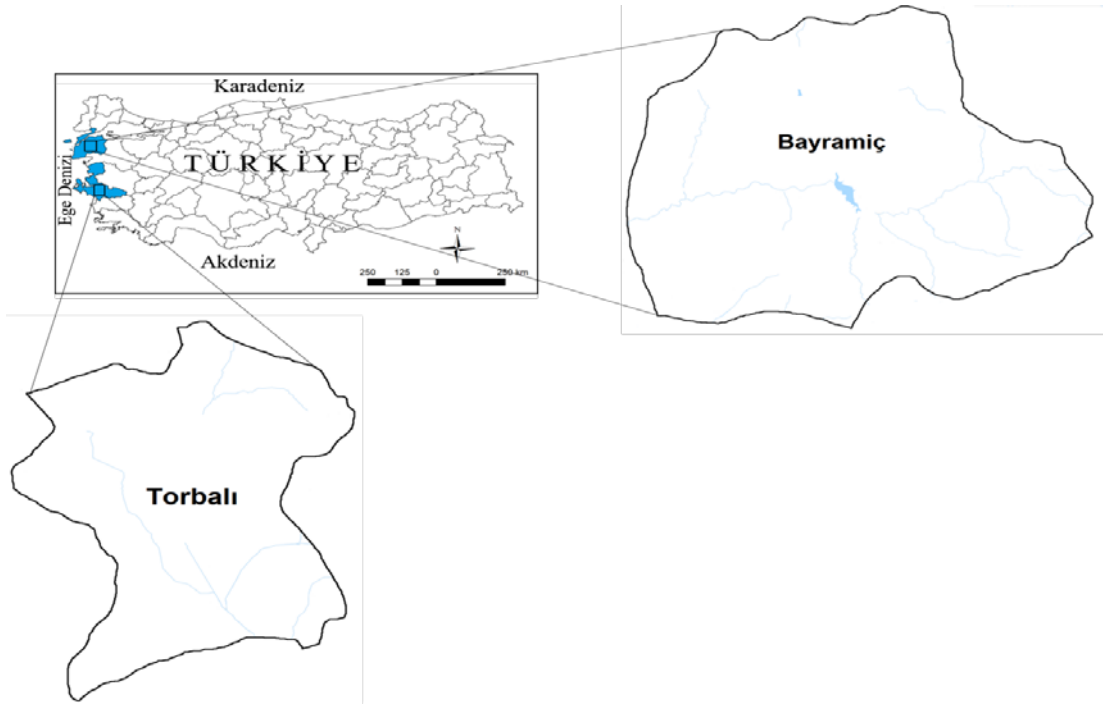
Yer fıstığı bir yağ bitkisi olmakla beraber pek çok kullanma yeri ve yan ürünü vardır. Bu nedenle sanayinin önemli hammaddesini oluşturur. Baklagil ve çapa bitkisi olması nedeniyle tarla tarımında, toprağı biyolojik ve fiziki bakımdan ıslah edici olarak önemi yüksektir. Ekonomik olarak dünya bitkisel yağ üretiminin % 90'ını 13 çeşit yağ bitkisinin karşıladığı bir ortamda, yer fıstığı soya ve kolzadan sonra önem sırasına göre 3. sırayı almaktadır. Yer fıstığı tohumlarında % 47-55 oranında yağ vardır. Bu yağ yemeklik olarak katı ve sıvı halde kullanılır. Yağı alındıktan sonra geriye kalan küspesi iyi bir hayvan yemidir. Yer fıstığı kabuklarından suni tahtalar yapıldığı gibi kabuğu kuru ot yerine kaba yem olarak da kullanılır. Yer fıstığı tohumları ribolavin, thiamin, niacin ve E vitaminlerini içerir. Tohumlarından elde edilen yağı; yemeklik olarak katı ve sıvı halde, balık konserveçiliğinde, bisküvi, pasta, şekerleme üretiminde kullanılır. ABD'de yer fıstığı ezmesi peanut butter ismiyle kahvaltılarda ekmeklerin üzerine sürülerek gıda olarak tüketilmektedir. Yer fıstığı azot bakterileri aracılığıyla diğer baklagiller gibi toprakta azot biriktirir. Tohumları kavrularak çerez olarak da tüketilmektedir. Kabuksuz tanesindeki biyolojik değeri yüksek protein miktarı % 25 civarındadır. Bu bakımdan gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ülkede hayvansal protein açığını kapatmak amacıyla iç tüketimde değerlendirilmektedir (Geçit ve ark., 2011). 2013 yılında dünyada 45.7 milyon ton yer fıstığı üretilmiştir. Dünyada Çin 16.97 milyon ton ile birinci sırada (%37) yer almaktadır. Hindistan 9.47 milyon ton (% 20), Nijerya 3 milyon ton (% 6.5), ABD 1.89 milyon ton (% 4.1) ve Sudan 1.76 milyon ton (% 3.8) yer fıstığı üretmiştir. 2013 yılı verilerine göre Türkiye' de 1.41 milyon ton üretim yapılmıştır (DOĞAKA, 2015). Türkiye' de 2018 yılında 173 835 ton kabuklu yer fıstığı üretimi yapılmıştır. 2018 yılında ise Türkiye' de yer fıstığı tarımının en fazla yapıldığı iller Adana (239 584 da), Osmaniye (130 275 da), Aydın (10 965 da), Mersin (9 824 da) ve Kahramanmaraş'tır (8 425 da). Çanakkale'nin Bayramiç ilçesindeki kabuklu yer fıstığı üretimi 59 tondur (Anonim, 2019b).

Bu araştırmanın amacı İzmir' in Torbalı ve Çanakkale' nin Bayramiç ilçesinde pırasa ve yer fıstığı tarımı yapılan toprakların verimlilik durumları ile alınabilir ve toplam ağır metal içerikleriyle beraber zenginleşme faktörü ve kirlilik faktörü gibi kirlenme indislerini belirlemektir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Çalışma alanları

Torbalı İlçesi İzmir kent merkezine 46 km uzaklıkta olan, 38° 09' kuzey paralelleri ile 27° 23' doğu meridyenleri arasında kalmaktadır (Şekil 1). Torbalı'nın doğusunda Bayındır ve Tire, batısında Menderes, kuzeyinde Buca ve Kemalpaşa ve güneyinde Selçuk ilçeleri vardır.



Şekil 1. Çalışma alanlarının konumları  
Figure 1. Location of study areas

Tektonik faaliyet sonucu oluşan graben konumundaki Torbalı ilçesi, Fetrek Çayı'nın alüvyon düz arazisi üzerinde yer alır ve düz bir ova görünümündedir. İlçenin çevresinde yüksek araziler (horst) vardır. Torbalı ovası bölgenin en genç arazi formunu oluşturur. İlçedeki arazi şekilleri, 3. jeolojik dönemden sonra bugünkü şekline kavuşmuştur. Torbalı ilçesi, yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılık ve yağışlı bir özelliğe sahip Akdeniz iklimi etkisi altındadır (Kurucu ve Küçükylmaz Christine, 2008). Torbalı ilçesindeki topraklar Toprak Taksonomisine göre Typic Xerofluvents ve Typic Haploxererts olarak sınıflandırılmıştır (Soil Survey Staff, 2014). Torbalı İlçesi verimli tarım alanları, iklimi, jeopolitik konumu, sanayileşme gibi çeşitli nedenlerle tarımsal üretim ve hayvansal üretim potansiyeli oldukça yüksektir. Ancak sanayinin gelişmesiyle tarım arazileri daralmaya başlamış ve geleneksel tarım ürünleri yetiştiriciliği ile bu ürünlerin sanayisinde artış yaşanmıştır. İlçede domates, pırasa, karnabahar, zeytin, üzüm, incir, şeftali ve mısır başlıca yetiştirilen ürünlerdir (Anonim, 2020a).

Çanakkale'nin Bayramiç İlçesi Biga yarımadasının orta bölümünü oluşturan, 38-40 kuzey enlemleri ile 26-28 doğu boylamları arasında yer alan bir ilçe olup yarı dağlık bir alan üzerine kuruludur (Şekil 1). Bayramiç'in doğusunda Çan ve Yenice, batısında Ezine, güneyinde Ayvacık ilçesi ve Balıkesir ili, kuzeyinde Çanakkale merkez ilçesi vardır. Bayramiç'i güney, doğu ve kuzeyde bir yay biçiminde kuşatan dağlık alanın ortasında eski Menderes Çayı ve vadisi yer alır (Anonim, 2020b). Kazdağı'ndan çıkan akarsuların beslediği Menderes Çayı'nın geniş taban vadisi içinde oluşturduğu Bayramiç-Ezine ovası geniş ve kalın birikinti tabakası (alüvyon) ile örtülü olup, her türlü tarıma elverişlidir. Elma, zeytin, armut, badem ve şeftali yetiştirilen başlıca bitkilerdir. İklim coğrafi bakımdan Marmara İklim bölgesine girer. Yazları sıcak ve kurak, kışları yağışlı ve Akdeniz İklimine göre soğuk geçer (Anonim, 2020c). Bayramiç ilçesindeki topraklar Toprak Taksonomisine göre Typic Ustifluvents olarak sınıflandırılmıştır (Soil Survey Staff, 2014).

## 2.2 Toprak örneklerinin alınması

Pırasa ve yer fıstığı yetiştirilen tarlalardan toprak örneklerini almak için Kasım 2019'da İzmir' in Torbalı ilçesine, Eylül 2019'da Çanakkale'nin Bayramiç ilçesine gidilmiştir. Torbalı'da en çok pırasa üretimi yapılan 3 köy (Merkez, Özbey, Çapak) seçilmiştir. Pırasa üretimi yapılan tarlaların büyüklüğü 5 da ile 30 da arasında değişmektedir. Pırasa tarlasının 3 farklı yerinden alınan toprak örnekleri birleştirilerek tek örnek haline getirilmiştir. Pırasa tarlalarının her birisinden rastgele örnekleme yöntemine göre 3 örnek alınmıştır. Her bir köyde 3 pırasa tarlası, her tarlada 3 tekerrür olmak üzere toplamda 27 örnekleme (3 köy x 3 tarla x 3 tekerrür=27) yapılmıştır (Şekil 2). Bayramiç İlçesi'nde de en çok yer fıstığı üretimi yapılan 2 köy (Pitireli, Çavuşköy) belirlenmiştir. Yer fıstığı



üretimi yapılan tarlaların büyüklüğü ise 3 da ile 10 da arasında değişmektedir. Yer fıstığı tarlasının 3 farklı yerinde alınan toprak örnekleri karıştırılarak tek örnek yapılmıştır. Yer fıstığı yetiştirilen tarlaların her birinden ise rastgele örnekleme yöntemine göre 3 örnek alınmıştır. Her bir köyde 3 yer fıstığı tarlası, her tarlada 3 tekrür olmak üzere toplamda 18 örnekleme (2 köy x 3 tarla x 3 tekrür=18) yapılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Toprak örnekleri alınan pırasa ve yer fıstığı tarlaları  
Figure 2. Leek and peanut fields that soil samples collected

Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini saptamak için toprak örnekleri 0-20 cm derinlikten Petersen ve Calvin (1996)' ın belirlediği esaslara göre plastik kürekle alınmıştır. Araziden alınmış toprak örnekleri laboratuvara getirilip kurutulmuş ve tahta tokmakla dövülüp 2 mm' lik elekten elenerek analizlere hazır hale getirilmiştir.

### 2.3 Toprak analizleri

Tane büyüklüğü dağılımı (bünye) için toprak örnekleri sodyum hekza metafosfat çözeltisiyle kimyasal dispersiyona ve toprak mikseri ile 6-10 dakika karıştırıldıktan sonra (fiziksel dispersiyon) 1130 ml'lik silindirlere aktarılmış ve hidrometre yardımıyla tane büyüklüğü dağılımı (bünye) belirlenmiştir (Gee ve Or, 2002). Toprak örneklerinde pH ve EC (elektriksel iletkenlik) ölçümleri saturasyon çamurunda yapılmıştır (Thomas,1996; Rhoades, 1996). Organik madde modifiye edilmiş Walkley Black yönteminde belirtildiği gibi toprak örneklerinin  $K_2Cr_2O_7$  ile oksidasyonu ve  $FeSO_4$  çözeltisiyle titrasyonu sonucunda belirlenmiştir (Nelson and Sommers,1996). Toprak örneklerinde kireç Scheibler kalsimetresinde açığa çıkan  $CO_2$  miktarına göre belirlenmiştir (Loeppert ve Suarez, 1996). Toplam azot (N) Kjeldahl yöntemiyle (Bremner, 1996), alınabilir P Olsen metoduna göre (Kuo, 1996), alınabilir potasyum (K) ise 1 N nötr (pH=7.0) amonyum asetat ( $CH_3COONH_4$ ) ekstraksiyonunun alev fotometresinde okunmasıyla saptanmıştır (Helmke ve Sparks, 1996). Alınabilir Ca ve Mg toprak örneklerinin 1.0 N nötr (pH: 7.0) amonyum asetat ( $CH_3COONH_4$ ) ile ekstrakte edilerek süzükteki Ca ve Mg'un ICP-OES cihazında okunmasıyla belirlenmiştir (Suarez, 1996). Toprak örneklerinin alınabilir ağır metal (Fe, Cu, Mn, Zn, Cr, Ni ve Pb) kapsamları 0.005 M dietilen triamin penta asetik asit (DTPA) + 0.01 M kalsiyum klorür ( $CaCl_2$ ) + 0.1 M trietanolamin (TEA) (pH=7.3) çözelti karışımı ile ekstrakte edilerek (Lindsay ve Norwell, 1978) ICP-OES cihazında belirlenmiştir. Toplam ağır metal (Fe, Cu, Mn, Zn, Cr, Ni ve Pb) içerikleri ise nitrik asit ve perklorik asit karışımıyla 3/1 oranında yaş yakıldıktan sonra (USEPA, 1996) ICP-OES cihazında okuma yapılarak saptanmıştır.

### 2.4. Toprak kirliliği indisleri

Zenginleşme faktörü (EF): Zenginleşme faktörü insan aktivitelerinin topraktaki ağır metal konsantrasyonuna olası etkilerini belirlemek için kullanılmaktadır (Wu ve ark., 2018). Zenginleşme faktörü (EF) aşağıdaki kullanılarak belirlenmiştir.

$$EF=(C_i/C_{ref})\text{örnek}/(C_i/C_{ref})\text{yerkabuğu} \quad \text{Eşitlik (1)}$$

Eşitlikte  $C_i$ =Toprak örneklerindeki elementin konsantrasyonu,  $C_{ref}$ =Referans elementin konsantrasyonunu göstermektedir. Al toprakta stabil ve bol miktarda olduğu için referans element olarak seçilmiştir. Zenginleşme faktörü (EF) sınıfları Çizelge 1’ de verilmiştir. Yer kabuğunda elementlerin ortalama değerleri Fe, Cu, Mn, Zn, Cr, Ni ve Pb sırasıyla 43200 mg kg<sup>-1</sup>, 25 mg kg<sup>-1</sup>, 716 mg kg<sup>-1</sup>, 65 mg kg<sup>-1</sup>, 126 mg kg<sup>-1</sup>, 56 mg kg<sup>-1</sup> ve 14.8 mg kg<sup>-1</sup>’dir (Wedepohl, 1995).

Kirlenme faktörü (CF): Kirlenme faktörü topraklarda elementlerin kirlenme derecesini belirlemek için kullanılmaktadır. CF aşağıdaki verilen eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Hakanson, 1980).

$$CF=(C_i/C_o) \quad \text{Eşitlik (2)}$$

Eşitlikte  $C_o$  metalin yerkabuğundaki ortalama konsantrasyonunu göstermektedir. Kirlilik faktörü (CF) sınıfları Çizelge 1’ de verilmiştir.

Çizelge 1. Kirlenme indisleri ve kirlilik düzeyleri

Table 1. Pollution indexes and pollution levels

	Değer	Toprak kalitesi
Zenginleşme faktörü	$E_F < 2$	Minimum zenginlikten düşük
	$2 \leq E_F < 5$	Orta zenginlikte
	$5 \leq E_F < 20$	Yeterli oranda zenginlikte
	$20 \leq E_F < 40$	Yüksek oranda zenginlikte
	$E_F \geq 40$	Aşırı derecede yüksek zenginlikte
Kirlenme faktörü	$C_F < 1$	Düşük kirlilik
	$1 \leq C_F < 3$	Orta kirlilik
	$3 \leq C_F < 6$	Önemli kirlilik
	$C_F \geq 6$	Çok yüksek kirlilik

### 3. Bulgular ve Tartışma

Pırasa ve yer fıstığı yetiştirilen toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 2’ de verilmiştir. Pırasa tarımı yapılan alandaki toprakların tekstür sınıfları tınlı (% 55.55), kumlu killi tın (% 22.22) ve killi tın (% 22.22) iken yer fıstığı tarımı yapılan alanlardaki toprakların tekstür sınıfları kumlu tın (% 50.00), tınlı kum (% 33.33) ve kil (% 16.67) olarak saptanmıştır. Toprak istekleri bakımından seçici davranmayan bitki olan pırasa, tınlı ve killi topraklarda daha iyi gelişir. Organik maddece zengin topraklardan hoşlanır. En uygun toprak pH’sı 6-6.5 arasındadır (Zengin ve Özbahçe, 2011). Pırasa yetiştirilen topraklarda pH 7.52, EC 1.21 dS m<sup>-1</sup> iken yer fıstığı yetiştirilen topraklarda pH 7.21, EC 0.65 dS m<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır. Aka Sağlıker ve Elmasoğlu (2020) Osmaniye’de yer fıstığı yetiştirilen toprakların killi tın bünyeli, hafif alkalın reaksiyonlu ve tuzsuz olduğunu belirtmişlerdir. Pırasa yetiştirilen toprakların % 66.67’si kireçli, % 33.33’ü orta iken, yer fıstığı yetiştirilen toprakların % 33.33’ü az kireçli, % 66.67’si kireçli olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Pırasa yetiştirilen toprakların organik madde kapsamları % 92.59’unda az, % 7.41’inde orta düzeyde iken yer fıstığı topraklarının organik madde kapsamının % 55.56’sının çok az ve % 44.44’ünün az olduğu saptanmıştır. Topraklarda organik madde miktarını artırmak için pırasa ve yer fıstığı yetiştirilen alanlara yanmış ahır gübresi, kompost vb. verilmeli, hasat artıkları toprak yüzeyinde bırakılmalıdır. Hem pırasa hem de yer fıstığı yetiştirilen toprakların tamamının toplam N kapsamı yönünden az olduğu belirlenmiştir. Bu durumda mineralizasyon miktarının düşük olduğu söylenebilir. Pırasa ve yer fıstığı tarlalarının toprakları alınabilir P içeriği bakımından incelendiğinde sırasıyla % 11.11’inin yeterli ve % 88.89’unun

fazla; % 83.33'ünün yeterli ve % 16.67'sinin fazla olduğu saptanmıştır. Pırasa yetiştirilen toprakların ortalama alınabilir K içeriği 207 mg kg<sup>-1</sup> iken, yer fıstığı yetiştirilen topraklarda bu değer 165.40 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Alınabilir Ca içeriği bakımından pırasa yetiştirilen toprakların % 51.85' inin yeterli, % 48.15'inin fazla; yer fıstığı yetiştirilen toprakların ise tamamı fazla sınıfta olduğu saptanmıştır. Pırasa yetiştirilen toprakların alınabilir Mg bakımından % 44.44' ü yeterli, % 55.56'sı fazla; yer fıstığı toprakları ise % 66.67'si yeterli, % 33.33' ü fazla sınıf içerisinde belirlenmiştir.

Çizelge 2. Pırasa ve yer fıstığı tarlalarındaki toprakların fizikokimyasal özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri

Table 2. Descriptive statistics for physico-chemical characteristics of leek and peanut-grown soils

	Pırasa tarlası (n=27)			Yer fıstığı tarlası (n=18)		
	Ortalama± standart sapma	En az	En fazla	Ortalama± standart sapma	En az	En fazla
% Kil	24.82±2.72	20.56	29.82	17.37±14.13	9.08	47.89
% Silt	30.31±4.19	23.26	39.34	19.87±8.66	6.06	31.90
% İnce kum	32.46±4.32	24.38	40.53	62.78±21.21	11.22	60.86
% Kaba kum	12.41±2.84	8.22	19.03	44.30±15.58	5.81	27.98
pH	7.52±0.30	6.89	8.00	7.21±0.52	6.21	7.79
EC(dS m <sup>-1</sup> )	1.21±0.57	0.51	2.52	0.65±0.30	0.21	1.24
% Kireç	5.17±2.31	1.20	13.90	1.89±1.41	0.10	5.00
% Org.madde	1.54±0.37	1.00	2.39	1.15±0.39	0.70	1.90
Toplam N (%)	0.08±0.02	0.05	0.12	0.07±0.02	0.04	0.10
Alınabilir P (mg kg <sup>-1</sup> )	49.38±16.39	15.01	75.97	21.72±5.31	12.75	36.32
Alınabilir K (mg kg <sup>-1</sup> )	207.00±83.90	59.76	484.60	165.40±143.70	59.72	504.48
Alınabilir Ca (mg kg <sup>-1</sup> )	3644.70±713.62	2430.00	4563.00	4214.88±289.84	3712.00	4581.00
Alınabilir Mg (mg kg <sup>-1</sup> )	507.85±127.00	269.00	894.00	413.05±125.71	190.00	586.00

Pırasa tarlasındaki toprakların alınabilir Fe, Cu, Mn, Zn, Cr, Ni ve Pb içerikleri sırasıyla 13.71 mg kg<sup>-1</sup>, 2.17 mg kg<sup>-1</sup>, 12.82 mg kg<sup>-1</sup>, 2.67 mg kg<sup>-1</sup>, 0.02 mg kg<sup>-1</sup>, 0.87 mg kg<sup>-1</sup> ve 1.35 mg kg<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır (Çizelge 4). Mordoğan ve ark., (2019) İzmir-Torbalı'daki pırasa yetiştirilen 30 tarladan almış oldukları yüzey topraklarında (0-30 cm) alınabilir Fe, Cu, Mn ve Zn içeriklerini sırasıyla 10.21 mg kg<sup>-1</sup>, 2.95 mg kg<sup>-1</sup>, 10.58 mg kg<sup>-1</sup> ve 0.91 mg kg<sup>-1</sup> olarak rapor etmişlerdir. Torbalı ilçesindeki pırasa tarlasının toprakların toplam Fe, Cu, Mn, Zn, Cr, Ni ve Pb içerikleri ise sırasıyla 14 311.33 mg kg<sup>-1</sup>, 29.15 mg kg<sup>-1</sup>, 398.58 mg kg<sup>-1</sup>, 61.84 mg kg<sup>-1</sup>, 48 mg kg<sup>-1</sup>, 47.61 mg kg<sup>-1</sup> ve 6.96 mg kg<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır. Yer fıstığı tarlasındaki toprakların alınabilir Fe, Cu, Mn, Zn, Cr, Ni ve Pb içerikleri sırasıyla 11.07 mg kg<sup>-1</sup>, 1.66 mg kg<sup>-1</sup>, 14.83 mg kg<sup>-1</sup>, 0.73 mg kg<sup>-1</sup>, 0.03 mg kg<sup>-1</sup>, 1.24 mg kg<sup>-1</sup> ve 1.10 mg kg<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır. Hem pırasa hem de yer fıstığı yetiştirilen topraklarda Zn noksanlığı olan tarlalara Zn katkılı gübreler verilmelidir. Yer fıstığı yetiştirilen toprakların toplam Fe, Cu, Mn, Zn, Cr, Ni ve Pb içerikleri ise sırasıyla 12 069.33 mg kg<sup>-1</sup>, 31.24 mg kg<sup>-1</sup>, 422.52 mg kg<sup>-1</sup>, 34.74 mg kg<sup>-1</sup>, 66.97 mg kg<sup>-1</sup>, 50.73 mg kg<sup>-1</sup> ve 10.12 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Demir içerikleri yönünden topraklar arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Topraklarda toplam demir genelde yüksek olmasına karşın bitkiye yararlı Fe miktarı azdır. Ana materyalin özelliğine bağlı olarak toplam demir miktarının topraklarda < % 1 ile > % 20 arasında değiştiği ve ortalama miktarın ise % 3.8 olduğu rapor edilmiştir (Kacar, 2019).

Toplam bakır miktarları toprakları oluşturan ana materyale, oluşum koşullarına ve işlemlere göre değişmektedir. Toplam bakır topraklarda genellikle 2 ile 200 mg Cu kg<sup>-1</sup> arasında değişmektedir (Kacar, 2019). Topraklarda

mangan miktarının 20 ile 3000 mg Mn kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği ortalama miktarının 600 mg Mn kg<sup>-1</sup> olduğu rapor edilmiştir (Kacar, 2019). Toprakların çinko içerikleri genelde: (a) Toprak tipine, (b) Uygulanan tarım tekniğine, (c) Çevrenin iklimine, (d) Bitki çeşidine ve (e) Toprakta kalıncı ürün miktarına bağılı olarak değişmektedir. Kirlenmemiş tarım topraklarında çinko miktarının 17 ile 160 mg Zn kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği rapor edilmiştir. Tipik tarım topraklarında çinko miktarı, 10 ile 300 mg Zn kg<sup>-1</sup> arasında değişmekte olup ortalama miktar 50 mg Zn kg<sup>-1</sup>'dir (Kacar, 2019).

Çizelge 3. Pırasa (n=27) ve yer fıstığı yetiştirilen toprakların (n=18) kimyasal özellikleri ile bazı bitki besin elementi içeriklerinin dağılımı ve sınıflandırılması

Table 3. Distribution and classification of chemical characteristics and nutrient contents of leek (n=27) and peanut (n=18) grown soils

Özellik	Sınır Değerleri	Tanımlama	Pırasa toprakları (%)	Yer fıstığı toprakları (%)
Toprak reaksiyonu (Anonim, 1988)	< 4.5	Kuvvetli asit	–	–
	4.5 – 5.5	Orta asit	–	–
	5.5 – 6.5	Hafif asit	–	16.67
	6.5 – 7.5	Nötr	44.44	38.89
	7.5 – 8.5	Hafif alkali	55.56	44.44
	> 8.5	Kuvvetli alkali	–	–
Elektriksel iletkenlik (EC, dS m <sup>-1</sup> ) (Richards, 1954)	< 2	Tuzsuz	100.00	100.00
	2 – 4	Hafif tuzlu	–	–
	4 – 8	Orta tuzlu	–	–
	8 – 15	Çok tuzlu	–	–
CaCO <sub>3</sub> (g kg <sup>-1</sup> ) (Anonim, 1988)	< 10	Az kireçli	–	33.33
	10 – 50	Kireçli	66.67	66.67
	50 – 150	Orta	33.33	–
	150 – 250	Fazla	–	–
	> 250	Çok fazla	–	–
Organik madde (g kg <sup>-1</sup> ) (Anonim, 1988)	< 10	Çok az	–	55.56
	10 – 20	Az	92.59	44.44
	20 – 30	Orta	7.41	–
	30 – 40	İyi	–	–
	> 40	Yüksek	–	–
Toplam N (g kg <sup>-1</sup> ) (FAO, 1990)	< 0.45	Çok az	–	–
	0.45 – 0.90	Az	100.00	100.00
	0.90 – 1.70	Yeterli	–	–
	1.70 – 3.20	Fazla	–	–
	> 3.20	Çok fazla	–	–
Alınabilir P (mg kg <sup>-1</sup> ) (FAO, 1990)	< 2.5	Çok az	–	–
	2.5 – 8.0	Az	–	–
	8 – 25	Yeterli	11.11	83.33
	25 – 80	Fazla	88.89	16.67

	< 50	Çok az	–	–
	50 – 110	Az	–	50.00
Alınabilir K (mg kg <sup>-1</sup> ) (FAO, 1990)	110 – 290	Yeterli	11.11	–
	290 – 1000	Fazla	85.19	33.33
	> 1000	Çok fazla	3.70	16.67
Alınabilir Ca (mg kg <sup>-1</sup> ) (FAO, 2008)	< 238	Çok az	–	–
	238– 1150	Az	–	–
	1150– 3500	Yeterli	51.85	–
	3500– 10000	Fazla	48.15	100.00
	> 10000	Çok fazla	–	–
Alınabilir Mg (mg kg <sup>-1</sup> ) (FAO, 2008)	< 50	Çok az	–	–
	50-160	Az	–	–
	160-480	Yeterli	44.44	66.67
	480-1500	Fazla	55.56	33.33
	> 1000	Çok fazla	–	–
Alınabilir Fe (mg kg <sup>-1</sup> ) (FAO, 2008)	< 2	Çok az	–	–
	2-4	Az	–	–
	4-6	Yeterli	3.70	–
	6-10	Fazla	33.33	72.22
	>10	Çok fazla	62.97	27.78
Alınabilir Cu (mg kg <sup>-1</sup> ) (FAO, 2008)	< 0.1	Çok az	–	–
	0.1-0.3	Az	–	–
	0.3-0.8	Yeterli	–	–
	0.8-3.0	Fazla	88.89	94.44
	>3.0	Çok fazla	11.11	5.56
Alınabilir Mn (mg kg <sup>-1</sup> ) (FAO, 2008)	< 0.5	Çok az	–	–
	0.5-1.2	Az	–	–
	1.2-3.5	Yeterli	–	–
	3.5-6.0	Fazla	–	–
	>6.0	Çok fazla	100.00	100.00
Alınabilir Zn (mg kg <sup>-1</sup> ) (FAO, 2008)	< 0.5	Çok az	–	22.22
	0.5-1.0	Az	7.41	61.11
	1.0-3.0	Yeterli	55.56	16.67
	3.0-5.0	Fazla	37.03	–
	>5.0	Çok fazla	–	–

Dünyadaki yüzey topraklarında ortalama krom içeriği 54 mg kg<sup>-1</sup>'dir. Topraktaki krom ana materyalden kaynaklanabileceği gibi çeşitli endüstriyel atıklardan (elektro kaplama çamurlama, krom pigment ve tabakhane atıkları, deri imalat atıkları) ile atık çamurdan da kaynaklanmaktadır (Kabata-Pendias ve Pendias, 2011).

Topraklarda nikel, ana materyalin kapsamına bağlı olarak değişmektedir. Yüzeysel topraklarında nikel konsantrasyonu, toprak oluşum süreci ve kirlenme durumunu göstermektedir. Dünyadaki topraklarda nikel içeriği 0.2 ile 450 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmektedir (Kabata-Pendias ve Pendias, 2011). Toprakların kurşun içeriği ana materyalden kaynaklanmaktadır. Topraklar 10 ile 67 mg kg<sup>-1</sup> ortalama olarak 32 mg kg<sup>-1</sup> kurşun içermektedirler. Kurşun aynı zamanda antropojenik etkilerden de (motorlu araçlarda kullanılan benzin, katı ve sıvı yakıtların yakılması, pirinç imalathaneleri, kurşun elde etme fırınları) kaynaklanmaktadır (Kabata-Pendias ve Pendias, 2011).

Pırasa tarımı yapılan topraklarda Cu, Zn ve Ni'in zenginleşme faktörü 2'den büyük; Mn, Cr ve Pb'nin zenginleşme faktörü 2'den küçük bulunmuştur.

Çizelge 4. Pırasa ve yer fıstığı tarlalarındaki toprakların alınabilir ve toplam ağır metal içerikleri (mg kg<sup>-1</sup>)

Table 4. Available and total heavy metal content of soils (mg kg<sup>-1</sup>) in leek and peanut fields

	Pırasa tarlası (n=27)			Yer fıstığı tarlası (n=18)		
	Ortalama± standart sapma	En az	En fazla	Ortalama± standart sapma	En az	En fazla
Alınabilir Fe	13.71±7.52	5.92	36.38	11.07±4.94	7.66	22.44
Alınabilir Cu	2.17±0.59	1.41	3.75	1.66±0.55	0.99	3.04
Alınabilir Mn	12.82±4.52	9.68	29.82	14.83±6.96	6.80	30.72
Alınabilir Zn	2.67±0.92	0.71	4.61	0.73±0.31	0.38	1.56
Alınabilir Cr	0.02±0.01	0.01	0.03	0.03±0.005	0.02	0.03
Alınabilir Ni	0.87±0.33	0.43	1.68	1.24±0.92	0.35	2.94
Alınabilir Pb	1.35±0.68	0.50	2.62	1.10±0.43	0.48	1.83
Toplam Fe	14311.33±1756.88	9151.00	17350.00	12069.33±4875.15	3776.50	17950.00
Toplam Cu	29.15±4.66	16.36	37.07	31.24±10.98	12.62	45.14
Toplam Mn	398.58±59.97	290.10	620.75	422.52±158.96	104.31	614.75
Toplam Zn	61.84±17.32	22.83	108.10	34.74±19.37	2.44	59.06
Toplam Cr	48.00±17.18	26.56	112.98	66.97±59.85	7.78	228.67
Toplam Ni	47.61±11.91	23.28	74.04	50.73±45.66	3.49	171.42
Toplam Pb	6.96±4.34	1.76	18.12	10.12±7.82	0.77	21.26

Yer fıstığı tarımı yapılan topraklarda ise Cu ve Ni'nin zenginleşme faktörü 2'nin üzerinde diğer ağır metallerin (Mn, Zn, Cr ve Pb) zenginleşme faktörü 2'den küçük saptanmıştır (Çizelge 5). Bakırın zenginleşme faktörünün orta zenginlikte olmasının nedeni toprağa bakterisit, algisit, fungusit ve gübrelerin tarımsal aktiviteler nedeniyle fazla miktarda ilave edilmesidir (Parlak ve ark., 2019; Shabbir ve ark., 2020). Yapılan başka bir çalışmada kereviz yetiştirilen tarlalardaki topraklarda Cu'nun zenginleşme faktörü 2.06 olarak bulunmuştur (Parlak ve ark., 2020).

Cu'nun kirlilik faktörü pırasa ve yer fıstığı yetiştirilen topraklarda 1'den büyük diğer ağır metallere (Mn, Zn, Cr, Ni ve Pb) ise 1'den küçük bulunmuştur (Çizelge 5).

Torbalı ve Bayramiç İlçelerindeki toprakların Fe içerikleri Sinop İli, Argolida Havzası, Zhejiang İli ve Dünya topraklarından düşük saptanmışken, Cu kapsamı Bafra Ovası, Zhejiang İli ve Dünya topraklarından yüksek; Geyve İlçesi, Sinop İli, Anonim (2005) ve Argolida Havzası topraklarından düşük olarak belirlenmiştir (Çizelge 6). Her iki ilçedeki toprakların Mn içerikleri Geyve İlçesi, Argolida Havzası, Zhejiang İli ve Dünya topraklarından düşük olarak belirlenmiştir. Torbalı İlçesindeki toprakların Zn kapsamı Geyve İlçesi, Sinop İli, Argolida Havzası, Anonim (2005), Zhejiang İli ve Dünya topraklarından düşük, Bafra Ovası topraklarından yüksek olduğu saptanmıştır. Bayramiç ilçesi'ndeki toprakların Zn içeriği diğer alanlardaki tarım topraklarından (Geyve İlçesi, Sinop ili, Bafra Ovası, Anonim(2005), Argolida Havzası, Zhejiang İli ve Dünya toprakları) düşük bulunmuştur. Torbalı İlçesi'ndeki toprakların Zn kapsamı Geyve ilçesi, Sinop ili, Anonim (2005), Zhejiang İli ve Dünya topraklarında düşük; Bafra Ovası topraklarında ise yüksek saptanmıştır. Bayramiç İlçesi'ndeki toprakların Zn içeriği diğer alanlardaki tarım topraklarından (Geyve İlçesi, Sinop ili, Bafra Ovası, Anonim (2005), Argolida Havzası, Zhejiang İli ve Dünya toprakları) düşük saptanmıştır. Torbalı İlçesi'ndeki toprakların Cr içeriği Geyve İlçesi, Sinop ili, Anonim (2005), Argolida Havzası ve dünya topraklarından düşük iken Bayramiç İlçesi'ndeki toprakların Cr



içeriği Geyve İlçesi, Zhejiang İli ve Dünya topraklarından yüksek; Sinop ili, Anonim (2005) ve Argolida Havzası topraklarından düşük bulunmuştur. Torbalı ve Bayramiç İlçesi'ndeki tarım topraklarının Ni içerikleri Geyve İlçesi, Sinop İli, Bafra Ovası, Anonim (2005) ve Argolida Havzası topraklarından düşük; Zhejiang İli ve Dünya topraklarından yüksek belirlenmiştir. Her iki çalışma alanındaki toprakların Pb içerikleri diğerlerinden (Geyve İlçesi, Sinop ili, Bafra Ovası, Anonim (2005), Argolida Havzası, Zhejiang İli ve Dünya toprakları) düşük olarak belirlenmiştir.

Çizelge 5. Pırasa ve yer fıstığı tarlalarındaki topraklarda ağır metallerin zenginleşme ve kirlilik faktörleri

Table 5. Heavy metal enrichment and pollution factors of soils in leek and peanut fields

	Pırasa toprakları			Yer fıstığı toprakları		
	Ortalama±standart sapma	En az	En fazla	Ortalama±standart sapma	En az	En fazla
EF <sub>Cu</sub>	3.05±0.53	1.70	4.34	3.35±1.24	1.25	5.47
EF <sub>Mn</sub>	1.46±0.26	1.05	2.40	1.59±0.61	0.36	2.35
EF <sub>Zn</sub>	2.49±0.69	0.91	4.07	1.44±0.81	0.10	2.56
EF <sub>Cr</sub>	1.00±0.41	0.55	2.66	1.45±1.05	0.15	6.17
EF <sub>Ni</sub>	2.23±0.62	1.08	3.92	2.49±1.47	0.15	10.41
EF <sub>Pb</sub>	1.22±0.74	0.31	2.99	1.83±1.43	0.14	3.97
CF <sub>Cu</sub>	1.16±0.19	0.65	1.48	1.24±0.44	0.50	1.81
CF <sub>Mn</sub>	0.55±0.08	0.40	0.87	0.59±0.22	0.15	0.86
CF <sub>Zn</sub>	0.95±0.27	0.35	1.66	0.54±0.29	0.04	0.91
CF <sub>Cr</sub>	0.38±0.14	0.21	0.90	0.53±0.47	0.06	1.81
CF <sub>Ni</sub>	0.85±0.21	0.42	1.32	0.91±0.81	0.06	3.06
CF <sub>Pb</sub>	0.47±0.29	0.12	1.22	0.68±0.53	0.05	1.44

Çizelge 6. Dünyada farklı alanlardaki tarım topraklarının ortalama ağır metal konsantrasyonları(mg kg<sup>-1</sup>)

Table 6. Average heavy metal concentrations (mg kg<sup>-1</sup>) of agricultural soils in different areas of the world

		Fe	Cu	Mn	Zn	Cr	Ni	Pb	Kaynak
Torbalı (İzmir)	Ortalama	14 311.33	29.15	398.58	61.84	48	47.61	6.96	Bu araştırma
	En az	9151	16.36	290.10	22.83	26.56	23.28	1.76	
	En fazla	17350	37.07	620.75	108.10	112.98	74.04	18,12	
Bayramiç (Çanakkale)	Ortalama	12 069.33	31.24	422.52	34.74	66.97	50.73	10.12	Bu araştırma
	En az	3776.50	12.62	104.31	2.44	7.78	3.49	0.77	
	En fazla	17 950	45.14	614.75	59.06	228.67	171.42	21.26	
Geyve (Sakarya)		-	54.95	610.27	71.05	56.48	56.25	15.69	Parlak ve ark., 2020
Sinop İli		39 848.57	43.19	-	65.10	194.73	85.02	17.01	Baltaş ve ark., 2020
Bafra Ovası (Samsun)		-	28.77	-	56.17	-	81.94	21.99	Kızılkaya ve ark., 2011

Anonim, 2005	-	140	-	300	100	75	300	Anonim, 2005
Argolida (Yunanistan)	26 500	74.68	1020.50	74.88	83.12	146.80	19.74	Kelepertzis, 2014
Zhejiang (Çin)	29 900	23.21	709.23	83.75	61.86	22.81	33.03	Jiang ve ark., 2015
Dünya Toprakları	40 000	19.80	437	64	54	22	28.60	Kabata-Pendias ve Pendias, 2011

### 3. Sonuç

Bu çalışmada İzmir-Torbalı ve Çanakkale-Bayramiç ilçelerinde pırasa ve yer fıstığı tarımı yapılan toprakların verimlilik durumları ile ağır metal içerikleri araştırılmıştır. Pırasa ve yer fıstığı yetiştirilen alanlardaki toprakların çoğunda organik madde, tamamında toplam N bakımından sorunlar saptanmıştır. Hem pırasa hem de yer fıstığı tarımı yapılan toprakların tamamı alınabilir Fe, Cu, Mn konsantrasyonları noksanlık göstermezken alınabilir Zn bakımından pırasa yetiştirilen toprakların % 7.41'i az, yer fıstığı yetiştirilen toprakların % 22.22'si çok az, % 61.11' i ise az sınıfında belirlenmiştir. Her iki alandaki topraklara düzenli olarak yeşil gübreleme, yanmış ahır gübresi, kompost vb. uygulamalar ile organik madde miktarını artıracak uygulamalar yapılmalıdır. Araştırılan alanlardaki kirlenmenin yoğunluğu zenginleşme faktörü ve kirlenme faktörü kullanılarak belirlenmiştir. Pırasa yetiştirilen alanda Cu, Zn ve Ni'in zenginleşme faktörü orta zenginlikte; yer fıstığı yetiştirilen alanda ise Cu ve Ni'in zenginleşme faktörü orta zenginlikte saptanmıştır. Her iki alanda araştırılan ağır metaller içerisinde en yüksek kirlilik faktörü Cu için saptanmıştır.

### Teşekkür

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: FHD-2019-3068.

### Kaynaklar

- Aka Sağlıkler, H., Elmasoğlu, C., 2020. Osmaniye yer fıstığı ve topraklarının bazı ekolojik özelliklerinin ilçeler arasında karşılaştırmalı olarak incelenmesi. *Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi* 5(4):460-465.
- Anonim, 1988. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi (3. baskı). T.C. Tarım Orman Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak Ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 151, Teknik Yayınlar No: t-59, Ankara, 182 sy.
- Anonim, 2005. Toprak kirliliğinin kontrolü yönetmeliği. 31 Mayıs 2005 Tarih ve 25831 Sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- Anonim, 2019a. FAOSTAT. Food and Agriculture Data. <http://www.fao.org/faostat/en> (Alınma Tarihi: 30.03.2019).
- Anonim, 2019b. Tarım verileri. <http://www.tuik.gov.tr/> (Alınma Tarihi:30.03. 2019).
- Anonim, 2020a. <http://www.torbalı.gov.tr/> (Alınma Tarihi:12.09.2020).
- Anonim, 2020b. <http://www.bayramic.bel.tr/> (Alınma Tarihi:12.09. 2020).
- Anonim, 2020c. <http://www.bayramic.gov.tr/> (Alınma Tarihi:12.09.2020).
- Baltas, H., Sirin, M., Gökbayrak, E., Ozelik, A. E., 2020. A case study on pollution and a human health risk assessment of heavy metals in agricultural soils around Sinop province, Turkey. *Chemosphere* 241: doi: 10.1016/j.chemosphere.2019.125015.
- Bremner, J. M., 1996. Nitrogen - total. In: Sparks, D.L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods*. 1085-1122. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA
- DOĞAKA, 2015. TR 63 Bölgesi Yer fıstığı Sektör Raporu. T.C. Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı. Hatay. 25 sy.
- FAO, 1990. Micronutrients Assessment at the Country Level. An international study (Ed. M. Sillanpaa) FAO Soil Bulletin 63. Published by FAO. Roma, Italy. 128 pp.
- FAO, 2008. Guide to Laboratory Establishment for Plant Nutrient Analysis. FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin 19 (Eds. M.R. Motsara, R.N. Roy), Rome. ISBN 978-92-5-10598.
- Geçit, H. H., Çiftçi, C.Y., Emeklier, C.Y., İkincikarakaya, S., Adak, M.S., Kolsarıcı, Ö., Ekiz, H., Altınok, S., Sancak, C., Sevimay, C.S., Kendir, H., 2011. Tarla Bitkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Yayın no: 1588, Ders Kitabı: 540. Ankara.
- Gee, G.W., Or, D., 2002. Particle-size analysis. pages 255-293. in J.H. Dane, G.C. Topp, eds. *Methods of Soil Analysis. Part 4, Physical Methods*. SSSA Book Series 5. Madison, Wisconsin.
- Hakanson, L., 1980. An ecological risk index for aquatic pollution control, a sedimentological approach. *Water Research* 14: 975-1001.

- Helmke, P.A., Sparks, D.L., 1996. Lithium, sodium, potassium, rubidium, and calcium. Pages 551-574. in D.L. Sparks, ed. *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods.* American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Jiang, C., Jun, Z., Gao, L., 2015. Sources and ecological risk assessment of heavy metal(loid)s in agricultural soils of Huzhou, China. *Soil and Sediment Contamination: An international journal* 24: 437-453.
- Kabata Pendias, A., Pendias, H., 2011. *Trace Elements in Soils and Plants.* Third edition. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Kacar, B., 2019. *Sürdürülebilir Tarımda Mikro Besin Maddeleri.* Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara. 736 sy.
- Keesstra, S.D., Bouma, J., Wallinga, J., Tittonell, P., Smith, P., Cerda, A., Montanarella, L., Quinton, J.N., Pachepsky, Y., van der Puten, W.H., Bardgett, R.D., Moolenaar, S., Mol, G., Jansen, B., Fresco, L.O., 2016. The significance of soils and soil science towards the realization of the United Nations sustainable development goals. *Soil* 2: 111-128.
- Kelepertzis, E., 2014. Accumulation of heavy metals in agricultural soils of Mediterranean: Insights from Argolida Basin, Peloponnese, Greece. *Geoderma* 221-222: 82-90.
- Kızılkaya, R., Dengiz, O., Özyazıcı, M.A., Aşkın, T., Mikayilov, F., Shein, E., 2011. Spatial distribution of heavy metals status in Bafra Plain soils. *Eurasian Soil Science* 44(12): 1343-1351.
- Kuo, S., 1996. Phosphorus. pages 869-920. in D.L. Sparks, ed. *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods.* American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Kurucu, Y., Küçükylmaz Christine, N., 2008. Monitoring the impacts of urbanization and industrialization on the agricultural land and environment of the Torbalı, İzmir region, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment* 36: 289-297. doi 10.1007/s10661-007-9684-4.
- Lindsay, W.L., Norvell, W.A., 1978. Development of a DTPA soil test for Zn, Fe, Mn and Cu. *Soil Science of America journal* 42 (3): 421-428.
- Loeppert, R.H., Suarez, D.L., 1996. Carbonate and gypsum. Pages 437-474.. in D.L. Sparks, ed. *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods.* American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Mordoğan, N., Erdoğan Bayram, S., Çakıcı, H., Duman, İ., 2019. Brokoli ve pırasada kükürt içeriği ve kükürtlü aminoasit miktarları arasındaki ilişkiler. *Harran Tarım Gıda Bil. Derg.* 23(3): 263-276.
- Nelson, R.E., Sommers, L.E., 1996. Total carbon, organic carbon and organic matter. Pages 961-1010. in D.L. Sparks, ed. *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods.* American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Parlak, M., Everest, T., Tunçay, T., 2019. Rulo çim alanlarındaki toprakların ve çim bitkisinin bazı ağır metal (Cu, Zn, Cr, Ni, Pb) içerikleri: Pilot çalışmaları: Edirne, Balıkesir ve Çanakkale. *ÇOMÜ Ziraat Fak. Derg.* 7(2): 323-334.
- Parlak, M., Çıkkılı, Y., Çiçek, G., 2020. Kereviz tarlalarının verimlilik durumları ile ağır metal kapsamlarının toprak ve yaprak analizleriyle belirlenmesi: Sakarya-Geyve Örneği. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi* 8 (1): 173-185.
- Petersen, R.G., Calvin, L.D., 1996. Sampling. Pages 1-17. in D.L. Sparks, ed. *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods.* American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Rhoades, J.D., 1996. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. Pages 417-436. in D.L. Sparks, ed. *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods.* American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Richards, L.A., 1954. *Diagnosis and Improvement Saline and Alkaline Soils.* U.S. Dep. Agr. Handbook No: 60. 160 pp.
- SAS Institute Inc, 2018. *SAS/enterprise guide version 9.4.*
- Shabbir, Z., Sardar, A., Shabbir, A., Abbas, G., Shamshad, S., Sana Khalid, N., Murtaza, G., Dumat, C., Shahid, M., 2020. Copper uptake, essentially, toxicity, detoxification and risk assessment in soil-plant environment. *Chemosphere* 259, doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127436.
- Soil Survey Staff, 2014. *Keys to 12th Ed. USDA-Natural Resources Conservation Service.* Washington DC. 372 pp.
- Thomas, G.W., 1996. Soil pH and soil acidity. Pages 475-490. in D.L. Sparks, ed. *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods.* American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- USEPA (United States Environmental Protection Agency), 1996. *Method 3050B: Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils.* (revision 2).
- Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ., 2000. *Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme).* Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir. 440 sy.
- Wedepohl, K.H., 1995. The composition of the continental crust. *Geochimica et cosmochimica Acta* 59(7): 1217-1232.
- Wu J, Lu J, Li L, Min X, Luo, Y., 2018. Pollution, ecological-health risks, and sources of heavy metals in soil of the Northeastern Qinghai-Tibet Plateau. *Chemosphere* 201: 234-242.
- Zengin, M., Özbahçe, A., 2011. *Bitkilerin İklim ve Toprak İstekleri.* Atlas Akademi Yayın No: 4, Konya, 167 sy.



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/omuanajas.828364

## Toprağın zamana bağlı olmayan bir boyutlu ısı iletkenliğinin incelenmesi

İmanverdi EKBERLİ<sup>a,\*</sup>, Coşkun GÜLSER<sup>a</sup>, Orhan DENGİZ<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilim ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: İmanverdi EKBERLİ/iman@omu.edu.tr

Geliş/Received 19/11/2020

Kabul/Accepted 28/04/2021

### ÖZET

Toprakların bazı ısasal özelliklerine bağlı olarak zamana bağlı olmayan sıcaklık alanının belirlenmesi, toprak verimliliğinin iyileştirilmesi ve korunmasında, bitki gelişimi için optimum koşulların oluşturulmasında gereklidir. Bu çalışmada İnseptisol ve Entisol toprakların bazı ısasal özelliklerini göz önüne alarak, zamana bağlı olmayan ısı iletkenliği denkleminin analitik çözümünün sıcaklık değişiminin tahmininde uygulanabilirliği incelenmiştir. Çözümün açıklanmasında herhangi toprak katmanı yüzeyinde ısı akışı ve ortalama toprak sıcaklığını içeren sınır koşulları kullanılmıştır. Analitik çözüme göre hesaplanan toprak sıcaklıkları ile ölçülen sıcaklıklar arasındaki HKOK, NHKOK, DI ve d istatistiksel göstergeler İnseptisol toprakta sırasıyla 1.339, 0.077, 0.576, 0.023; Entisol toprakta ise 0.654, 0.034, 0.067, 0.005 olarak saptanmıştır. İstatistiksel göstergelerin güvenilirlik sınırları dahilindeki değişimi, çözümün uygulanabilirliğinin mümkün olduğunu göstermektedir.

### Anahtar Sözcükler:

Toprak sıcaklığı  
Toprağın ısasal özellikleri  
Sabit ısı iletkenliği denklemi  
Matematiksel modelleme

### Investigation of the time-independent one-dimensional thermal conductivity of the soil

### ABSTRACT

Depending on some thermal properties of soils, determining the time-independent temperature range is necessary for improving and preserving soil fertility, and creating optimum conditions for plant growth. Heat at the surface of any soil layer for explaining the solution was used from boundary conditions including flow and mean soil temperature. The statistical indicators of RMSE, NRMSE, DI and d between the measured soil temperatures according to the analytical solution were 1.339, 0.077, 0.576, 0.023 in Inseptisol soil, respectively; in Entisol soil was determined as 0.654, 0.034, 0.067, 0.005. The change of statistical indicators within the limits of reliability shows the feasibility of the solution.

### Keywords:

Soil temperature  
Thermal properties of soil  
Constant thermal conductivity equation  
Mathematical modeling

© OMU ANAJAS 2021

## 1. Giriş

Toprak ekosisteminde zamana bağlı veya sürekli (zamana bağlı olmayan) ısı iletkenliği ısı rejimini oluşturmada, dolayısıyla toprak süreçlerine ve bitki gelişimi için optimum ortamın oluşumuna önemli düzeyde etki etmektedir. Herhangi bir ortamda (toprakta) ısı iletkenliğinin özel matematiksel ifadesinin oluşturulması için, ısı taşınımının genel diferansiyel denklemiyle birlikte, ortamın geometrik (sürecin gerçekleştiği ortamın düzlemsel veya uzaysal olması, ölçütleri) ve fiziksel (ısı iletkenliği katsayısı, ısı kapasitesi, özgül ağırlık vb.) özelliklerinin; başlangıç (başlangıç zamanda sıcaklığın miktarı) ve sınır koşullarının (ortamın aşağı veya yukarı sınırında sıcaklığın değişimi) göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Toprak sıcaklığının değerlendirilmesi ve tahmin edilmesinde, sıcaklığın

zamana bağı veya sürekli (zamana bağı olmayan) değişimi durumunda oluşturulan ısı iletkenliği denkleminin çözümü kullanılmaktadır.

Zamana bağı veya zamana bağı olmayan (sabit) sıcaklık değişimleri, çeşitli toprakların özelliklerine farklı olarak etki yapmaktadır. Zhu ve Cheng (2011), farklı iki toprakta yapılan 120 günlük inkubasyon deneyinde, sabit ve günlük olarak değişen toprak sıcaklığı rejimlerinin toprak organik karbon ayrışmasına etkisini incelemişlerdir. Rajeev ve Kodikar (2016) tarafından yapılan bir araştırmada ise, zamana bağı deneysel sıcaklık verileri kullanılarak, bir boyutlu ısı iletkenliği denkleminin çözümünden elde edilen farklı dört yöntemle toprağın ısısal özellikleri (ısı kapasitesi, ısı iletkenliği, ısısal yayılım) belirlenmiştir. Wang ve Bou-Zeid (2012), toprakta ısı akışının belirlenmesine ait yapılan yeni bir matematiksel yaklaşımda, toprağın zamana bağı bir boyutlu ısı iletkenliği denklemini kullanmışlardır. Ortamdaki (topraktaki) sabit ısı iletkenliğinde, sıcaklık alanı zamana bağı olarak değişmemektedir ( $\partial T / \partial t = 0$ ). Bazı araştırmacılar zamana bağı olmayan ısı iletkenliğini farklı ortamlarda çeşitli sınır koşullarına bağı olarak teorik olarak incelemişlerdir (İsachenko 1981; Kreith ve Black, 1983). Sabit ısı iletkenliğinde, sıcaklık alanı zamana bağı olarak değişmemektedir ( $\partial T / \partial t = 0$ ). Herhangi bir biçimdeki ortamdan (toprak katmanından) geçen ısı akışı da sabit rejimde zamana göre değişmemekte; ortam koordinatlarına bağı olmamakta ( $q \neq f(x, t)$ ), dolayısıyla ortamın tüm noktalarında sabit ( $q = \text{sabit}$ ) olmaktadır.

Lu ve ark. (2020), kumlu tınlı ve siltli killi toprakların çeşitli su içeriklerinde ve sıcaklıklarında ısı iletkenliği bileşenlerinin ve değerinin belirlenmesinde zamana bağı ısı taşınımı denklemini kullanmışlardır. Toprak ısı iletkenliği hakkında bilginin, toprak ısı taşınımı mekanizmalarını doğru bir şekilde anlamak için önemli olduğu vurgulanmıştır. Hedayati-Dezfooli ve Leong (2019) tarafından, yüksek sıcaklık koşullarında (10-90°C) ısı ve nem taşınımının deneysel incelenmesine ait yapılan bir çalışmada, sıcaklık değişiminin ve doyunluk derecesinin, toprağın termo-fiziksel özellikleriyle beraber ısı akışına, dolayısıyla ısı miktarına önemli düzeyde etki yaptığı bildirilmiştir. Wu ve ark. (2020), yüzeye yakın toprağın hidrotermodinamiğine dayanarak, toprağın ısı akışının tahmininde zamana bağı ısı iletkenliği denklemini kullanmış; aynı zamanda ısı akışının tahmininde toprağın ısı iletkenliğinin dikey değişiminin ve su buharı katkısının dikkate alındığını vurgulamışlardır. Toprağın ısı iletkenliğinin incelenmesi ve ısı taşınımı denkleminin güvenilir düzeyde toprak sıcaklığının tahmin edilmesinde kullanılması, toprağın ısısal özelliklerinin (ısı kapasitesi, ısısal yayılım, ısı iletkenliği katsayısı ve ısı akışı) detayı olarak belirlenmesini gerektirmektedir (Evet ve ark., 2012; Usowicz ve ark., 2013; Ekberli ve Gülser, 2014; 2015; Ekberli ve Sarılar, 2015; Arkhangelskaya ve Lukyashchenko, 2018; Gülser ve ark., 2018; Gülser ve Ekberli, 2019; Xie ve ark., 2019; Yadav ve ark., 2020; Bayat, 2021).

Bu araştırmanın amacı, toprağın zamana bağı olmayan ısı iletkenliği denkleminin analitik olarak irdelenmesi ve elde edilen çözüme göre toprak sıcaklığının derinlik boyunca değerlendirilmesidir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Ortamda (toprakta) enerjinin korunumu yasasının matematiksel ifadesini ve hacimsel ısı kaybını göz önüne alarak oluşturulan toprağın zamana bağı olmayan ısı iletkenliği denklemi, yüzey toprak sıcaklığı ve ısı akışı ile ifade olunan sınır koşulu ile birlikte çalışmanın temel materyalini oluşturmaktadır. Toprak sıcaklığı ölçümleri Samsun'un Çarşamba ilçesine bağı Sefalı, Bölmepınar ve Yenikışla köylerinin yer aldığı ve Yeşilirmak nehrinin getirmiş olduğu aluviyal depositler üzerinde oluşmuş Entisol ve Inceptisol topraklarda yerleşen; Çarşamba ilçesine yaklaşık 5 km ve Samsun iline ise 44 km mesafede bulunmakta olan çalışma alanında yapılmıştır.

Toprağın zamana bağı olmayan ısı iletkenliği denkleminin çözümü, matematiksel model oluşturmının metodolojik temelini oluşturan sistemli yaklaşım yöntemine (modelin yapılması ve çözümlenmesi, kontrol edilmesi, incelenmesi ve model sonuçlarının yorumlanması) uygun olarak, sınır koşuluna göre analitik yöntemle yapılmıştır.

Modelin güvenilirliğini değerlendirmek için, aşağıdaki gibi ifade edilen hata kareler ortalamasının karekökü (HKOK veya RMSE) ve ondan türetilen diğer istatistiksel hata göstergelerinden [(normalleştirilmiş hata kareler ortalaması karekökü (NHKOK veya NRMSE); dağılım indeksi (Dİ veya Sİ) ve uygunluk indeksi (d)] kullanılmıştır.

$$HKOK = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_{ih} - T_{i\bar{o}})^2}{m}}$$

(burada,  $n$ -verilerin sayısı ve  $n < 30$  ise  $m = n - 1$ ,  $n > 30$  ise  $m = n$ ;  $T_{ih}$ - hesaplanan;  $T_{i\bar{o}}$ -ölçülen toprak sıcaklığı değerleridir)

$$NHKOK = \frac{HKOK}{\overline{T_{\delta}}}$$

$$DI = \frac{\sum_{i=1}^n [(T_{ih} - \overline{T_h}) - (T_{i\delta} - \overline{T_{\delta}})]^2}{\overline{T_{\delta}}}$$

$$d = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (T_{ih} - T_{i\delta})^2}{\sum_{i=1}^n (|T_{ih} - \overline{T_h}| + |T_{i\delta} - \overline{T_{\delta}}|)^2}$$

(burada  $\overline{T_h}$  ve  $\overline{T_{\delta}}$  sırasıyla hesaplanan ve ölçülen toprak sıcaklığı değerlerinin ortalamasıdır)

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1 Teoriksel yaklaşım

Herhangi bir ortamda (toprakta) ısı iletkenliğinin analitik incelenmesi sıcaklığın  $x, y, z$  uzaysal koordinatlarına ve zamana ( $t$ ) göre değişiminin belirlenmesine bağlı olup,

$$T = f(x, y, z, t) \quad (1)$$

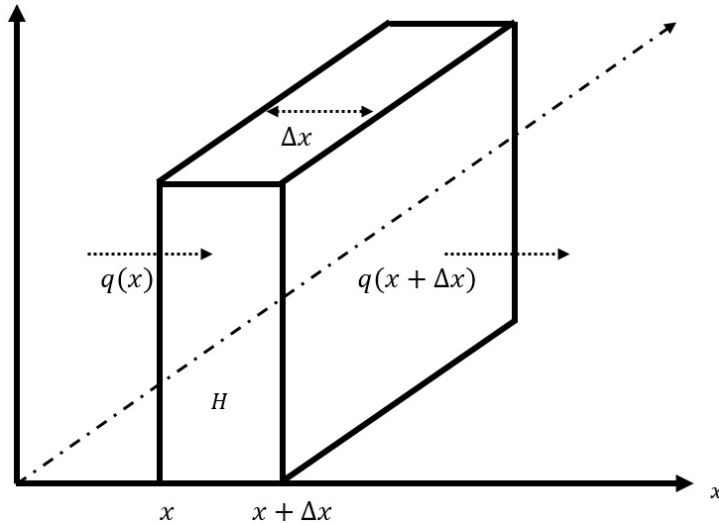
denkleminin yapılmasını ve çözülmesini gerektirmektedir. (1) denklemi sıcaklık alanının (ısı taşınımının) genel ifadesi olup, incelenen ortamın tüm noktalarında ve her bir zaman anında (veya aralığında) sıcaklık değerlerinin toplamını gösteren sıcaklık alanının matematiksel ifadesi olmaktadır. Bu durumda sıcaklık değerleri ve ısı akışı değişken olup, farklı sıcaklık alanı söz konusu olmaktadır. Ortamın herhangi bir noktasında her bir zaman aralığında sıcaklığın aynı olması durumunda sabit sıcaklık alanı oluşmaktadır. Bu durumda sıcaklık sadece koordinatların fonksiyonu olarak, üç boyutlu (uzay) sıcaklık değişimini ifade etmektedir:  $T = f_1(x, y, z)$ ;  $\frac{\partial T}{\partial t} = 0$ .

Sıcaklık iki veya bir koordinatın fonksiyonu ise, sırasıyla iki ( $T = f_2(x, y, t)$ ;  $\frac{\partial T}{\partial z} = 0$ ) veya bir

( $T = f_3(x, t)$ ;  $\frac{\partial T}{\partial y} = \frac{\partial T}{\partial z} = 0$ ) boyutlu sıcaklık alanı oluşmaktadır. Sıcaklık ve ısı akışının dağılımı zamana bağlı

olmadığında, bir boyutlu sabit ısı iletkenliği oluşmaktadır ( $T = f_4(x)$ ;  $\frac{\partial T}{\partial t} = 0$ ;  $\frac{\partial T}{\partial y} = \frac{\partial T}{\partial z} = 0$ ).

Ortamdaki (topraktaki) hacimsel ısı kaybını göz önüne alarak, bir boyutlu sabit ısı iletkenliği denkleminin oluşturulması, enerjinin korunumu yasasının matematiksel ifadesiyle mümkün olmaktadır. Buna göre, yüzlerinin koordinatları  $x$  ve  $x + \Delta x$  olan sonsuz ince ortam kısmında dikey ısı akışına bakılmaktadır (Şekil 1)





Şekil 1. Ortamın (toprağın) ısı dağılımının gerçekleştiği sonsuz küçük  $\Delta x$  kalınlığı

$H$  - toprağın birim kütesinden ayrılan ısı miktarı,  $q(x)$  ve  $q(x + \Delta x)$  sırasıyla giren ve çıkan ısı akışı

Figure 1. The infinitesimal thickness of the medium (soil) where heat dissipation takes  $\Delta x$  place

$H$  - the amount of heat separated from the unit mass of the medium,  $q(x)$  ve  $q(x + \Delta x)$  incoming and outgoing heat flow respectively

Yüzeylerden geçen ısı akışı sırasıyla  $q(x)$  ve  $q(x + \Delta x)$  olduğunda, ortam kısmının birim yüzey alanından birim zamanda oluşan enerji miktarı  $q(x + \Delta x) - q(x)$  olur.  $q(x + \Delta x)$  fonksiyonu küçük  $\Delta x$  aralığında sürekli olduğu için Taylor serisine ayrılması mümkün olmaktadır:

$$q(x + \Delta x) = q(x) + \frac{dq}{dx} \Delta x + \frac{d^2q}{dx^2} \frac{(\Delta x)^2}{2!} + \frac{d^3q}{dx^3} \frac{(\Delta x)^3}{3!} + \dots \quad (2)$$

Serinin ikinci terimden sonraki terimlerinin çok küçük değerlere yaklaştığını göz önüne alarak, onu ilk iki terimle sınırlandırarak,

$$q(x + \Delta x) - q(x) = \frac{dq}{dx} \Delta x \quad (3)$$

olur (Luikov, 1967; İsaçenko ve ark., 1981; Turcotte ve Schubert, 1982; Ekberli, 2006). Isı iletkenliğinin Fourier yasasının (Fourier 1822)  $q = -\lambda \frac{dT}{dx}$  [burada,  $q$  ( $watt\ m^{-2}$  veya  $J\ m^{-2}\ sn^{-1}$ ) -ısı akışı;

$\lambda$  ( $watt\ m^{-1}\ ^\circ C^{-1}$  veya  $J\ m^{-1}\ sn^{-1}\ ^\circ C^{-1}$ ) -sabit ısı iletkenliği katsayısı;  $x(m)$  - uzunluk veya derinliktir;  $\frac{dT}{dx}$  ( $^\circ C\ m^{-1}$ )-sıcaklık eğimi olup, denklemdaki negatif işaret, ortamda (toprakta) sıcaklığın eğim doğrultusunda

yüksek sıcaklıktan düşük sıcaklığa taşınımını ifade etmektedir.  $\frac{dT}{dx} > 0$  ise, sıcaklık pozitif, ısı akışı ise negatif yönde yer değiştirmektedir] analitik ifadesi (3)'de yerine konursa, aşağıdaki eşitlik elde edilir

$$q(x + \Delta x) - q(x) = \frac{d}{dx} \left( -\lambda \frac{dT}{dx} \right) \Delta x = -\lambda \frac{d^2T}{dx^2} \Delta x \quad (4)$$

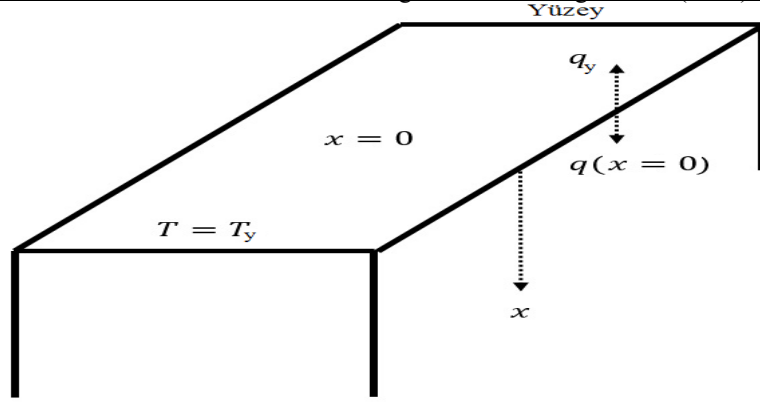
(4) eşitliği, ortamın sonsuz ince kısmının birim yüzeyinde birim zamanda oluşan enerji miktarını göstermekte, sadece sıcaklık dağılımının eğrisel olması durumunda  $\left( \frac{d^2T}{dx^2} \neq 0 \right)$  sıfırdan farklı olmaktadır. Ortamın sonsuz ince kısmındaki (4) ısı akışı, sabit durumda (sıcaklık ve ısı akışı değişiminin zamana bağlı olmaması) ortamın dahili

enerjisini oluşturmaktadır. Eğer ortamın birim kütesinden ayrılan ısı miktarı  $H = \frac{q}{m}$  (Turcotte ve Schuber, 1982)

ise, birim alanlı tabana sahip hacimdeki ısı miktarı  $q(x + \Delta x) - q(x) = \rho H \Delta x$  [burada,  $q$  ( $watt\ m^{-3}$ ) -birim hacimdeki ısı miktarı;  $m(kg)$ -birim hacimdeki kütle;  $\rho(kg\ m^{-3})$  - ortamın hacim ağırlığıdır] (5) gibi ifade edilir. (4) ve (5) ifadeleri eşitlenirse, aşağıdaki denklem elde edilir:

$$\lambda \frac{d^2T}{dx^2} + \rho H = 0 \quad (6)$$

(6) denkleminin integrasyonu,  $x$ 'in değişim aralığının uç noktasında uygun sınır koşulunun verilmesi durumunda,  $T$  sıcaklığını  $x$  koordinantının fonksiyonu olarak tanımlamaktadır. Ortam yüzeyi ( $x=0$ ) ile sınırlanan ve derinliği  $x$  olan ortamın yarı uzaysal ( $x \geq 0$ ) olduğunu varsayalım (Şekil 2).



Şekil 2. (6) denkleminin sınır koşulu ve integrallama bölgesi  
Figure 2. Boundary condition and integration region of equation (6)

Bu durumda (6) denklemini için, ortamın  $x = 0$  yüzeyinde sıcaklık ve ısı akışı ile ifade olunan sınır koşulları

$$\begin{aligned} T(x=0) &= T_y \\ q(x=0) &= -q_y \end{aligned} \quad (7)$$

olarak kabul edilir. Sınır koşulundaki “negatif” işareti, ısı akışı yönünün ortamdan dışı doğru olduğunu göstermektedir. Deneysel olarak yapılan araştırmalarda da, toprak katmanları arasındaki sıcaklık değerleri farkına bağlı olarak, ısı akışı hesaplama katmanından aşağıya (pozitif) veya yukarıya (negatif) doğru gerçekleşmektedir (Peng ve ark., 2015; Li ve ark., 2018; Gülser ve ark., 2019). Ortamın (toprağın) birim kütesinden ayrılan ısı miktarı ( $H$ ) ise, etkili ısı depolama bileşeni olan toprak ısı depolamasına bağlı olup, toprak sıcaklığının değişimiyle ilişkilidir. Oncley ve ark. (2007) yaptıkları bir araştırmada, toplam ısı miktarından ayrılan toprak ısı miktarının  $10 \text{ watt m}^{-2}$  olduğunu göstermiş, genel olarak ısı depolamasının (ısı miktarının) gün ortasında ve akşamın erken saatlerinde daha fazla meydana geldiğini vurgulamışlardır.

(6) denkleminin  $[0, x]$  aralığında integrasyonu yapılırsa,

$$\rho H x = -\lambda \frac{dT}{dx} + C_1 = q + C_1 \quad (C_1 \text{-integral sabitidir}) \quad (8)$$

elde edilir. (7) sınır koşulu göz önüne alınırsa,  $C_1 = q_y$  olarak,

$$\rho H x = -\lambda \frac{dT}{dx} + q_y \quad (9)$$

bulunur.

(9) denkleminin de  $[0, x]$  aralığında integrasyonu yapılırsa,

$$\frac{\rho H x^2}{2} = -\lambda T + q_y x + C_2 \quad (C_2 \text{-ikinci integral sabitidir}) \quad (10)$$

olur.  $T(0) = T_y$  sınır koşuluna göre,  $C_2 = \lambda T_y$  olarak, aşağıdaki çözüm elde edilir:

$$T(x) = T_y + \frac{q_y x}{\lambda} - \frac{\rho H x^2}{2\lambda} \quad (11)$$

Topraktaki sıcaklık ve ısı akışının dağılımı zamana bağlı olmadığında, (11) ifadesi toprak derinliği boyunca sıcaklık değişiminin belirlenmesine imkan sağlamaktadır.

Zamana bağlı olmayan ısı iletkenliği denkleminin (11) çözümünden görüldüğü gibi, toprak sıcaklığının derinlik boyunca değişimi, diğer toprak özellikleriyle birlikte ısı akışı, ısı iletkenliği katsayısı, ısı miktarı gibi ısısal özelliklere ve mesafeye bağlı olmaktadır. Bu durumda, teorik olarak ısı iletkenliği katsayısı sıcaklık değişimine etki yapan temel parametre gibi gözükmemektedir. Genel olarak, ısı akışı ve ısı iletkenliği katsayısı, toprakta sıcaklık alanının oluşumunda etkili olan diğer faktörleri de kapsamaktadır.

Samsun'un Çarşamba ilçesine bağlı Sefalı, Bölmepınar ve Yenikışla köylerinin yer aldığı ve Yeşilirmak nehrinin getirmiş olduğu aluviyal depositler üzerinde oluşmuş Entisol ve Inceptisol topraklarda yerleşen; Çarşamba ilçesine yaklaşık 5 km ve Samsun iline ise 44 km mesafede bulunmakta olan çalışma alanında ölçülen toprak sıcaklığı değerlerine (Dengiz ve Efendiler, 2016) bağlı olarak ısısal özellikler belirlenmiştir. ısısal özellik değerlerinden (Ekberli ve ark., 2021) kullanılarak zamana bağlı olmayan ısı iletkenliği denkleminin (11) çözümüne göre, Inceptisol ve Entisol toprakların horizonlarının hesaplanan sıcaklık değerleri Çizelge 1 ve 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Inceptisol toprakların horizonlarındaki ısısal özellikler ve zamana bağlı olmayarak hesaplanan sıcaklık değerleri

Table 1. Thermal properties in horizons of Inceptisol soils and temperature values calculated regardless of time

Horizon	Derinlik, cm	$\lambda$ , $watt\ m^{-1}\ ^\circ C^{-1}$	$q$ , $watt\ m^{-3}$	$\rho$ , $gr\ cm^{-3}$	$H$ , $watt\ kg^{-1}$	$T_y$ , $^\circ C$	$T_h$ , $^\circ C$
Vertic Haplustept							
	0					26.7	27.6
Ap	0-23	12.006	50.035	1.22	0.041	15.3	16.2
Bw1	23-58	19.211	31.154	1.19	0.026	17.2	15.8
Bw2	58-90	15.085	13.221	1.39	0.010	15.3	17.4
C1	90+			1.55		15.1	15.3
Typic Haplustept							
	0					23.9	24.5
Ap	0-30	13.531	29.284	1.35	0.022	17.2	17.8
Bw1	30-64	19.010	17.284	1.22	0.014	15.6	17.5
Bw2	64-107	20.601	7.757	1.20	0.007	13.8	15.7
C	107+			1.21		13.4	13.5

$\lambda$  -ısı iletkenliği katsayısı;  $q$  -ısı akışı;  $Q$  -ısı miktarı;  $H$  -birim toprak kütlesinden ayrılan ısı miktarı;

$T_y$  -horizonun ortalama yüzey sıcaklığı;  $T_h$  - horizonun hesaplanan yüzey sıcaklığı

Çizelge 1 ve 2'den görüldüğü gibi, Inceptisol ve Entisol ordo topraklarının profillerindeki üst horizonlarda ısı akışı yüksek olmasına karşın alt horizonlarda azalma eğilimi gözükmemekte; araştırma döneminde ısı akışı pozitif yönde gerçekleşmektedir. Toprağın ısısal yayılım ve hacimsel ısı kapasitesi ile doğrusal ilişkide olan ısı iletkenliği katsayısı ise, her iki ordo topraklarının profillerinin alt horizonlarında artış göstermektedir.

Toprak horizonlarındaki ısı akışı ve hacim ağırlığı ile ilişkili olarak ayrılan ısı miktarı aşağı horizonlarda azalmaktadır. Horizonlardaki sıcaklık değerlerinin değişim, ısısal özellikleri etkileyen temel faktörlerdendir. Genel olarak, Inceptisol ordosuna ait toprak horizonlarındaki ısısal özelliklerin değerleri, Entisol toprak horizonlarındakinden daha yüksek olmaktadır. Teorik ifadeler kullanılarak toprak profillerinde sıcaklığın tahmin edilmesinde, ısısal özelliklerin detaylı olarak belirlenmesi gerekmektedir.

Inceptisol ve Entisol toprakların horizonlarında ölçülen toprak sıcaklıkları ile toprağın zamana bağlı olmayan ısı iletkenliği denkleminin (11) çözümüyle hesaplanan sıcaklık değerlerini karşılaştırmak için belirlenen istatistiksel göstergeler Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 2. Entisol toprakların horizonlarındaki ısısal özellikler ve zamana bağlı olmayarak hesaplanan sıcaklık değerleri  
Table 2. Thermal properties in horizons of Entisol soils and temperature values calculated independently of time

Horizon	Derinlik, cm	$\lambda$ , $watt\ m^{-1}\ ^\circ C^{-1}$	$q$ , $watt\ m^{-2}$	$\rho$ , $gr\ cm^{-3}$	$H$ , $watt\ kg^{-1}$	$T_y$ , $^\circ C$	$T_h$ , $^\circ C$
Typic Ustifluent							
	0					24.8	25.6
Ap	0-18	3.338	16.663	1.31	0.013	17.0	17.8
A2	18-37	4.355	8.958	1.44	0.006	17.1	17.4
C	37+			1.52		16.8	17.2
Mollic Ustifluent-1							
	0					28.8	29.6
Ap	0-21	8.375	34.300	1.38	0.025	16.1	16.9
A2	21-55	17.122	25.255	1.27	0.020	16.6	16.5
C	55+					16.1	16.1
Mollic Ustifluent-2							
	0					26.7	27.4
A	0-15	2.858	14.337	1.25	0.012	18.0	18.7
C1	15-47	13.569	15.351	1.49	0.010	17.4	18.3
C2	47+					16.5	16.8

Çizelge 3. (11) ifadesine ait istatistiksel göstergeler  
Table 3. Statistical indicators for the expression (11)

Topraklar	HKOK	NHKOK	Dİ	d
Inceptisol	1.339	0.077	0.576	0.023
Entisol	0.654	0.034	0.067	0.005

HKOK-hata kareler ortalamasının kare kökü; NHKOK-normalleştirilmiş hata kareler ortalaması karekökü; Dİ-dağılım indeksi; d-uygunluk indeksi

HKOK, NHKOK ve Dİ değerlerinin küçük olması tercih edilmektedir. Uygunluk indeksi ( $d$ ) modelin geçerliliğinin bir göstergesi olup,  $d$ 'nin 1'e yakın olması modelin uygulanabilirliğini göstermektedir (Willmott ve Matsuura, 2005; Krause ve ark., 2005; Wang ve ark., 2016). Entisol toprak horizonlarında ölçülen ve hesaplanan sıcaklık değerlerine ait istatistiksel hata göstergeleri daha küçük değerlere sahip olup, her iki toprak sıcaklıkları için istatistiksel göstergeler geçerlilik sınırları dahilindedir. Dolayısıyla (11) çözümünün performansının iyi eğiliminde olduğu gözükmektedir.

#### 4. Sonuç

Toprakta moleküler düzeyde gerçekleşen ısı iletkenliği (ısı taşınımı), toprağın uzaysal sıcaklık eğimine (sıcaklığın  $x, y, z$  koordinatları boyunca değişimine) bağlı olup, toprağın ısı iletkenliği katsayısıyla doğrusal orantılı olmaktadır. Zamana bağlı olmayan toprak sıcaklığının teoriksel değişimi; herhangi toprak katmanının ortalama sıcaklığının, ısı akışı, mesafe, ısı iletkenliği katsayısı, hacim ağırlığı ve toprağın birim kütesinden ayrılan ısı miktarının fonksiyonu olmaktadır. Diğer ısısal özelliklerle karşılaştırıldığında, toprağın birim kütesinden ayrılan ısı miktarı düşük olup, sıcaklık değişimini negatif yönde etkilemektedir. Zamana bağlı olmayan ısı iletkenliği denkleminin çözümüne göre hesaplanan ve ölçülen sıcaklık değerleri arasındaki istatistiksel göstergeler, çözümün uygulanabilirliğinin mümkün olduğunu göstermektedir. Daha fazla termofiziksel özelliklerin göz önüne alınması, sınır koşullarının detaylı olarak belirlenmesi, zamana bağlı olmayan ısı iletkenliği denkleminin çözümünün daha da genelleştirilmesine imkan sağlayabilir.

## **Teşekkür**

Şekillerin düzenlenmesindeki katkılarından dolayı Ziraat Yüksek Mühendisi Dr. Fikret SAYGI'na teşekkür ederiz.

## **Kaynaklar**

- Arkhangelskaya, T., Lukyashchenko, K., 2018. Estimating soil thermal diffusivity at different water contents from easily available data on soil texture, bulk density, and organic carbon content. *Biosystems Engineering*, 168: 83-95.
- Bayat, H., Ebrahimzadeh, G., Mohanty, B.P., 2021. Investigating the capability of estimating soil thermal conductivity using topographical attributes for the Southern Great Plains, USA. *Soil & Tillage Research*, 206: 104811.
- Dengiz, O., Efendiler, A., 2016. Farklı iki fizyografik ünite üzerinde oluşmuş toprakların karakteristiklerinin belirlenmesi ve dağılım haritalarının oluşturulması. *Uluslararası Coğrafya Sempozyumu, TÜCAUM*, 13-14 Ekim, Ankara, s.156-168.
- Ekberli, İ., 2006. Isı iletkenlik denkleminin çözümüne bağlı olarak topraktaki ısı taşınımına etki yapan bazı parametrelerin incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesinin Dergisi*, 21(2): 179-189.
- Ekberli, İ., Gülser, C., 2014. Estimation of soil temperature by heat conductivity equation. *Vestnik Bashkir State Agrarian University (Вестник Башкирского Государственного Аграрного Университета)*, 2(30): 12-15.
- Ekberli, İ., Gülser, C., 2015. İki boyutlu ısı iletkenliği denkleminin bağlı olarak toprak sıcaklığının matematiksel modellenmesi *Anadolu Tarım Bilim. Dergisi*, 30 (3): 287-291.
- Ekberli, İ., Gülser C., Dengiz O., 2021. Aluviyal depositler üzerinde oluşmuş genç ve gelişmekte olan toprakların ısı akışı ve ısı miktarının incelenmesi. *Toprak Su Dergisi*, 10 (1): 1-12.
- Ekberli, İ., Sarılar, Y., 2015. Toprak sıcaklığının profil boyunca sönme derinliğinin ve gecikme zamanının belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesinin Dergisi*, 52(2): 219-225.
- Evelt, S.R., Agam, N., Kustas, W.K., Colaizzi, P.D., Schwartz, R.C., 2012. Soil profile method for soil thermal diffusivity, conductivity and heat flux: Comparison to soil heat flux plates. *Advances in Water Resources*, 50: 41-54.
- Fourier, J.B.J., 1822. *Théorie analytique de la chaleur (The Analytical Theory of Heat)*. Paris, 676 p.
- Gülser, C., Ekberli, İ., 2019. Toprak sıcaklığının tahmininde ısı taşınım denklemi ve pedotransfer fonksiyonun karşılaştırılması. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 7(2): 158-166.
- Gülser, C., Ekberli, İ., Mamedov, A., 2019. Toprak sıcaklığının yüzey ısı akışına bağlı olarak değişimi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(1): 1-9.
- Gülser C, Ekberli İ, Mamedov A, Özdemir N, 2018. Faz değişimine bağlı olarak ısı iletkenliği denkleminin incelenmesi ve toprak neminin ısısal yayımına etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 33(3): 261-269.
- Hedayati-Dezfooli, M., Leong, W.H., 2019. An experimental study of coupled heat and moisture transfer in soils at high temperature conditions for a medium coarse soil. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 137: 372-389.
- İsachenko, V.P., Osipova, V.A., Sukomel, A.S., 1981. *Heat transfer (in Russian)*. Energoizdat Press, Moscow, 417 p.
- Krause, P., Boyle, D.P., Base, F.B., 2005. Comparison of different efficiency criteria for hydrological model assessment. *Advances in Geosciences*, 5: 89-97.
- Kreith, F., Black, W.Z., 1983. *Basic heat transfer (in Russian)*. Mir Press, Moscow, pp. 47-128.
- Li, Y., Kustas, W.P., Huang, C., Kool, D., Haghghi, E., 2018. Evaluation of soil resistance formulations for estimates of sensible heat flux in a desert vineyard. *Agricultural and Forest Meteorology*, 260-261: 255-261.
- Luikov, A.V., 1967. *Theory of thermal conductivity (in Russian)*. Vysshaya Shkola Press, Moscow, 599 p.
- Lu, S., Ren, T., Horton, R., 2020. Estimating the components of apparent thermal conductivity of soils at various water contents and temperatures. *Geoderma*, 376: 114530.
- Oncley, S.P., Foken, T., Vogt, R., Kohsiek, W., DeBruin, H.A.R., Bernhofer, C., Christen, A., van Gorsel, E., Grantz, D., Feigenwinter, C., Lehner, I., Liebenthal, C., Liu, H., Mauder, M., Pitacco, A., Ribeiro, L., Weidinger, T., 2007. The energy balance experiment EBEX-2000. Part I: overview and energy balance. *Boundary-Layer Meteorology*, 123: 1-28.
- Peng, X., Heitman, J., Horton, R., Ren, T., 2015. Field evaluation and improvement of the plate method for measuring soil heat flux density. *Agricultural and Forest Meteorology*, 214-215: 341-349.
- Rajeev, P., Kodikara, J., 2016. Estimating apparent thermal diffusivity of soil using field temperature time series. *Geomechanics and Geoengeering: An International Journal*, 11(1): 28-46.

- Turcotte, D.L., Schubert, G., 1982. *Geodynamics: Application of Continuum Physics to Geological Problems*. John Wiley and Sons, New York, 450 p.
- Usovich, B., Lipiec, J., Usovich, J.B., Marczewski, W., 2013. Effects of aggregate size on soil thermal conductivity: Comparison of measured and model-predicted data. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 57: 536-541.
- Wang, L., Li, X., Chen, Y., Yang, K., Chen, D., Zhou, J., Liu, W., Qi, J., Huang, J., 2016. Validation of the global land data assimilation system based on measurements of soil temperature profiles. *Agricultural and Forest Meteorology*, 218-219: 288-297.
- Wang, Z-H., Bou-Zeid, E., 2012. A novel approach for the estimation of soil ground heat flux. *Agricultural and Forest Meteorology*, 154-155: 214-221.
- Willmott, C.J., Matsuura, K., 2005. Advantages of the mean absolute error (MAE) over the root mean square error (RMSE) in assessing average model performance. *Climate Research* 30: 79-82.
- Wu, B., Oncley, S.P., Yuan, H., Chen, F., 2020. Ground heat flux determination based on near-surface soil hydrothermodynamics. *Journal of Hydrology*, 591: 125578.
- Xie, X., Lu, Y., Ren, T., Horton, R., 2019. Soil temperature estimation with the harmonic method is affected by thermal diffusivity parameterization. *Geoderma*, 353: 97-103.
- Yadav, B., Krishnan, P., Shafeeq, P.M., Parihar, C.M., Aggarwal, P., 2020. Modelling soil thermal regime in wheat using HYDRUS-2D under diversified maize-wheat-mungbean cropping system. *Catena*, 194: 104765.
- Zhu, B., Cheng, W., 2011. Constant and diurnally-varying temperature regimes lead to different temperature sensitivities of soil organic carbon decomposition. *Soil Biology & Biochemistry*, 43: 866-869.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.839239

Determination of tail fat fatty acids profile in some local sheep breeds of Black Sea Region

Hacer Tüfekci<sup>a\*</sup>, Koray Kırıkçı<sup>b</sup>, Mehmet Akif Çam<sup>c</sup>, Mustafa Olfaz<sup>c</sup>, Ünal Kılıç<sup>c</sup>,  
 Levent Mercan<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Yozgat Bozok University, 66100 Yozgat, Turkey;

<sup>b</sup>Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Kırşehir Ahi Evran University, 40000, Kırşehir, Turkey

<sup>c</sup>Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ondokuz Mayıs University, 55200, Samsun, Turkey

<sup>d</sup>Department of Agricultural Biotechnology, Faculty of Agriculture, Ondokuz Mayıs University, 55200, Samsun, Turkey

\*Corresponding author: [hacer.tufekci@bozok.edu.tr](mailto:hacer.tufekci@bozok.edu.tr)

Geliş/Received 11/12/2020

Kabul/Accepted 28/04/2021

ABSTRACT

In the study, the contents of tail fat fatty acid composition of 6-month-old male lambs in the breeds of Artlı, Çepni, Karayaka and Of grown in the Black Sea Region were examined. The content of saturated fatty acids in tail fat for the breeds of Artlı, Çepni, Karayaka and Of were respectively; 52.08%, 51.66%, 42.67%, 52.92% while the monounsaturated fatty acid contents were 33.25%, 33.12%, 33.07%, 32.34% respectively. The content of polyunsaturated fatty acids was determined as 0.76%, 1.20%, 0.64% and 0.87%, respectively. The presence of fatty acids desired for health was determined as 46.94% in Artlı, 51.03% in Çepni, 51.51% in Karayaka and 49.51% in the breeds of Of. In terms of polyunsaturated fatty acids in the composition of fatty acids, the highest rate was found in the Çepni breeds and the lowest in the Karayaka breeds. It has been determined that the fatty acid content has significant differences between breeds.

Keywords:  
Artlı sheep  
Çepni sheep  
Of sheep  
Tail fat fatty acids  
Fattening

Karadeniz Bölgesi bazı yerel koyun ırklarında kuyruk yağı yağ asitleri profilinin belirlenmesi

ÖZET

Çalışmada Karadeniz Bölgesinde yetiştirilmekte olan Artlı, Çepni, Karayaka ve Of ırkında 6 aylık yaşta erkek kuzuların kuyruk yağı yağ asitleri kompozisyonları ve yağ asidi miktarları incelenmiştir. Artlı, Çepni, Karayaka ve Of ırkı için sırasıyla kuyruk yağında doymuş yağ asitleri içeriği; %52.08, %51.66, %42.67, %52.92 olarak, tekli doymamış yağ asitleri içeriği aynı sırayla %33.25, %33.12, %33.07 ve %32.34 olarak bulunmuştur. Çoklu doymamış yağ asitleri içerikleri ise aynı sırayla %0.76, %1.20, %0.64 ve %0.87 olarak bulunmuştur. Sağlık açısından olması istenen yağ asitleri Artlı ırkı kuzularda %46.94, Çepni ırkı kuzularda %51.03, Karayaka ırkı kuzularda %51.51 ve Of ırkı kuzularda %49.51 olarak belirlenmiştir. Çoklu doymamış yağ asitleri bakımından en yüksek oran Çepni ırkında ve en düşük oran ise Karayaka ırkında tespit edilmiştir. Yağ asitleri içeriğinin ırklar arasında önemli farklılıklar taşındığı saptanmıştır.

Anahtar Sözcükler:  
Artlı koyunu  
Çepni koyunu  
Of koyunu  
Kuyruk yağı yağ asitleri  
Besi

© OMU ANAJAS 2021



## 1. Introduction

As in many countries, the economic importance of products derived from sheep and sheep in Turkey, and its share in meeting the nutritional needs of the animal population is quite large. Changes in the socio-economic structure, cultural developments and population growth have increased the interest of Turkish people in animal protein and especially meat consumption. The climate conditions, the landscape, and pastures being more conducive to the sheep breeding in Turkey, as well as intensive livestock farming can not be made, industry is still in the stage of development, and mutton demand, increases the importance of the choice of sheep (Tekin and Akçapınar, 1994; Akçapınar, 2000; Kaymakçı 2006; Öztürk and Odabaşoğlu, 2011; Aksoy and Yavuz, 2012).

As a result of the climate and environmental conditions of different settlements, human migrations, changes in the priorities for benefiting from animals and genetic improvement studies, nearly 2000 sheep breeds have occurred in the world. The most important morphological difference between these sheep breeds with different morphological and physiological characteristics is their tail structure (Akçapınar and Özbeyaz, 1999; Akçapınar, 2000). Fat in the tail serves as an energy source when nutrient intake is not sufficient (Kashan et al., 2005; Teke et al., 2018). One of the products obtained from the slaughter of cattle and fat-tailed sheep is tallow fat and tail fat. Sheep tail fat is the main source of aroma especially in the production of kebabs and some dishes. Animal fats are the second most important source of fat raw materials produced in our country (Ünal and Karakaya, 2017).

Animal fats can be used for cooking, as well as being used as an ingredient in various foods and especially as an essential component of meat products, in addition, animal fats have a particularly significant effect on the textural parameters of meat products (Forrest et al., 1975; Pehlivanoğlu et al., 2018). The increase in the use of animal fats in nutrition, which started in the 1950s, has continued exponentially and this increase continues today. Fats are the most energy-dense nutrients, with 9 calories per gram of fat. The energy contained in fats is 2.25 times or higher than resources such as starch, digestible crude fiber and cereal grains. Due to its high energy value, it is a feed substance that is widely used in the feeding of dairy and beef cattle and sheep and poultry rations, and its usage area is expanding day by day (Donna et al., 2002; Canbolat and Karabulut 2003). Vegetable and animal oils can also be used as alternative fuel. Animal fats can also be converted into biodiesel with simple reactions (Karaosmanoğlu, 2002; Üstün, 2006; Utlü, 2007; Behçet et al., 2012).

Although the saturation of body fat varies between animal species and according to breeds within the same species, ruminants store more saturated fat than non-ruminant animals (Öztürkcan et al., 1996). The most important factors affecting the fatty acid composition; genotype, feeding and breeding methods, age, sex, type of fat storage and anatomical region. The main factor determining the quality of the oil is its fatty acid composition (Lunn and Theobald, 2006). Since cultivation in intensive and extensive conditions is directly related to nutrition, tissue fatty acid composition is affected. The general view is that unsaturated fatty acids increase in animals fed on pasture, but the amounts of C16: 0 and C18: 0 fatty acids are also increasing in parallel (Wood et al., 2003; Demirel et al., 2004; Raes et al., 2004).

The fact that there are many uses of animal fats both as food and as an alternative has made it necessary to examine the physical properties of these fats. In this study, the contents of tail fat fatty acid composition of 6-month-old male lambs with genotypes Artlı, Çepni, Of and Karayaka, raised in the Black Sea Region, were investigated.

## 2. Materials and Methods

The animal material of the study consists of a total of 48 male lambs, 12 from each of the 4-4.5 months old Karayaka, Of, Artlı, Çepni genotypes in Trabzon, Artvin and Ordu region. Samples were taken for tail fat fatty acid from 10 of 12 lambs that were slaughtered. The animals were brought to Ondokuzmayıs University Agricultural Application and Research Center Livestock Enterprise and placed in individual compartments of at least 1.00 x 1.50 m in size. The lambs were sheared before being taken to trial. In these compartments, fattening trials were started after 15 days of feeding and acclimation to the environment. In animal nutrition, a mixture of wheat, oats and alfalfa was used with dry grass and commercial concentrated full-fat fattening feed as much as they could eat. The trial was continued for 60 days. The nutrient needs of the lambs were determined according to NRC (2007), and clean drinking water was given to the animals freely throughout the trial.

At the end of the fattening, all of the animals belonging to each group were slaughtered in order to determine the desired characteristics of the groups. Tail fat samples were taken after the carcasses were kept at +4 ° C for 24 hours after slaughter. The samples taken to determine the fatty acid composition were kept in the deep freezer at -18 ° C until the time of analysis, were sent to Food Institute of Marmara Research Center of Scientific and Technical Research Council of Turkey in ice molds at the time of analysis and without breaking the cold chain, and meat fatty

acid analysis was performed through service procurement. Analysis of fatty acids was carried out according to the method of IUPAC IID19.

The GLM multivariate procedure SPSS (Ver 25) was used to determine differences in tail fat fatty acids between races. DUNCAN multiple comparison test was used to compare the means. Breeds are taken as a fixed factor.

### 3. Results and Discussion

In the experimental groups, the values related to the live weights at the beginning and end of the trial and the hot and cold carcass weight are given in Table 1. The difference in weight per trial in the groups included in the experiment was attributed to differences in environmental conditions and genotypes up to 4 months of age. In order to compensate for this difference in the common environment, the body weight per trial was taken as coveryet in the analyzes. In this case, it was determined that the breeds had no effect on the live weights at the end of the trial. Total live weight gain in the breeds of Artlı, Çepni, Karayaka and Of was 9.45; 10.55 kg; 11.43 and 11.48 kg. According to the findings obtained in the study, tail weight for the breeds of Artlı, Çepni, Karayaka and Of was found to be respectively; 4.54 kg; 0.66 kg; 0.55 kg, and 1.69 kg. When we look at the ratio of tail weight and tail weight to cold carcass, it is seen that the difference between breeds is significant.

Table 1. Average values for some slaughterhouse and carcass traits in lamb breeds

Groups	Çepni	Karayaka	Artlı	Of	P
Starting live weights	37.59±1.19 <sup>a</sup>	26.10±0.42 <sup>c</sup>	29.02±0.82 <sup>c</sup>	31.91±1.54 <sup>b</sup>	*
Finishing live weights	48.072±1.99	37.247±1.028	38.470±0.880	43.326±0.910	ns
Hot carcass weight	19.287±0.502	18.215±0.416	20.281±0.400	19.859±0.407	ns
Cold carcass weight	18.735±0.503	17.828±0.417	19.871±0.400	19.531±0.408	ns
Tail weight	0.663±0.208 <sup>c</sup>	0.552±0.172 <sup>c</sup>	4.542±0.165 <sup>a</sup>	1.690±0.168 <sup>b</sup>	**
Starting tail length	37.83±1.727 <sup>c</sup>	38.00±1.115 <sup>c</sup>	42.08±1.246 <sup>c</sup>	52.27±2.677 <sup>a</sup>	**
Starting tail width	16.67±2.213 <sup>b</sup>	11.75±0.579 <sup>c</sup>	25.92±1.730 <sup>a</sup>	18.36±1.545 <sup>b</sup>	**
Finishing tail length	48.13±1.811 <sup>c</sup>	50.29±1.983 <sup>bc</sup>	52.25±1.349 <sup>b</sup>	54.82±1.710 <sup>ab</sup>	*
Finishing tail width	18.08±1.630 <sup>b</sup>	14.17±0.638 <sup>c</sup>	27.50±1.598 <sup>a</sup>	17.73±0.740 <sup>b</sup>	**

<sup>a,b,c</sup>: The means indicated with different letters in the same row are significantly different; \* P < 0.05; \*\* P < 0.01; ns: not significant

Evaluations in terms of tail fatty acid profile were made on tail fat samples of four breeds. When the presence, amount and breeds of the fatty acids found in tail fat were evaluated in terms of having these fatty acids, some differences were found. It has been found that the difference between breeds is very significant in terms of saturated fatty acids, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids. There are significant differences between species in terms of fatty acid composition. Body fat saturation varies among animal species and according to breeds within the same species (Öztürkcan et al., 1996; Banskalieva et al., 2000).

According to the findings of the study, the content of saturated fatty acids in tail fat for the breeds of Artlı, Çepni, Karayaka and Of, respectively; 52.08%, 51.66%, 42.67% and Of 52.92% (P < 0.05), while the monounsaturated fatty acid contents were 33.25%, 33.12%, 33.07%, and 32.34% respectively. In terms of content of polyunsaturated fatty acids, it was determined as 0.76%, 1.20%, 0.64% and 0.87%, respectively. The presence of fatty acids desired for health was determined as 46.94% in Artlı, 51.03% in Çepni, 51.51% in Karayaka and 49.51% (P < 0.05) in the breed of Of. In terms of polyunsaturated fatty acids in the composition of fatty acids, the highest rate was found in the Çepni breed and the lowest in the Karayaka breed (Table 2).

Studies reveal a relationship between people's eating habits and diseases. Today, fats are the most questioned when investigating the relationships between certain diseases and diets. In researches, especially the saturated or unsaturated structure of oils, cholesterol and essential fatty acid contents, and oxidative stability were emphasized (Karaca and Aytaç., 2007; Kayahan., 2009; Çakmakçı and Tahmas-Kahyaoğlu., 2012). The place and importance of animal products in a healthy and balanced diet is widely recognized. However, foods of animal origin, which are an important source of saturated fatty acids, are associated with the diseases of the modern lifestyle. The decrease in energy spent for physical activity in healthy living conditions makes it necessary to be more careful and selective in the diet. Today, especially in developed countries, people who want to maintain a healthy life take care of their nutrition for this reason.

A-linolenic acid ratios, which are known to reduce the risk of cardiovascular disease and benefit brain health, for the breeds of Artlı, Çepni, Karayaka and Of in tail fat were respectively; 0.035%, 0.148%, 0.056%, 0.080%. The atherogenic index in tail fat was determined as 1.068%, 1.325%, 1.268% and 1.568% in Artlı, Çepni, Karayaka and Of breeds, respectively. It was determined that there was no difference between the groups in terms of monounsaturated fatty acids found in tail fat and recommended to be consumed in terms of health. However, considering the levels of polyunsaturated fatty acids, it was determined that the percentage of fatty acids in the tail fat of the Çepni breed was higher than the others, followed by Of, Artlı and Karayaka breeds respectively. When evaluated in terms of desired fatty acids values in tail fat (Costa et al., 2009) It was observed that the Karayaka breed was in the first place, followed by the Çepni, Of and Artlı breeds. In addition, when the breeds were compared in terms of mono and polyunsaturated fatty acids found in tail fat, it was found that there was no presence of some fatty acids among the breeds or that the animals in the experimental groups had this difference between animals in the same group or animals in all groups. In terms of tail fat saturated fatty acids, it was determined that the Karayaka race showed significantly lower values than the others among the breeds, but there was no difference between them. However, some fatty acids were found to be absent in some groups.

Table 2. Fatty acid compositions and fatty acid ratios in tail fat of lambs of different breeds (%)

Fatty acids	Artlı	Çepni	Karayaka	Of	P
Saturated fatty acids	52.08±1.188 <sup>a</sup>	51.66±1.093 <sup>a</sup>	42.67±1.562 <sup>b</sup>	52.92±1.219 <sup>a</sup>	**
C6:0	0.024±0.003	0.020±0.001	0.020±0.001	0.025±0.003	ns
C8:0	0.040±0.010 <sup>a</sup>	0.020±0.001 <sup>b</sup>	0.019±0.001 <sup>b</sup>	0.025±0.002 <sup>ab</sup>	*
C10:0	0.298±0.024 <sup>ab</sup>	0.277±0.28 <sup>b</sup>	0.288±0.008 <sup>b</sup>	0.362±0.021 <sup>a</sup>	*
C11:0	0.052±0.006 <sup>a</sup>	0.016±0.003 <sup>c</sup>	0.025±0.004 <sup>b</sup>	0.015±0.002 <sup>c</sup>	**
C12:0	0.172±0.018 <sup>c</sup>	0.295±0.040 <sup>b</sup>	0.247±0.046 <sup>bc</sup>	0.498±0.050 <sup>a</sup>	**
C13:0	0.084±0.006 <sup>a</sup>	0.048±0.003 <sup>b</sup>	0.055±0.008 <sup>b</sup>	0.050±0.004 <sup>b</sup>	**
C14:0	3.306±0.229 <sup>c</sup>	4.496±0.319 <sup>b</sup>	3.965±0.376 <sup>bc</sup>	6.170±0.196 <sup>a</sup>	**
C15:0	1.733±0.118 <sup>a</sup>	1.102±0.030 <sup>b</sup>	1.227±0.120 <sup>b</sup>	1.052±0.013 <sup>b</sup>	**
C16:0	21.816±0.911 <sup>a</sup>	25.289±0.699 <sup>b</sup>	25.477±0.486 <sup>b</sup>	26.283±0.248 <sup>b</sup>	**
C17:0	3.790±0.168 <sup>a</sup>	3.109±0.569 <sup>b</sup>	3.143±0.225 <sup>b</sup>	2.497±0.147 <sup>c</sup>	*
C18:0	11.235±0.774 <sup>b</sup>	16.714±0.569 <sup>a</sup>	17.505±0.775 <sup>a</sup>	15.800±1.506 <sup>a</sup>	**
C20:0	0.088±0.008	0.096±0.007	0.099±0.003	0.110±0.010	ns
C21:0	0.0278±0.005	0.438±0.241	0.030±0.006	0.090±0.010	ns
C22:0	0.015±0.002	0.016±0.002	0.015±0.002	0.015±0.003	ns
Monounsaturated fatty acids	33.25±0.676	33.12±0.694	33.07±1.553	32.84±1.341	ns
C14:1	0.096±0.004 <sup>b</sup>	0.100±0.009 <sup>b</sup>	0.082±0.006 <sup>b</sup>	0.192±0.034 <sup>a</sup>	**
C16:1	1.1610.039 <sup>b</sup>	1.1390.051 <sup>b</sup>	1.0740.053 <sup>b</sup>	1.563±0.204 <sup>a</sup>	*
C18:1	3.532±0.929 <sup>c</sup>	4.790±0.259 <sup>a</sup>	4.320±0.296 <sup>ab</sup>	3.890±0.176 <sup>bc</sup>	*
C18:1n9c	30.173±0.567	27.014±0.505	27.696±0.828	27.133±1.212	ns
C20:1	0.130±0.019 <sup>a</sup>	0.072±0.005 <sup>b</sup>	0.077±0.007 <sup>b</sup>	0.057±0.006 <sup>b</sup>	**
Polyunsaturated fatty acids	0.76±0.240	1.20±0.428	0.64±0.074	0.87±0.102	ns
C18:2	0.725±0.007	1.051±0.347	0.595±0.066	0.793±0.083	ns
C18:3	0.035±0.002	0.148±0.079	0.056±0.007	0.080±0.019	ns
C20:3	nd	0.015±0.005	nd	nd	
C20:4	nd	0.035±0.004	nd	nd	
PUFA / SFA	0.0153±0.015	0.0245±0.093	0.0147±0.014	0.0165±0.019	ns
ΣUFA / SFA	0.8522±0.057 <sup>a</sup>	0.6705±0.035 <sup>b</sup>	0.6575±0.025 <sup>b</sup>	0.6413±0.039 <sup>b</sup>	*
Atherogenicity index <sup>1</sup>	1.0677±0.090 <sup>c</sup>	1.3247±0.087 <sup>b</sup>	1.2683±0.072 <sup>bc</sup>	1.5657±0.036 <sup>a</sup>	*
Desired fatty acids <sup>2</sup>	46.94±1.813 <sup>b</sup>	51.03±0.891 <sup>a</sup>	51.51±1.017 <sup>a</sup>	49.51±0.489 <sup>a</sup>	*
(C18:0 + C18:1) / C16:0	1.9496±0.130	1.8531±0.067	1.8583±0.046	1.7135±0.024	ns
Thrombogenic index <sup>3</sup>	2.071±0.161 <sup>b</sup>	2.670±0.163 <sup>a</sup>	2.753±0.099 <sup>a</sup>	2.853±0.192 <sup>a</sup>	*

<sup>1</sup>: [(C12:0) + 4 x (C14:0) + (C16:0) / ΣUA; <sup>2</sup>: [MUFA + PUFA + C18:0]; <sup>3</sup>: [(C14:0 + C16:0 + C18:0)] / [(0.5MUFA + 0.5 PUFAn-6 + 3PUFAn-3 + (n-3/ n/6)]; (Costa et al., 2009; Zhang et al., 2021).

<sup>a,b,c</sup>: The means indicated with different letters in the same row are significantly different; \* P < 0.05; \*\* P < 0.01; ns: not significant; nd: not determined.

#### 4. Conclusion

It has been determined that the fatty acid content has significant differences between breeds. As a result, it has been scientifically demonstrated that the fatty acid profile is an important source for the desired fatty acid content. However, more research is needed in this area. With the breeding and different fattening studies, more comprehensive information will be provided on the share of environmental and genotypic effects in the variations of both genotype differences and differences between genotypes in terms of tail fat fatty acids and body fat fatty acids.

#### Acknowledgement

This study was supported by the General Directorate of Agricultural Research and Policies (TAGEM) with the project number of TAGEM-17/ARGE/09.

#### References

- Akçapınar, H., Özbeyaz, C., 1999. Hayvan yetiştiriciliği temel bilgileri. Kariyer Matbaacılık. pp. 28-9.
- Akçapınar, H., 2000. Koyun yetiştiriciliği. 2. Baskı, İsmat Matbaacılık Ltd. Şti. Ankara. ISBN: 975-96978-1-5.
- Aksoy, A., Yavuz, F., 2012. Analysis on the reasons for quitting sheep and goat rearing of farmers: a case of east Anatolia region. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 27(2): 76-79. <https://doi.org/10.7161/anajas.2012.272.76>
- Banskalieva, V., Sahlu, T., Goetsch, A.L., 2000. Fatty acid composition of goats muscle and fat depots: a review. *Small Ruminant Research*, 37(3): 255-268. doi: 10.1016/s0921-4488(00)00128-0.
- Behçet, R., Aydın, S., Çakmak, A., 2012. Using as fuel for a single cylinder diesel engine of biodiesels produced from vegetable and animal waste oils. *Journal of The Institute of Science and Technology*, 2(4), 55-62.
- Canbolat, Ö., Karabulut, A., 2003. Using animal fats in ruminant nutrition. *Journal of Food and Feed Science-Technology*, 3: 50-59.
- Costa, R.G., Batista, A.S.M., Azevedo, P.S., Queiroga RCRE., Madruga MS., Filho JTA., 2009. Lipid profile of lamb meat from different genotypes submitted to diets with different energy levels. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(3):532-8. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009000300019>
- Çakmakçı, S., Tahmas-Kahyaoglu, D., 2012. An overview of the effects of fatty acids on health and nutrition. *Academic Food Journal, Akademik Gıda*, 10 (1): 103-113.
- Demirel, G., Wood, J.D., Enser, M., 2004. Conjugated linoleic acid content of the lamb muscle and liver fed different supplements. *Small Ruminant Research*. 53(1-2): 23-28. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2003.07.006>
- Donna, M.R.W., Hemken, R.W., Jackson, J.A., 2002. Should you be feeding fat to yourj dairy cows. University of Kentucky Concise discussion with helpful tips for managing fat feeding on the farm. Available from URL: <http://www2.ca.uky.edu/agcomm/pubs/asc/asc134/asc134.pdf> (Accessed: 20.10.2020).
- Forrest, J.C., Aberle, E.D., Hedrick, H.B., Judge, M.D., Merkel, R.A., 1975. *Principles of Meat Science*. W.H. Freeman and Company. San Francisco, ISBN: 0716707438 pp. 417.
- Kashan, N.E., Manafi Azar, J., Afzalzadeh, G.H., Salehi, A., 2005. Growth performance and carcass quality of fattening lambs from fat-tailed and tailed sheep breeds. *Small Ruminant Research*, 60(3): 267-71. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.01.001>
- Karaosmanoğlu, F., 2002. Türkiye için çevre dostu-yenilenebilir bir yakıt adayı: Biyomotorin. *Ekojenerasyon Dünyası-Kojenerasyon Dergisi, ICCI 2002 Özel sayısı, İstanbul*, 10: 50–56.
- Karaca, E., Aytaç, S., 2007. The factors affecting on fatty acid composition of oil crops. *Anadolu Journal of Agricultural Science*, 22(1): 123- 131.
- Kayahan, M., 2009. Sağlıklı beslenme açısından trans yağ asitleri. II. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu. 27-29 Mayıs 2009, Van.
- Kaymakçı, M., 2006. İleri koyun yetiştiriciliği, İzmir ili damızlık koyun-keçi yetiştiricileri birliği, Yayın No:1 Bornova, İzmir.
- Lunn, J, Theobald, H.E., 2006. The health effects of dietary unsaturated fatty acids. *Nutrition Bulletin*, 31: 178-224.

- NRC., 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. 362P, National Academy Press, Washington, DC.
- Öztürkcan, O., Demir, E., Görgülü, M., 1996. Çiftlik hayvanlarında yağlanma. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Genel Yayın No 136.
- Öztürk, Y., Odabaşoğlu, F., 2011. The investigation of yield and morphological characteristics of Hamdani sheep in Van area; II. growth, survival rate, fattening performance, slaughter and carcass characteristics of lambs. The Journal of The Faculty of Veterinary Medicine University of Yuzuncu Yıl, 22(2): 81-87.
- Pehlivanoglu, H., Demirci, M., Toker, O. S., Konar, N., Karasu, S., Sagdic, O., 2018. Oleogels, a promising structured oil for decreasing saturated fatty acid concentrations: Production and food-based applications. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 58(8):1330-1341. <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1256866>
- Raes, K., De Smet, S., Demeyer, D., 2004. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: A review. Animal Feed Science and Technology, 113(1-4): 199-221. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2003.09.001>
- Tekin, M.E., Akçapınar, H., 1994. Türk Merinosu ve Lincoln x Türk Merinosu (F<sub>1</sub>) melezi kuzuların büyüme, besi ve karkas özelliklerinin karşılaştırılması. I. büyüme özellikleri. Doğa Türk Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi, 4:181-187.
- Teke, B., Uğurlu, M., Akdağ, F., Arslan, S., Ekiz, B., 2018. Entansif koşullarda beslenen Herik kuzularında karkas kompozisyonunun belirlenmesi. Journal of Faculty of Veterinary Medicine, Erciyes University, 15(1): 1-5.
- Utlu, Z., 2007. Evaluation of biodiesel obtained from waste cooking oil. Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, 29:1295-1304. <https://doi.org/10.1080/00908310500434564>
- Ünal, K., Karakaya, M., 2017. The effect of clove and cinnamon on some physicochemical properties of sucuk produced by different animal fat types. Journal of Tekirdag Agricultural Faculty, 14(3), 55-65.
- Üstün, S., 2006. Biodiesel production from animal fats. PhD Thesis. Selçuk University Institute of Science and Technology.
- Wood, J.D., Richardson, R.I., Nute, G.R., Fisher, A.V., Campo, M.M., Kasapidou, E., Sheard, P.R., Enser, M., 2003. Effects of fatty acids on meat quality: a review. Meat Science, 66(1): 21-32. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00022-6](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00022-6)
- Zhang, Q., Que, M., Li, W., Gao, S., Tan, X., Bu, D., 2021. Gangba sheep in the Tibetan plateau: Validating their unique meat quality and grazing factor analysis. Journal of Environmental Sciences, 101(3): 117-122. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2020.06.024>



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/omuanajas.845088

## Hidroponik mürdümük üretimde bitkisel kaynaklı duman solüsyonlarının etkisi

Medine Çopur Doğrusöz<sup>a\*</sup>, Uğur Başaran<sup>a</sup>, Erdem Gülümser<sup>b</sup>, Hanife Mut<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Yozgat, Türkiye

<sup>b</sup>Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölüm, Bilecik, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: medine.copur@bozok.edu.tr

Geliş/Received 22/12/2020

Kabul/Accepted 28/04/2021

### ÖZET

Bu çalışma bitki kaynaklı duman solüsyonlarının hidroponik ortamda yetiştirilen mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) yem verimi ve kalitesi üzerine etkisini incelemek amacıyla yürütülmüştür. Mürdümük tohumları iki farklı bitkinin (yulaf ve mürdümük) yakılmasıyla elde edilen duman solüsyonlarının 5 farklı konsantrasyonu ile priming işlemine tabi tutulmuştur. Çalışma duman solüsyonu kaynağına göre iki farklı deneme olarak yürütülmüştür. Priming sonrasında hidroponik ortamda yetiştirilen mürdümükte sekizinci günün sonunda verim, ham protein oranı, ham protein verimi, ADF, NDF ve mineral madde içerikleri incelenmiştir. Hidroponik mürdümük filizlerinde taneye oranla kuru ağırlık kaybı gerçekleşmiş ve bu kayıp duman solüsyonu uygulaması ile azaltılmıştır. Duman solüsyon uygulamaları kimyasal özellikler üzerinde de olumlu sonuçlar doğurmuş, yulaf kaynaklı duman solüsyonu protein oranı ve protein verimi, mürdümük kaynaklı solüsyon ise mineral madde içerikleri üzerinde daha etkili olmuştur. Bu çalışma, duman solüsyonunun mürdümüğün hidroponik ortamda gelişmesini teşvik ettiğini ancak, bu durumunun duman solüsyonu kaynağına ve konsantrasyonuna bağlı olarak değiştiğini göstermiştir.

Anahtar Sözcükler:  
Mürdümük,  
Hidroponik yem,  
Duman solüsyonu,  
Protein

## The Effect of Plant-Derived Smoke Solutions in Hydroponic Grass Pea Production

### ABSTRACT

This study was carried out to examine the effect of plant-derived smoke solutions on feed yield and quality of grasspea (*Lathyrus sativus* L.) grown in hydroponic environment. Grasspea seeds were primed with 5 different concentrations of smoke solutions obtained by burning two different plants (oat and grasspea). The study was conducted in two different trials according to the source of smoke solution. The yield, crude protein ratio, crude protein yield, ADF, NDF and mineral matter contents were examined at the end of the eighth day in the seedlings grown in hydroponic environment after priming. In the hydroponic sprouts, a loss of dry weight compared to the grain has occurred and this loss has been reduced with the application of smoke solution. Smoke solution applications have also had positive results on chemical properties; oat-sourced smoke solution has been more effective on protein ratio and protein yield, and grasspea-sourced solution on mineral substance contents. This study showed that the smoke solution promotes the growth of grasspea in a hydroponic environment, but this situation changes depending on the source and concentration of the smoke solution.

Keywords:  
Grasspea,  
Hydroponic Forage,  
Smoke solution,  
Protein

© OMU ANAJAS 2021

## 1. Giriş

Hidroponik yem üretim sistemi topraksız ortamda sadece bitki tohumlarının çimlendirilmesi esasına dayalı alternatif bir kaba yem üretim metodudur. Kısa sürede besin değeri yüksek, düşük maliyetli taze yem sağlayan bu sistem sayesinde yılın her mevsiminde yeşil yem üretimi mümkün olmaktadır.

Hidroponik sistemde, çoğunlukla arpa, buğday, mısır gibi tahıllar farklı büyüklüklere sahip tepsilerde uygun ısı, ışık ve nem altında çimlendirilmektedir. Tohumun çimlendirilip kısa sürede (7-8 gün) besin değeri yüksek, düşük maliyetli taze yeşil yem elde etmek için özel olarak geliştirilmiştir. Samanın üçte biri, yoncanın ise yedide biri kadar maliyete üretilebilen hidroponik yemler, yem giderlerinde % 35-45 tasarruf sağlandığı belirtilmektedir. İlâveten, bu sistemde tarla tarımında kullanılan suyun % 3-5' i ile aynı miktarda yem üretilebilmektedir (Karaşahin, 2014; Baytekin 2015). Hidroponik ortamda büyümüş fideler; gür ve yumuşak yapraklar ve besleyici kök yapısı ile hayvanların severek tükettiği sindirilebilirliği, ham protein oranı, A ve D vitamini bakımından zengin yemlerdir (Sneath ve McIntosh, 2003; Sharif ve ark., 2013). Ayrıca, bu yemler hayvanlarda hastalıklara karşı direnci, döl tutma oranının arttırmakta ve hayvanlara daha yüksek enerji sağlamaktadır (Atıcı, 2012). Hidroponik ortamda çimlendirilen tahılların besin değeri üzerine yapılan araştırmalarda, yüksek konsantrasyonlarda klorofil ve proteaz, amilaz, lipaz, sitokrom, oksidaz, transhidrogenaz, superoksit dismutaz gibi farmakolojik enzimler ile apigenin, kuersetin, luteolin gibi bioflavonoidler içerdiği, vitamin A, B, C, E ve K bakımından zengin olduğu, kalsiyum, fosfor, potasyum, demir, magnezyum, sodyum, sülfür, çinko, bor, mangan, molibden, selenyum ile 17 farklı aminoasidin bulunduğu belirtilmiştir (Shukla ve ark., 2009; Mujoriya and Bodla 2011; Shah ve ark., 2011). Tane yemler yoğun olarak tüketildiklerinde içermiş oldukları konsantre besinler veya toksik bileşikler hayvan sağlığını tehdit edebilmektedir (Naik ve ark., 2012). Bu anlamada tanenin

7-10 gün süreyle çimlendirilmesiyle hem bu tür olumsuzlukların önüne geçilebilmekte hem de kısa sürede tanenin 10 katına kadar ağırlıkta taze yem üretebilmektedir. Dolayısıyla bu teknoloji verimliliği arttırmakta ve özellikle kurak bölgelerde veya kış aylarında hayvanların taze yem ihtiyaçlarının giderilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Hidroponik sistemde, filizlerin yüksek su içeriğinden dolayı taze ağırlığın artmakta ancak kuru madde fotosentezle ikame edilemediğinden kuru ağırlık önemli ölçüde azalmaktadır. Bautista (2002), Morgan ve ark. (1992), Naik ve ark. (2013), hidroponik üretimde taze ağırlıkta 5-10 kat artışa rağmen kuru ağırlıkta önemli bir azalma olduğunu bildirmişlerdir. Fazaali ve ark. (2012), yedinci günde hasat edilen arpanın kuru madde içeriğinin yüzde 15'in altında olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, hidroponik üretimde verim ve kalite; sistem yönetimi, kullanılan tohum çeşidi ve kalitesi, sulama süresi ve sıklığı, ön ıslatma süresi, bitki besi elementi varlığı, sıcaklık, nem oranı, ışık yoğunluğu ve pozisyonu, tohum yoğunluğu ve yetiştirme süresi gibi özelliklerden etkilenmektedir. Hidroponik yemlerde hem kuru ağırlık kaybını azaltmak hem de verim ve kaliteyi arttırmak için, tohum çimlenmesini ve fide büyümesini olumlu yönde etkileyen çeşitli priming uygulamaları (osmo ve hidro priming, farklı sıcaklıklar, hormonlar ve bazı kimyasallar) bulunmaktadır (Yari ve ark. 2010). Bu priming uygulamalarından son zamanlarda yaygınlaşan biri de duman solüsyonlarıdır. Organik atıkların yakılarak dumanın suda tutulmasıyla elde edilen duman solüsyonları doğrudan tohuma uygulandığı gibi veya toprağa da uygulanmaktadır.

Bitki kaynaklı duman solüsyonları, yakılan bitkiye bağlı olarak, çimlenme ve fide büyümesi üzerinde önemli etkilere sahiptir (Jefferson ve ark., 2008; Linton ve Menges, 2008; Dixon ve ark., 2009). Ayrıca duman solüsyonları yem bitkilerinin kalitesi ve verimi üzerinde olumlu etkileri olduğu bazı araştırmacılar tarafından da gösterilmiştir (Doğrusöz ve ark. 2019; Başaran ve ark. 2019). Duman solüsyonları bünyesinde fazla sayıda kimyasal bulunduğu ve çimlenme üzerindeki etkinin butenoloid (3-metil-2Hfuro [2,3-c] piran-2-on) ve yanmış selülozdan kaynaklandığı tespit edilmiştir (Van Staden ve ark. 2004; Flematti ve ark. 2004). Karrisinolid olarak da adlandırılan butenoloid, tohumların fitohormonlara, ışığa gereksinimlerinde ve tohum kabuğu geçirgenliğinde değişikliğe neden olmaktadır.

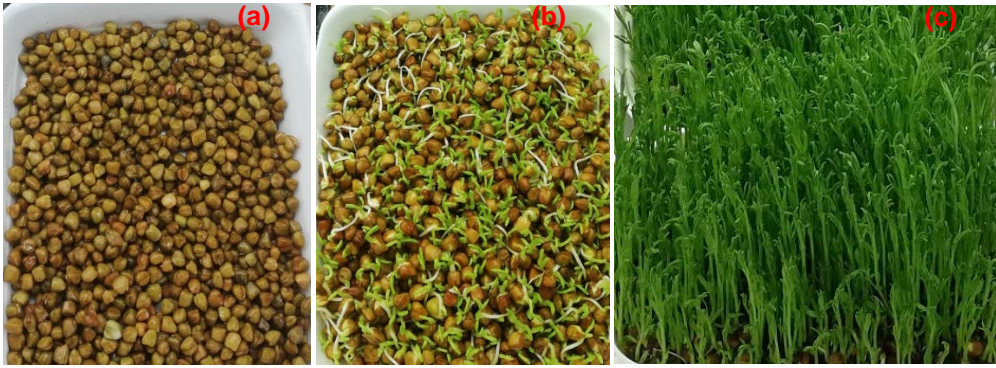
Bu çalışma duman solüsyonu ile priming işleminin mürdümünün hidroponik ortamda gelişmesi üzerine etkilerini dolayısıyla daha verimli ve kaliteli yem üretimine katkısını incelemek üzere yürütülmüştür.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışma, 2019 yılında ve Yozgat Bozok Üniversitesi Ziraat Fakültesi bünyesindeki iklim odasında yürütülmüştür. Çalışmada, hidroponik yem üretimi için mürdümük tohumları materyal olarak kullanılmıştır. Mürdümük tohumlarına priming uygulaması için yulaf (*Avena sativa* L.) ve mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) samanından elde edilmiş iki farklı duman solüsyonu kullanılmıştır. Duman solüsyonları, yulaf ve mürdümüğün tohum hasadı sonrasında kalan samanlarının yakılmasıyla elde edilmiştir. Her iki tür içinde, 2 kg saman yakılarak özel düzenek yardımıyla 4L saf su içerisinde tutulmuştur (Ghebrehiwot ve ark., 2009; Başaran ve ark., 2019). Yakma işlemi sonrasında duman solüsyonları filtre kâğıdından süzölmüştür. Bu şekilde elde edilmiş stok



solüsyonlardan 5 farklı konsantrasyon (% 0, 1, 5, 10 ve 15) oluşturulmuştur. Çalışma her işlem üç tekrarlamalı olarak tesadüf blokları deneme deseninde oluşturulmuş ve her solüsyon için farklı bir deneme kurulmuştur. Her işlem için 100 g mürdümük tohumu %10' lik sodyum hipoklorit çözeltisinde 5 dk bekletilerek sterilize edilmiştir (Al-Karaki ve Al-Momani, 2011). Sterilizasyon sonrasında yıkanan tohumlar duman solüsyonlarının farklı konsantrasyonlarında 18 saat 22 °C' de bekletilerek priming işlemi tamamlanmıştır. Daha sonra tohumlar 3 kez çeşme suyunda ve son olarak steril suyla yıkanarak hidroponik üretim için 15×16×5 cm kaplara yerleştirilmiştir. Denemeler iklim odasında 8 gün boyunca devam etmiştir (Şekil 1 ve 2). Denemeler ilk iki gün 25 °C' de karanlık şartlarda, kalan 6 günde ise 25 °C' de 16:8 saat aydınlık/karanlık fotoperiyot da tutulmuştur. Sulama günde 6 kez sprey halinde ve eşit miktarda yapılmıştır.



Şekil 1. Mürdümüğün hidroponik ortamda 1. (a) 4. (b) ve 8. (c) günlerdeki gelişimi

Figure 1. The development of grass pea in hydroponic environment on the 1st (a) 4th (b) and 8th (c) days



Şekil 2. Duman solüsyonu ile priming edilmiş mürdümüğün hidroponik ortamda 8. gün genel görünümü

Figure 2. General view of grass pea primed with smoke solution on day 8 in hydroponic environment

Sekiz gün sonunda kaplardaki tüm bitki materyalleri alınarak 65 °C' de 48 saat kurutma kabiniinde kurutulmuş ve örnekler tartılarak kuru ağırlıkları g cinsinden elde edilmiştir. Kuru ağırlık (KA) hesaplanırken işleme ait tüm kapta bulunan filizler tartıldığı için g/işlem cinsinden ifade edilmiştir. Kurutulmuş örnekler ot değirmeni ile öğütülerek 1mm' lik elekten geçirilmiştir. Öğütülmüş örnekler NIRS (Foss 6500) cihazında (near infrared reflectance spectroscopy; Silver Spring, MD, USA), IC0904FE programı ile ham protein (HP;%), ADF (acid detergent fiber,%), NDF (neutral detergent fiber;% ) ve mineral madde (Ca, P, K and Mg;% ) analizleri yapılmıştır. Ham protein verimi (HPV;g) ise ham protein oranı ile kuru ağırlığın çarpılmasıyla elde edilmiştir. Başlangıç materyali olarak mürdümük tanesi ortalama % 26.3 HP, % 0.15Ca, % 0.84 K, % 0.16 Mg, % 0.33 P, 87.2 ppm Fe, 10.05 ppm Cu ve 77.35 ppm Zn içermektedir.

Her iki denemede SPSS 20.0 paket programı ile ayrı ayrı tesadüf parselleri deneme desenine göre analiz edilmiş ve ortalamalar arasındaki fark S\_Duncan çoklu karşılaştırma testi ile incelenmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Farklı duman solüsyonları ve konsantrasyonları ile tohuma yapılan ön uygulamalar (priming) Hidroponik ortamda mürdümüğün kuru ağırlık, ham protein oranı, ham protein verimi, ADF, ve NDF içeriklerine etkisi Çizelge 1’ de, mineral madde içerikleri üzerine etkisi ise Çizelge 2’ de verilmiştir.

Hidroponik ortamda çimlenme sürecinde taneye kıyasla kuru ağırlık kaybı beklenen bir durumdur (Naik ve ark. 2013; Fazaeli ve ark. 2012). Nitekim, bu durum hidroponik üretimin en önemli sorunlarından birisidir. Başlangıç ağırlığı 100 g olan mürdümük tanelerinde sekiz günün sonunda kuru ağırlık solüsyon kaynağından ve solüsyon x doz interaksyonundan etkilenmemiştir. Ancak kuru ağırlık mürdümük solüsyonunda ortalama 92.11 g/işlem iken yulaf solüsyonunda ise göreceli olarak daha düşük ve ortalama 91.83 g/işlem olmuştur. Benzer şekilde, önemli olmamakla birlikte, solüsyon uygulaması tüm dozlarda kontrolün (89.62 g/işlem) üzerinde kuru ağırlığa sahip olmuştur (Çizelge 1).

Çizelge 1. Farklı kaynaklardan elde edilmiş duman solüsyonlarının hidroponik ortamda mürdümüğün kuru ağırlık, ham protein oranı, ham protein verimi, ADF ve NDF içeriklerine etkisi

Table 1. The effect of smoke solutions obtained from different sources on dry weight, crude protein ratio, crude protein yield, ADF and NDF contents of grass pea in hydroponic environment.

	Dozlar (%)	KA g/işlem	HP** %	HPV* g#	ADF* %	NDF %
Yulaf Solüsyonu	0	89.62	33.03 b	29.60 c	18.75 a	24.33
	1	96.19	35.10 a	33.76 a	17.46 ab	21.21
	5	90.48	35.86 a	32.45 ab	16.29 bc	20.76
	10	90.00	35.52 a	31.97 abc	15.62 bc	21.83
	15	92.86	36.10 a	33.52 a	16.64 bc	19.87
	Ort.	91.83	35.12 A*	32.26 A*	16.95	21.60
Mürdümük Solüsyonu	0	89.62	33.03 b	29.60 c	18.75 a	24.33
	1	92.27	33.12 b	30.56 bc	17.28 abc	20.04
	5	94.42	33.32 b	31.46 abc	16.73 bc	20.40
	10	91.96	32.91 b	30.26 bc	15.63 bc	19.37
	15	92.26	34.84 a	32.14 abc	15.16 c	15.88
	Ort.	92.11	33.44 B	30.81 B	16.71	20.00

#: işleme ait tüm bitki materyalindeki protein verimini ifade etmektedir. \*:P<0.05; \*\*:P<0.01, aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur (p<0.05).

Mürdümük filizlerinin ham protein oranı üzerinde solüsyon kaynağı (p<0.05) ve solüsyon x doz interaksyonu (p<0.01) önemli olmuştur. Solüsyon kaynakları kıyaslandığında yulaf solüsyonunda mürdümük solüsyonundan daha yüksek ortalama protein oranı (% 35.12) belirlenmiştir. Yulaf solüsyonunun tüm dozları protein oranı bakımından aynı grupta ve kontrolden (% 33.03) yüksek olmuştur. Mürdümük solüsyonunu uygulamasında ise en yüksek protein oranı % 15’lik konsantrasyonda elde edilmiş, diğer dozlar kontrolle aynı grupta yer almışlardır. Ham protein verimi de solüsyon kaynaklarından önemli derecede (p<0.05) etkilenmiş ve ortalama olarak yulaf solüsyonunda (32.26 g/KA) daha yüksek olmuştur. Ayrıca, ham protein verimi (HPV) bakımından kaynak x doz inereksiyonu önemli (p<0.05) bulunmuştur. Buna göre duman solüsyonu uygulamasında bütün dozlarda kontrolden (29.60 g/KA) daha yüksek HPV tespit edilmiştir. Hidroponik ortamda yetiştirilen mürdümük filizlerinin ADF ve NDF içeriği üzerinde solüsyon kaynağı önemli bir etki göstermemiştir. Buna karşın ADF içeriği üzerinde kaynak x doz interaksyonu önemli (p<0.05) bulunmuş ancak, özellikle yüksek dozlarda (>%1) duman solüsyonu uygulamalarında kontrolden (% 18.75) daha düşük değerler elde edilmiştir. (Çizelge 1).

Mürdümük filizlerinin mineral madde içeriği üzerinde hem solüsyon kaynağı (p<0.01) hem de solüsyon x doz interaksyonu (p<0.05, p<0.01) önemli olmuştur (Çizelge 2). Mürdümük kaynaklı solüsyon uygulandığında yulaf solüsyonuna göre incelenen tüm elementler daha yüksek ortama değere sahip olmuştur. Filizlerin Ca içeriği, yulaf solüsyonu uygulanan tüm işlemlerde kontrolden düşük mürdümük uygulananlar da ise yüksek olmuş, solüsyon dozları arsında ise farklılık gözlenmemiştir. Benzer şekilde yulaf solüsyonu diğer incelen elementleri de olumsuz etkilemiş ve K, Mg, P ve Fe içeriğinde kontrolden daha düşük değerlere yol açmıştır. Ancak yulaf solüsyonu Cu içeriği bakımından % 5 ve 15 konsantrasyonlarda, Zn içeriği ise %15 konsantrasyonda kontrolle aynı grupta yer almıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Farklı kaynaklardan elde edilmiş duman solüsyonlarının hidroponik ortamda mürdümüğün mineral madde üzerine etkisi

Table 2. The effect of smoke solutions obtained from different sources on mineral contents of grass pea in a hydroponic environment.

	Dozlar (%)	Ca** %	K** %	Mg** %	P** %	Fe** ppm	Cu* ppm	Zn** ppm
Yulaf Solüsyonu	0	0.15 b	0.81 abc	0.15 a	0.36 abc	71.99 a-d	8.92 abc	92.13 ab
	1	0.10 c	0.56 d	0.08 b	0.24 de	61.14 de	6.30 c	74.43 c
	5	0.10 c	0.66 cd	0.10 b	0.29 cde	64.23 cde	8.62 abc	81.48 bc
	10	0.09 c	0.53 d	0.08 b	0.23 e	57.86 e	7.31 bc	72.78 c
	15	0.12 c	0.72 bcd	0.11 b	0.32 bcd	69.79 b-e	9.88 ab	86.75 abc
	Ort.**	0.11 B	0.66 B	0.10 B	0.29 B	65.00 B	8.21 B	81.51 B
Mürdümük Solüsyonu	0	0.15 b	0.81 abc	0.15 a	0.36 abc	71.99 a-d	8.92 abc	92.13 ab
	1	0.21 a	0.92 ab	0.19 a	0.39 ab	83.33 a	10.51 a	100.37 a
	5	0.18 ab	0.89 ab	0.19 a	0.39 ab	77.77 ab	9.94 ab	96.80 ab
	10	0.19 ab	0.96 a	0.19 a	0.42 a	79.81 ab	10.69 a	97.31 ab
	15	0.18 ab	0.84 abc	0.17 a	0.36 abc	75.00 abc	9.63 ab	92.71 ab
	Ort.**	0.18 A	0.88 A	0.18 A	0.38 A	77.58 A	9.94 A	95.91 A

\*:P<0.05; \*\*:P<0.01, aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur (p<0.05).

Hidroponik ortamda yetiştirilen mürdümük filizlerinde sekizinci günün sonunda taneye oranla, kuru ağırlık ve kimyasal içerik bakımından önemli değişiklikler tespit edilmiştir. Bu açıdan kuru ağırlık azalmış, protein ve mineral madde içeriği ise artmıştır. Benzer sonuçlar daha önce de birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Bautista 2002; Morgan ve ark. 1992; Naik ve ark. 2013; Fazaeli ve ark. 2012). Duman solüsyonu uygulamaları incelen özellikler üzerinde etkili olmuş ve genellikle olumlu sonuçlar doğurmuştur. Duman solüsyonu uygulanan işlemlerde kontrole oranla kuru ağırlık kaybı azalmış, protein ve mineral madde içeriği ise artmıştır. Buna göre hidroponik ortamda duman solüsyonu uygulamaları mürdümüğün beslenme değerinin artmasına katkı sağlamıştır. Ancak duman solüsyonunun hazırlanmasında kullanılan bitki ve solüsyonun dozunda incelenen özellikler, özellikle kimyasal özellikler üzerinde etkili olmuştur. Ortalama değerlere bakıldığında yulaf kaynaklı solüsyon protein oranı ve veriminde, mürdümük kaynaklı solüsyon ise mineral madde içeriğinde daha etkili olmuştur. Duman solüsyonlarının çimlenme ve fide büyümesi üzerine uyarıcı etkisi birçok çalışmada (Ghebrehiwot ve ark., 2012) tespit edilmiştir. Oluşan bu etkiler duman solüsyonlarının kaynağına ve konsantrasyonuna bağlı olarak önemli ölçüde değişmekte (Kulkarni ve ark. 2007; Mojzes ve Kalapos, 2014; Aslam ve ark., 2015; Abu ve ark., 2016), olumlu etkiler genellikle düşük dozlarda tespit edilirken yüksek dozların toksik etki gösterdiği bildirilmektedir. Abedi ve ark. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada, duman solüsyonu konsantrasyonlarının (1: 1000 ve 1: 500, v / v) farklı türler üzerinde farklı şekilde etkilendiğini belirtilmiştir. Catav ve ark. (2012), ise duman solüsyonlarının bazı bitkilerde etkisiz olduğu ve özellikle yüksek konsantrasyonlarda toksik etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Bitkisel kaynaklı duman solüsyonlarının bu değişken etkileri açıkça gösterilmiş olmasına rağmen, bitki büyümesini nasıl etkilediği bilinmeyen birçok kimyasala sahip olmasından (Sriharti ve ark., 2020) dolayı, net olarak bilinmemektedir. Mevcut çalışmada olumlu etkiler genellikle yüksek dozlarda tespit edilmiştir. Bu durum duman solüsyonunun hazırlanmasında kullandığımız bitkilerden veya çözelti konsantrasyonlarımızdan kaynaklanmış olabilir. Özellikle konsantrasyon değişken bir özellik olup stok çözeltiye yani ne kadar bitkinin yakıldığı ve dumanın ne kadar suda tutulduğuyula ilişkilidir. Yani doz genellikle çalışmaya özgü bir değeri ifade etmektedir. Bu bakımdan çalışmalar arasında farklılıkların olmasını beklenen bir durumdur. Bu durum duman solüsyonu çalışmalarında kaynak ve dozun önemini göstermekte ve beklenen olumlu etki için türe özgü çalışmaların gereğini ortaya koymaktadır.

Duman solüsyonunun farklı bitkilerde filizlerinin kuru ağırlık üzerine pozitif etkisi Kulkarni ve ark. (2007) ve Başaran ve ark. (2019) tarafından da bildirilmiştir. Filizlerin ham protein oranı ve ham protein verimi duman solüsyonu konsantrasyonlarından önemli ölçüde etkilenmiş ve yulaf kaynaklı solüsyon mürdümük solüsyonundan daha etkili olmuştur. Duman solüsyonu uygulanan işlemlerin ham protein verimi kontrolden yüksek olmuştur. Bitkisel kaynaklı duman solüsyonu ile priming işleminin mısırdada (Waheed ve ark. 2016, Aslam ve ark. 2019) ve mürdümükte (Başaran ve ark. 2019) protein içeriğini arttırmıştır. Jamil ve ark. (2020), düşük konsantrasyonlarda duman solüsyonu ile priming edilen pirinç tohumlarında protein ve karbonhidrat içeriğinin arttığını tespit etmişlerdir.

#### 4. Sonuç

Çalışmada, bitki kaynaklı duman solüsyonları ile priming işleminin hidroponik ortamda yetiştirilen mürdümük üzerine etkinliği incelenmiştir. Bu amaçla yulaf ve mürdümük hasat artıklarının yakılarak elde edildiği iki farklı duman solüsyonu ve farklı konsantrasyonları değerlendirilmiştir. Genel olarak, hidroponik üretim sistemi üzerinde duman çözeltileri ile primin işleminin olumlu ve uyarıcı etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre kuru ağırlık üzerine her iki kaynağında pozitif etki yaptığı ve ham protein oranı ve veriminde ise yulaf kaynaklı duman solüsyonunun daha etkili olduğu belirlenmiştir. Ancak mineral madde içeriğinde mürdümük solüsyonunun teşvik edici olmasına karşın yulaf solüsyonu olumsuz etki göstermiştir. Sonuç olarak mürdümük tohumlarına kendi hasat artığından elde edilen duman solüsyonu ile priming işlemi uygulandığında hidroponik ortamda daha kaliteli ve verimi yüksek bir yem elde edilebileceği ortaya konmuştur.

#### Teşekkür

Bu çalışma 6602a-ZF / 18-240 proje numarası ile Yozgat Bozok Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Müdürlüğü tarafından desteklenmiştir.

#### Kaynaklar

- Abu, Y., Romo, J.T., Bai, Y., Coulman, B., 2016. Priming seeds in aqueous smoke solutions to improve seed germination and biomass production of perennial forage species. *Can. J. Plant Sci.* 96:551–563.
- Abedi, M., Zaki, E., Erfanzadeh, R., Naqinezhad, A., 2018. Germination patterns of the scrublands in response to smoke: The role of functional groups and the effect of smoke treatment method. *South African Journal of Botany*, 115:231–236.
- Al-Karaki, G.N., Al-Momani, N. 2011. Evaluation of some barley cultivars for green fodder production and water use efficiency under hydroponic conditions. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 7(3):448-457.
- Aslam, M., Jamil, M., Khaton, A., Salah, E.E.H., Nasser, A.A.S., Shakirullah, K.S., Ijaz, M., Shafiq, U.R., 2015. Does weeds-derived smoke improve plant growth of wheat. *Journal of Bio-Molecular Sciences (JBMS)*, 3(2):86-96.
- Aslam, M., Rehman, S., Khaton, A., Jamil, M., Yamaguchi, H., Hitachi, K., Tsuchida, K., Li, X., Sunohara, Y., Matsumoto, H., Komatsu, S., 2019. Molecular Responses of Maize Shoot to a Plant Derived Smoke Solution. *Int. J. Mol. Sci.* 20, 1319.
- Atıcı, K.D., 2012. Hasılatik yem derdini ortadan kaldırıyor. *Tarım Gündem Dergisi*, Sayı 9 (Temmuz-Ağustos), Sayfa:96-97.
- Baytekin, H., 2015. Kaba yeme alternatif lazım. Erişim adresi: <http://bigagunlugu.com/yazarDetay.aspx?yazarID=5&haberID=3987> Erişim tarihi: 01.04.2015
- Basaran, U., Dogrusoz, M., Gulumser, E., Mut, H., 2019. "Using smoke solutions in grass pea (*Lathyrus sativus* L.) to improve germination and seedling growth and to reduce toxic compound ODAP". *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 43:518-526
- Bautista, S.H., 2002. Producción de forraje verde hidropónico de trigo *Triticum aestivum* L. para el mantenimiento de conejos criollos *Oryctolagus cuniculus*. MSc thesis, Universidad Autónoma de Guerrero (UAG) Chilpancingo, Guerrero, México.
- Catav, S.S., Bekar, I., Ates, B.S., Ergun, G., Oymak, F., Ulker, E.D., Tavsanoglu, C., 2012. Germination response of five eastern Mediterranean woody species to smoke solutions derived from various plants. *Turk J Bot* 36: 480-487.
- Dixon, K.W., Merritt, D.J., Flematti, G.R., Ghisalberti, E.L., 2009. Karrikinolide – a phytoactive compound derived from smoke with applications in horticulture, Ecological Restoration and Agriculture. *Acta Hort*, 813:155-170.
- Dogrusoz, M., Gulumser, E., Basaran, U., Mut, H., 2019. The Effect of smoke solutions on the germination and seedling growth of common vetch (*Vicia sativa* L.) and grass pea (*Lathyrus sativus* L.) 2nd international scientific research congress, 27-29 September, Kayseri, s:97-105.
- Fazaeli, H., Golmohammadi, H.A., Tabatabayee, S.N., Asghari-Tabrizi, M., 2012. Productivity and Nutritive Value of Barley Green Fodder Yield in Hydroponic System. *World Applied Sciences Journal*, 16(4):531-539.
- Flematti, G.R., Ghisalberti, E.L., Dixon, K.W., Trengove, R.D., 2004. A compound from smoke that promotes seed germination. *Science*, 305:977.

- Ghebrehiwot, H.M., Kulkarni, G.M., Kirkman, K.P., Van Staden, J., 2009. Smoke solutions and temperature influence the germination and seedling growth of South African Mesic Grassland Species, *Rangeland Ecology & Management*, 62(6):572-578.
- Jamil, M., Jahangir, M., Rehman, S.U., 2020. Smoke induced physiological, biochemical and molecular changes in germinating rice seeds. *Pak. J. Bot.*, 52(3): 865-871.
- Jefferson, L.V., Pennacchio, M., Havens, K., Forsberg, B., Sollenberger, D. 2008. Ault J Ex situ germination responses of Midwestern USA prairie species to plant-derived smoke. *Am. Midl. Nat.* 159:251-256.
- Karasahin, M., 2014. Effects of Different Applications on Dry Matter and Crude Protein Yields in Hydroponic Barley Grass Production As a Forage Source. Suleyman Demirel University, *Journal of Agriculture Faculty* 9(1):27-33.
- Kulkarni, M.G., Ascough, G.D., Van Staden, J., 2007. Effects of foliar applications of smoke-water and a smoke-isolated butenolide on seedling growth of okra and tomato. *HortScience* 42:179182.
- Lindon, H.L., Menges, E., 2008. Effects of smoke on seed germination of twenty species of fire-prone habitats in Florida. *Castanea* 73:106-110.
- Mojzes, A., Kalapos, T., 2014. Plant-derived smoke stimulates germination of four herbaceous species common in temperate regions of Europe. *Plant Ecol.*, 215:411–415.
- Morgan, J., Hunter, R.R., O'Haire, R., 1992. Limiting factors in hydroponic barley grass production. In the proceeding of the 8th International congress on soil less culture, 241-261.
- Mujoriya, R., Bodla, R.B., 2011. A study on wheat grass and its nutritional value. *Food Science and Quality Management*, 2:1-8.
- Naik, P.K., Dhuri, R.B., Swain, B.K., Singh, N.P., 2012. Nutrient changes with the growth of hydroponics fodder maize. *Indian Journal of Animal Nutrition*, 29(2):161-163.
- Naik, P.K., Dhuri, R.B., Karunakaran, M., Swain, B.K., Singh, N.P., 2013. Hydroponic technology for green fodder production. *Indian Dairyman* 65: 54-58.
- Shah, K.V., Kapupara, P.K., Desai, T.R., 2011. Determination of sodium, potassium, calcium and lithium in a wheat grass by flame photometry. *Pharma Science Monitor An International Journal of Pharmaceutical Sciences* 900-909.
- Sharif, M., Hussain, A., Subhani, M., 2013. Use of sprouted grains in the diets of poultry and ruminants *Indian Journal of Research* 2(10):4-7.
- Shukla, V., Vashistha, M., Singh, S.N., 2009. Evaluation of antioxidant profile and activity of amalaki (*Emblia officinalis*), spirulina and wheat grass. *Indian Journal of Clinical Biochemistry* 24(1):70-75.
- Sneath, R., McIntosh, F. 2003. Review of hydroponic fodder production for beef cattle. Queensland Government, Department of Primary Industries, Dalby, Queensland.
- Sriharti, Indriati, A., Dyah, S., 2020. Utilization of liquid smoke from cocoa pod husk (*Theobroma cocoa* L) for germination of red seed (*Capsicum annum* L). *Asian Journal of Applied Sciences* (ISSN: 2321 – 0893), Volume 08 – Issue 01, 1-11.
- Van Staden, J., Jäger, A.K., Light, M.E., Burger, B.V, 2004. Isolation of the major germination cue from plant-derived smoke. *South African Journal of Botany* 70, 654–659.
- Waheed, M.A., Muhammad, J., Muhammad, D.K., Shakirullah, K.S., UrRehman, S., 2016. Effect of plant-derived smoke solutions on physiological and biochemical attributes of maize (*Zea mays* L.) under salt stress. *Pak J Bot* 48:1763-1774.
- Yari, L., Aghaalikhani, M., Khazaei, F., 2010. Effect of Seed priming duration and temperature on seed germination behavior of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science* 5(1):5-8.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.845337

Farklı yulaf (*Avena sativa* L.) genotiplerinin destek sulamalı ve sulamasız koşullarda bazı kalite özelliklerinin değerlendirilmesi

Zeki Mut<sup>a</sup>, Necibe Demirtaş<sup>b</sup>, Özge Doğanay Erbaş Köse<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Bilecik, Türkiye

<sup>b</sup>Amasya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Amasya, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: [ozgedoganay.erbas@bilecik.edu.tr](mailto:ozgedoganay.erbas@bilecik.edu.tr)

Geliş/Received 22/11/2020

Kabul/Accepted 28/04/2021

ÖZET

Yulaf nişasta, protein, diyet lif, yağ asitleri ve  $\beta$ -glukan gibi besin maddeleri açısından zengin olduğundan hem insanlar hem de hayvanlar için önemli bir temel besin kaynağı olarak kullanılmaktadır. Bu çalışma, 22 yulaf genotipinin bazı kalite özelliklerinin, yağışa dayalı ve destek sulamalı koşullarda incelenmesi amacıyla 2016-2017 yetiştirme sezonunda Yozgat'ın Yerköy ilçesinde yürütülmüştür. Denemeler üç tekrarlamalı olarak tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Araştırmada genotiplerin nişasta, protein,  $\beta$ -glukan, yağ ve yağ asitleri oranları ile asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) ve nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) değerleri incelenmiştir. Yağışa dayalı koşullarda genotiplerin nişasta oranı %37.1-47.6, protein oranı % 12.7-15.2,  $\beta$ -glukan oranı % 3.53-4.58, yağ içeriğinin %4.64-7.89, linoleik asit içeriğinin % 28.8-37.2, oleik asit içeriğinin % 37.1-47.1, palmitik asit içeriğinin % 21.7-23.5, stearik asit içeriğinin % 1.74-2.05, ADF değerinin %11.9-16.9 ve NDF değerinin %30.1-37.1 arasında değiştiği belirlenmiştir. Destek sulamalı koşullarda ise genotiplerin nişasta oranı % 39.4-49.0, protein oranı %12.3-14.6,  $\beta$ -glukan oranı % 3.44-4.06, yağ içeriği % 4.87-8.27, linoleik asit içeriği % 29.0-37.1, oleik asit içeriği % 36.3-46.5, palmitik asit içeriği % 22.7-24.8, stearik asit içeriği % 1.86-2.05, ADF değeri % 12.0-16.3 ve NDF değeri % 30.3-37.5 arasında değişmiştir. Yağışa dayalı koşullarda G3, G6, G8, G9 ve G15 numaralı genotipler, destek sulamalı koşullarda G3, G8, G9, G11, G13 ve G15 numaralı genotipler nişasta, protein ve  $\beta$ -glukan içeriği bakımından ortalamanın üstünde değerlere sahip olurken, ADF ve NDF içeriği bakımından ortalamanın altında değerlere sahip olmuşlardır.

Anahtar Sözcükler:  
Yulaf  
Sulama  
Kalite  
Protein  
 $\beta$ -glukan

Evaluation of Some Quality Traits of Different Oat (*Avena sativa* L.) Genotypes under Supplemented Irrigation and Without Irrigation

ABSTRACT

Oat is use as an important source of essential nutrients for both humans and animals because of it is rich in nutrition composition like starch, protein, dietary fiber, fatty acid and  $\beta$ -glukan etc. This study was conducted to determine some quality traits of 22 oat genotypes in rainfall and supplemented irrigation conditions during 2016-2017 growing season at Yerköy/Yozgat. Experiments were carried out in randomized complete block design with three replications. In the trials, starch, protein,  $\beta$ -glukan, fat, fatty acid ratios, acid detergent fiber (ADF) and neutral detergent fiber (NDF) values were investigated. In experiment without irrigation, among the genotypes, starch ratio varied from 37.1 to 47.6%, protein ratio from 12.7 to 15.2%,  $\beta$ -glukan content from 3.53 to 4.58%, fat ratio from 4.64 to 7.89%, linoleic acid content from 28.8 to 37.2%, oleic acid content from 37.1 to 47.1%, palmitic acid content from 21.7 to 23.5%, stearic acid content from 1.74 to 2.05%, ADF content from 11.9 to 16.9% and NDF content from 30.1 to 37.1%. In the trial irrigated with supplemented irrigation, among the genotypes, starch ratio varied from 39.4 to 49.0%, protein ratio 12.3 to 14.6%,  $\beta$ -glukan content from 3.44 to 4.06%, fat ratio from 4.87 to 8.27%, linoleic acid content from 29.0 to 37.1%, oleic acid content from 36.3 to

Keywords:  
Oat  
Irrigation  
Quality  
Protein  
 $\beta$ -glukan

46.5%, palmitic acid content from 22.7 to 24.8%, stearic acid content from 1.86 to 2.05%, ADF content from 12.0 to 16.3% and NDF content from 30.3 to 37.5%. Genotypes G3, G6, G8, G9 and G15 under rainfall conditions, genotypes G3, G8, G9, G11, G13 and G15 under supplemented irrigation had higher than average values in terms of starch, protein and  $\beta$ -glucan values while they had below average values in terms of ADF and NDF.

## 1. Giriş

Her yıl Dünya’da 23 milyon ton Türkiye’de ise 265 bin ton yulaf (*Avena sativa* L.) tane ürünü elde edilmektedir. Türkiye 2.42 ton ha<sup>-1</sup> verimi ile dünya ortalamasının üstünde yulaf verimine (2.34 ton ha<sup>-1</sup>) sahiptir. Yulaf hem Dünya’da hem de Türkiye’de tahıl üretimi içinde 6. sırada yer almaktadır (FAO, 2018). Diğer tahıl mahsulleri ile karşılaştırıldığında yulaf, düşük verimli topraklar dahil olmak üzere marjinal alanlarda üretime daha uygun olan düşük girdili bir tahıldır (Hoffmann, 1995).

Besin içeriği diğer bütün tahıl türlerinden yüksek olan yulaf tanesi (Rauf ve ark., 2019), protein,  $\beta$ -glukan, karbonhidrat, yağ, yağ asitleri, vitaminler, mineraller, bazı antioksidanlar ve anti-kanserojen maddeler bakımından zengin olduğundan sağlık açısından da oldukça yararlıdır (Li ve ark., 2017; Michels ve ark., 2020). Son çalışmalar yulaf tüketiminin kardiyovasküler hastalık riskindeki azalmadan (Grundy ve ark., 2018) bazı kanser türlerinin önlenmesine (Meydani, 2009) kadar insan sağlığı üzerindeki birçok faydalı etkisini ortaya koymuştur. Ayrıca, yulafın içerdiği çözünür diyet lifi olan  $\beta$ -glukanın insanlarda kandaki kolesterol ve kan glukoz seviyelerini düşürdüğü, kronik kalp hastalıklarına yakalanma riskini azalttığı, bağışıklık sistemini güçlendirmeye yardımcı olduğu belirlenmiştir (Tiwari ve Enda, 2009). Yaygın olarak, iyi bir at yemi olarak bilinmesinin yanında aynı zamanda tüm genç hayvanlar, süt hayvanları ve kümes hayvanları içinde iyi bir yem kaynağıdır (Acar ve ark., 1995). Kullanım amacına göre besin içerikleri farklı yulaflar tercih edilebilmektedir. Hayvan beslenmesinde yulaftan en iyi şekilde yararlanabilmek için yulaf tanesinin yağ ve protein oranının yüksek, bunun aksine  $\beta$ -glukan oranının ise düşük olması istenmektedir. İnsan beslenmesinde ise yağ oranının ise düşük, protein ve  $\beta$ -glukan oranının yüksek olması istenmektedir (Peterson ve ark., 2005). Son yıllarda yulafın; un, gevrek, kepek olarak kahvaltılık ürünlerde, birçok endüstriyel gıdaların içerisinde, ilaç ve kozmetik sanayinde kullanımı artmış ve popüler bir bitki haline gelmiştir.

Ülkemizde son yıllarda mevcut tarımı yapılan türlere alternatif olabilecek sulamasız şartlarda dekara verimi ve besin değeri yüksek bitkilerin arayışları hızla artmaktadır. Yulaf özellikle Orta Anadolu Bölgesi’nde mevcut üretilen bitkiler ile münavebeye girebilecek önemli bir tahıldır. Diğer bütün ürünlerde olduğu gibi yulaf çeşitlerinde de yüksek tane verimi en çok istenen özelliktir (Tamm, 2003). Fakat günümüzde verim kadar kalitede yulafta ön plana çıkmıştır.

Kalite ve verim açısından üstün çeşit veya genotiplerin belirlenmesi, ürün çeşitliliğini ve daha ekonomik üretimi sağlayacaktır. Verim ve kalite üzerine çeşit kadar bölgelere göre değişen çevre koşulları ve yetiştirme teknikleri etkili olmaktadır. Verimde önemli artışlar sağlayan sulama, yetiştirmede uygulanan önemli faktörler arasında yer almaktadır. Kuru tarım alanlarında yetiştirme tekniklerinin kullanılması, uygun çeşit ve iyi tohumluk kullanılması, sulu tarım alanlarında yulaf yetiştiriciliğine yer verilmesi verimi ve kaliteyi artırmak için gerekli uygulamalar olarak ön plana çıkmaktadır. Bu çalışmanın amacı; Yozgat koşullarında hem yağışa dayalı hem de destek sulama ile sulanan koşullarda farklı yulaf çeşit ve genotiplerinin tane kalite özelliklerini belirlemektir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, Checota, Yeniçeri, Kahraman ve Kırklar olmak üzere tescilli dört çeşit ve 18 ileri seviyedeki hat ile birlikte toplam 22 yulaf genotipi materyal olarak kullanılmıştır. Çizelge 1’de denemede yer alan genotiplerin isim ve pedigrileri verilmiştir.

Denemeler, 2016-2017 yetiştirme döneminde Yozgat Bozok Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yerköy deneme alanında yürütülmüştür. Deneme alanının toprak yapısı orta derecede kireçli, hafif alkali, fosfor içeriği orta, potasyumca zengin, hafif tuzlu, organik madde bakımından fakir killi-tınlı bir yapıya sahiptir.

Deneme yılına ve uzun yıllara ait iklim verileri Çizelge 2’de verilmiştir. Çizelge 2’de görüldüğü gibi, 2016-2017 yetiştirme yılında ve uzun yıllarda sırasıyla ortalama sıcaklık 6.8 °C ve 6.9 °C, toplam yağış 416.9 ve 553.2 mm, ortalama nispi nem % 63.9 ve 68.9 olmuştur.

Çalışmada yulaf genotipleri yağışa dayalı ve destekleme sulama ile sulanan olmak üzere iki ayrı denemede denenmiştir. Ekim işlemi parsel ekim mibzeri ile m<sup>2</sup>’de 500 tohum olacak şekilde yapılmıştır. 12 m uzunluğunda 1.2 m genişliğinde parsellere 6 sıra olarak 20 Eylül 2016 tarihinde yapılmıştır. Üç tekerrürlü olarak Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre kurulan denemelerde parsel arasında 1’er metre, blok aralarında 2’şer metre mesafe bırakılmıştır. Gübre uygulaması dekara 8 kg saf N ve 8 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> olacak şekilde yapılmıştır. Fosforlu gübrenin tümü, azotlu gübrenin ise 1/2’si ekimle birlikte, 1/2’si ise kardeşlenme döneminde üst gübresi olarak uygulanmıştır.



Çizelge 1. Denemede kullanılan genotiplerin isim ve pedigrileri  
Table 1. The names and pedigrees of the genotypes used in the trial

NO	Tescil sahibi/Pedigri
G1	Chekota -Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müd.
G2	Yeniçeri- Bahri Dağdaş Uluslar arası Tarımsal Araş. Ens. Müd.
G3	Kahraman- Trakya Tarımsal Araştırma Ens. Müd.
G4	Kırklar- Trakya Tarımsal Araştırma Ens. Müd.
G5	Yerel yulaf
G6	LA06033,F1 / LA06036,F1
G7	FL99175-H5/Horizon 474
G8	Trophy/Horizon 474
G9	IL 2838 FL03184-FLID-B-S1 LA9824IBI-19-I2-C-I4-I1/UFRGS 017130-3
G10	TX96M1398/LA9339
G11	LA99017SBSB-46(TX96M1398/LA604)/833-99AB118
G12	96025-7 Sardi
G13	FL99084-J4/UFRGS 057070-1
G14	SD010281//SD98182/97575-5-29
G15	Morton/IL95-1241
G16	P973A38-9-3-27-2 /LA9818IBIB-14 (LA90151C11-2-1/TX96M1554)
G17	FL0115-J2/LA9339
G18	LA966BIB77/TX96M1398
G19	FL0206FSB-34-S2/FL06033 F1(Horizon 474/IL 3555)
G20	LA99017SBSBSB-275-B-S2
G21	TAMO405/LA99016
G22	UFRGS 028152-1/LA97006GSB-59-2-4-SBS1

Çizelge 2. Deneme yılı ve uzun yıllar ortalamasına ait iklim verileri

Table 2. Some climate data regarding trial year and long years average

Aylar	Yağış ( mm )		Sıcaklık (°C )		Nispi Nem ( % )	
	2016-2017	Uzun yıllar	2016-2017	Uzun yıllar	2016-2017	Uzun yıllar
Eylül	15.0	18.0	15.4	15.5	56.6	58.1
Ekim	3.0	36.5	11.0	10.3	58.3	65.9
Kasım	43.8	56.2	5.0	4.6	54.8	72.5
Aralık	75.7	76.3	- 3.3	0.5	78.9	77.3
Ocak	52.8	67.9	- 3.5	- 1.9	77.5	77.5
Şubat	11.6	62.3	- 0.4	- 1.0	69.4	75.8
Mart	87.6	65.2	5.1	2.9	63.5	71.0
Nisan	46.8	62.3	8.3	8.3	55.2	66.6
Mayıs	24.1	65.0	12.4	13.0	63.6	64.2
Haziran	56.5	43.5	17.6	16.8	61.2	60.5
Ort./Top.	416.9	553.2	6.8	6.9	63.9	68.9

Daha önce yapılmış olan sulama çalışmaları, yetiştirilen bitkinin ve toprağın durumu dikkate alınarak destekleme su uygulaması yapılan tüm parsellere, sapa kalkma döneminde bir kez su verilmesine karar verilmiştir. Denemede yabancı otları kontrol etmek için herbisit kullanılmıştır. Hasat işlemi kenar tesir atıldıktan sonra motorlu tırpan ile toprak yüzeyinden 5 cm yükseklikten biçilerek yapılmıştır. Biçildikten sonra parsellerde kurumaya bırakılan örnekler parsel harman makinesi ile harmanlanmıştır. Harmandan sonra elde edilen taneler laboratuvar analizlerin kadar +4 °C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir. Çalışmada asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) ve nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) değerleri, nişasta, protein,  $\beta$ -glukan ve yağ oranları ile yağ asidi içerikleri (linoleik, oleik, palmitik ve stearik asit) belirlenmiştir. Kimyasal analizlerden ADF ve NDF değerleri Van Soest ve ark. (1991)'na; nişasta; Ewers Polarimetrik'e, yağ analizi; Soxhlet; protein analizi; Kjeldahl ve  $\beta$ -glukan analizi; enzimatik metodlara göre yapılmıştır (AACC, 2005). O'Fallon ve ark. (2007) belirttiği yöntemle yağ asit kompozisyonu belirlenmiştir.

Araştırmada sulanan ve sulanmayan denemelerden elde edilen verilerin ayrı ayrı varyans analizleri MSTAT C paket programı kullanılarak Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıkların karşılaştırılmasında LSD çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

### 3. Bulgular

#### 3.1 Yağışa dayalı koşullar

Varyans analizi sonuçlarına göre yağışa dayalı koşullarda nişasta oranı hariç incelenen bütün özellikler açısından genotipler arasındaki önemli farklılıklar bulunmuştur. İncelenen özelliklere ait ortalama değerler Çizelge 3'de verilmiştir.

Çalışmada, yağışa dayalı koşullarda genotiplerin nişasta oranı % 37.1 (G19) ile 47.6 (Kahraman), protein oranı % 12.7 (G19) ile 15.2 (G6) ve  $\beta$ -glukan oranı % 3.53 (G5) ile 4.58 (G15), ADF değeri % 11.9 (G8) ile 16.9 (G19), NDF değeri % 30.1 (G10) ile 37.1 (H19) arasında değişmiştir. Nişasta oranı bakımından genotipler arasında istatistiki olarak fark bulunmamıştır. Genotipler değerlendirildiğinde protein oranı bakımından G6 ve Checota,  $\beta$ -glukan oranı bakımından G8, G9 ve G15 en yüksek değerlere sahip olmuş ve istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. ADF değeri bakımından G8, G6, G15 ve G2 (Yeniçeri) numaralı ve NDF değeri bakımından G10, G6, G15 ve G3 (Kahraman) numaralı genotipler en düşük değerlere sahip olmuştur. Aynı koşullarda, yulaf genotiplerinin yağ içeriği % 4.64 (Kahraman) ile 7.89 (G10), linoleik asit içeriği % 28.8 (G10) ile 37.2 (Kahraman), oleik asit içeriği % 37.1 (Kahraman) ile 47.10 (G10), palmitik asit içeriği % 21.7 (G20) ile 23.5 (G5) ve stearik asit içeriği % 1.74 (G12) ile 2.05 (G5) arasında değişmiştir. G10 % 7.89 yağ içeriği ile diğer genotiplerden oldukça fazla yağ içeriğine sahip olmuştur. Linoleik asit içeriği bakımından Kahraman ve G9, oleik asit içeriği bakımından G7 ve G10, palmitik asit içeriği bakımından G5, G9 ve G19, stearik asit içeriği bakımından Yeniçeri, Kahraman, Kırklar, G5, G6, G10, G14, G16, G18, G20 ve G22 numaralı genotipler en yüksek değerlere sahip olmuş ve istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır (Çizelge 3).

Yağışa dayalı koşullarda incelenen özellikler arasındaki korelasyonlar Çizelge 5'de verilmiştir. Çizelge 5 incelendiğinde nişasta oranı ile stearik asit içeriği arasında olumlu ve önemli, ADF ve NDF değerleri arasında ise olumsuz ve önemli ilişki belirlenmiştir. Protein oranı ile ADF ve NDF değerleri arasında olumsuz ve  $p>0.01$  seviyesinde önemli ilişki belirlenmiştir.  $\beta$ -glukan ile stearik asit içeriği arasında olumsuz ve önemli ilişki belirlenmiştir. ADF ve NDF arasında olumlu ve önemli ilişki belirlenirken, NDF ile yağ oranı ve stearik asit içeriği arasında olumsuz ilişki belirlenmiştir. Yağ oranı ile oleik asit içeriği arasında olumlu ve önemli, linoleik asit içeriği arasında ise olumsuz ve önemli ilişki belirlenmiştir. Oleik asit ile linoleik asit içeriği arasında olumsuz ve önemli ilişki belirlenmiştir.

#### 3.2 Destek sulamalı koşullar

Varyans analizi sonuçlarına göre destek sulamalı koşullarda stearik asit içeriği hariç incelenen bütün özellikler bakımından genotipler arasındaki önemli farklar tespit edilmiştir. İncelenen özelliklere ait ortalama değerler Çizelge 4'de verilmiştir.

Çalışmada destek sulamalı koşullarda genotiplerin nişasta oranı % 39.4 (G19) ile 49.0 (G15), protein oranı % 12.3 (G20) ile 14.6 (G1) ve  $\beta$ -glukan oranı % 3.44 (G10) ile 4.06 (G9), ADF değeri % 12.0 (G15) ile 16.3 (H19) ve NDF değeri % 30.3 (G13) ile 37.5 (H19) arasında değişmiştir. Kahraman ve Kırklar çeşitleri ile G5, G6, G8, G9, G11, G12, G13, G15, G6, G17, G18 ve G20 numaralı genotipler nişasta oranı bakımından istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Protein oranı bakımından Checota, Yeniçeri ve Kahraman çeşitleri ile G11 numaralı genotip,  $\beta$ -glukan içeriği bakımından Checota, Kahraman ve Kırklar çeşitleri ile G6, G8, G9, G11, G13, G15, G20 ve G21 numaralı genotipler, ADF değeri bakımından Yeniçeri çeşidi ile G14, G19, G21 ve G22 numaralı genotipler, NDF değeri bakımından G5 ve G19 numaralı genotipler istatistiki olarak aynı grupta yer almış ve en yüksek değerlere sahip olmuşlardır. Sulamalı koşullarda yulaf genotiplerinin yağ içeriği % 4.87 (G3) ile 8.27 (G10), linoleik asit içeriği % 29.0 (G10) ile 37.1 (G3), oleik asit içeriği % 36.3 (G3) ile 46.5 (G10), palmitik asit içeriği % 22.7 (G17) ile 24.8 (G5) ve stearik asit içeriği % 1.86 (G19) ile 2.05 (G18) arasında değişmiştir. % 8.27 yağ oranı ile G10 numaralı genotip en yüksek yağ içeriğine sahip olmuştur. Kahraman çeşidi ile G18 numaralı genotip linoleik asit içeriği bakımından en yüksek değerlere sahip olmuş ve istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Palmitik asit içeriği bakımından ise G5 numaralı genotip en yüksek değere sahip olmuştur (Çizelge 4).

Destek sulamalı koşullarda incelenen kalite özellikleri arasındaki korelasyonlar Çizelge 6'de verilmiştir. nişasta oranı ile linoleik asit ve stearik asit arasında olumlu ve önemli, ADF ve NDF değeri arasında olumsuz ve önemli ilişki belirlenmiştir. Protein oranı ile ADF ve NDF değeri arasında olumsuz ve önemli ilişki belirlenmiştir.  $\beta$ -glukan içeriği ile linoleik asit içeriği arasında olumlu ve önemli ilişki, NDF değeri ve yağ oranı arasında ise olumsuz ve önemli ilişki belirlenmiştir. ADF değeri ile NDF arasında olumlu ve önemli, stearik asit içeriği ile olumsuz ve

önemli ilişki belirlenmiştir. NDF ile stearik asit içeriği arasında olumsuz ve önemli ilişki belirlenmiştir. Yağ oranı ile oleik asit içeriği arasında olumlu ve önemli ilişki, linoleik asit içeriği ile olumsuz ve önemli ilişki belirlenmiştir. Linoleik asit ile oleik asit arasında olumsuz ve önemli ilişki belirlenmiştir.

#### 4. Tartışma

Yağışa dayalı koşullarda ve destek sulamalı koşullarda ortalama nişasta oranı sırasıyla % 43.6 ve % 44.4, protein oranı sırasıyla % 13.9 ve % 13.4 ve  $\beta$ -glukan oranı % 3.90 ve % 3.78 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3 ve 4). Hem insan gıdasında hem de hayvan beslemede nişasta, protein ve  $\beta$ -glukan oranı çok önemlidir. Yetiştirilen bölgedeki sıcaklık, toprak özellikleri, yağış miktarı, yağışın aylara göre dağılımı ve kültürel uygulamalar tahılların tane kalitesini etkilemektedir (Mut ve ark., 2017). Çalışmada, yağışa dayalı denemeye kıyasla su uygulanan denemede genotiplerin nişasta içeriğinin yüksek, protein ve  $\beta$ -glukan içeriğinin ise daha düşük tespit edilmiştir (Çizelge 3). Doehlert ve ark. (2001) ile Mut ve ark. (2018)'nin yaptıkları çalışmada yulaf tanesinde nişasta, protein ve  $\beta$ -glukan oranının genotiplerden, çevresel faktörlerden ve yıllardan etkilendiğini bildirmişlerdir. İnsan ve hayvan beslenmesinde önemli bir enerji kaynağı olan nişasta, yulaf tanesi içinde  $\beta$ -glukan ve protein açısından zengin kepek katmanları ile çevreli endospermde bulunur (Punia ve ark., 2020). Nişasta bitkilerde bulunan temel sindirilebilir karbonhidrattır. Ayrıca yulaf tanesinin protein oranının yüksek olması istenmektedir. Yulaf tanesinde de bulunan  $\beta$ -glukanlar, kandaki kolesterol ve kan glukoz seviyelerini düşürdüğü ve insanlarda bağışıklık sistemini güçlendirdiği belirlenen doğal liflerdir (Tiwari ve Cummins, 2009).  $\beta$ -glukan içeriğinin insan gıdası olarak kullanılacak yulafalarda yüksek, hayvan beslemede kullanılacak yulafalarda düşük olması istenmektedir (Peterson ve ark., 2005). Yapılan çalışmalarda, nişasta oranının % 34.9 ile 49.6 (Brunava ve ark., 2014; Mut ve ark., 2016; Mut ve ark. 2018), protein oranının % 8.8 ile 14.8 (Mut ve ark., 2016; Mut ve ark. 2018) ve  $\beta$ -glukan oranının % 4.1 ile 5.07 (Brunova ve ark., 2014; Mut ve ark., 2018) arasında değiştiği bildirilmiştir.

Çalışmada yağışa dayalı ve destek sulamalı koşullarda ortalama ADF değeri sırasıyla %13.5 ve %13.9 olurken, NDF değeri sırasıyla % 32.6 ve % 33.4 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3 ve Çizelge 4). ADF bitki hücre duvarı yapısındaki lignin, selüloz ve çözünmeyen protein miktarını, NDF ise bitki hücre duvarı yapısında bulunan lignin, selüloz, hemi-selüloz, çözünmeyen protein miktarını ve kütin ifade etmektedir. Yemlerden kuru maddede ADF değeri % 10-15 arasında, NDF değeri % 30'u aşmayacak düzeyde olduğunda optimum verim elde edileceği bildirilmiştir (National Research Council, 2001). ADF değeri düşük olması yemlerin sindirilebilirliği ve enerji değerini artırırken (Van Dyke ve Anderson, 2000), NDF değerinin düşük olması ise hayvanın yem alımını arttırmaktadır (Van Soest ve ark., 1991). Mut ve ark (2018)'nin yaptıkları çalışmada, ADF ve NDF içeriğinin genotip ve çevreden etkilendiğini, ADF içeriğinin % 14.2 ile 16.4, NDF içeriğinin ise % 31.5 ile 34.4 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Yağışa dayalı ve destek sulamalı koşullarda genotiplerin ortalama yağ oranı, linoleik, oleik, palmitik, stearik asit içerikleri sırasıyla % 6.09 ve % 6.35, % 33.8 ve % 33.9, % 41.3 ve % 40.5, % 22.4 ve % 23.3, % 1.89 ve % 1.96 olarak belirlenmiştir. Yağlar hücre zarlarının yapısal bir bileşeni, enerji deposu ve sinyal yollarındaki performans gibi farklı görevlere sahip çeşitli bileşikler grubudur (de Oliveira Maximino ve ark., 2020). Yulaf taneleri genellikle diğer tahıl tanelerinden daha fazla yağ ve daha sağlıklı yağ asidi kompozisyonuna sahiptir (Carlson ve ark., 2019). Yulaf yağının değerli yağ asidi bileşimi nedeniyle beslenme potansiyeli yüksektir. Yulaf tanelerinin yağ içeriğinin genetik ve çevresel faktörlere göre değiştiği bildirilmiştir (Martinez ve ark., 2010; Hawerth ve ark., 2013; Mut ve ark., 2017; Mut ve ark., 2018; Bağcı ve ark., 2019). Martinez ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada yulaf genotiplerinin yağ içeriğinin % 3.1 ile 11.6 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Hayvan beslemede yüksek yağ içeriğine sahip yulaf tanesi yüksek kalori sağlayacağından arzu edilen bir durumdur (Martinez ve ark., 2010; Silveria ve ark., 2016). Fakat gıda uygulamalarında yüksek yağ içeriği bayatlama ve lezzetsiz ürün üretimine neden olacağından istenmeyen bir durumdur (Doehlert ve ark., 2001). Kullanım amacına göre yulaf tanesinde istenen yağ içeriği değiştiğinden, yulafın yağ kompozisyonunun korunması ve/veya en uygun düzeyde tutulması önemli bir ıslah amacı haline gelmiştir (Valentine ve ark., 2011). Yapılan çalışmalarda yağ içeriğini % 2.7 ile 8.1 arasında değiştiği bildirilmiştir. (Mut ve ark., 2016; Mut ve ark., 2018; Bityutskii ve ark., 2020). Bağcı ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada, yulaf tanesinde oleik, linoleik, palmitik, linoleik ve stearik asit içeriklerinin sırasıyla % 19.59 ile 37.86, % 18.91 ile 54.00, % 10.82 ile 22.43, % 2.43 ile 8.34 ve % 1.25 ile 7.74 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Yapılan birçok çalışmada, çalışmamıza benzer olarak yulaf tanesinde en fazla bulunan oleik, linoleik ve palmitik yağ asitleri olmuş ve yağ asidi bileşimleri ile ilgili sonuçlarımız literatürle karşılaştırıldığında küçük farklılıklar göstermektedir (Mut ve ark., 2016; Carlson ve ark., 2019; Bityutskii ve ark., 2020). Bağcı ve ark. (2020) bu farklılıkların genetik faktörler, çevresel faktörler, yetiştirme koşulları ve analitik prosedürlerden kaynaklanabileceğini bildirmiştir.

Farklı çevrelerde yapılan çalışmalarda yulafın kalite özellikleri bakımından önemli yada önemsiz olumlu ve olumsuz korelasyonların ortaya çıktığı bildirilmiştir (Peterson ve ark., 2005; Martinez ve ark., 2010; Mut ve ark., 2016). Yulafta yapılan önceki çalışmalarda Martinez ve ark. (2010) protein oranı ile nötr deterjanda çözünmeyen lif içeriği ve oleik asit ile linoleik asit içeriği arasında negatif bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Mut ve ark. (2017)

Çizelge 3. Yağışa dayalı koşullarda yetiştirilen yulaf genotiplerinin bazı kalite özelliklerine ait ortalama değerler

Table 3. Average values of some quality traits of oat genotypes grown under rainfall conditions

	Nişasta oranı		Protein oranı		β-glukan oranı		ADF değeri		NDF değeri		Yağ oranı		Linoleik asit		Oleik asit		Palmitik asit		Stearik asit		
<b>G1 (Checota)</b>	42.9	15.1	ab	3.97	cde	12.9	bcd	32.5	cde	6.22	def	34.0	c-f	40.5	efg	22.8	b-e	1.85	b-g		
<b>G2 (Yeniçeri)</b>	45.2	13.6	e-h	3.57	f	12.5	d	32.9	b-e	6.41	cde	32.8	ef	42.7	cd	22.1	f-j	1.99	ab		
<b>G3 (Kahraman)</b>	47.6	13.9	def	3.98	cde	13.2	bcd	31.2	de	4.64	k	37.2	a	37.1	i	22.1	f-j	1.89	a-g		
<b>G4 (Kırklar)</b>	43.3	13.9	def	3.98	cde	12.7	cd	31.8	cde	6.00	efg	34.3	cde	40.6	efg	22.4	b-i	1.91	a-f		
<b>G5</b>	42.8	14.1	cde	3.53	f	14.0	bcd	32.8	b-e	6.11	efg	34.3	c-f	39.8	fg	23.5	a	2.05	a		
<b>G6</b>	45.0	15.2	a	3.92	cde	12.1	d	30.8	de	6.20	def	33.9	c-f	41.3	def	22.3	c-j	1.95	a-d		
<b>G7</b>	39.9	13.5	f-i	3.58	f	15.0	abc	32.3	cde	7.30	b	31.2	g	44.9	ab	22.3	c-j	1.86	b-g		
<b>G8</b>	45.2	14.6	bc	4.29	ab	11.9	d	32.2	cde	5.91	fgh	34.0	c-f	41.2	def	22.3	c-j	1.85	b-g		
<b>G9</b>	43.9	14.2	cd	4.31	ab	13.4	bcd	32.2	cde	5.13	j	36.5	ab	37.6	hi	22.8	abc	1.79	efg		
<b>G10</b>	44.6	14.0	def	3.63	f	12.9	bcd	30.1	e	7.89	a	28.8	h	47.9	a	22.8	bcd	1.98	abc		
<b>G11</b>	44.4	13.3	ghi	3.92	cde	14.0	bcd	33.5	bcd	5.52	hij	35.4	bc	39.1	gh	22.6	b-g	1.88	b-g		
<b>G12</b>	40.1	13.7	efg	3.91	cde	15.3	ab	36.0	ab	5.92	fgh	34.5	cd	40.2	efg	22.6	b-g	1.74	g		
<b>G13</b>	40.9	14.1	cde	4.10	bc	13.6	bcd	32.2	cde	6.57	cd	32.7	fg	43.2	bc	22.1	f-j	1.83	c-g		
<b>G14</b>	44.8	14.3	cd	3.64	f	13.5	bcd	32.6	cde	6.27	def	33.2	def	41.2	def	22.7	b-f	1.95	a-d		
<b>G15</b>	44.6	14.3	cd	4.38	a	12.3	d	31.2	de	5.95	fgh	34.2	c-f	41.1	def	22.2	d-h	1.78	fg		
<b>G16</b>	43.9	13.9	def	3.97	cde	12.8	cd	32.3	cde	6.08	efg	34.1	c-f	40.8	efg	22.5	b-h	1.90	a-f		
<b>G17</b>	44.9	13.9	def	4.13	bc	12.9	bcd	32.1	cde	6.59	cd	32.9	ef	43.1	c	22.0	g-j	1.87	b-g		
<b>G18</b>	46.1	13.0	ij	3.74	ef	12.9	bcd	32.7	b-e	5.34	ij	35.5	bc	39.7	fg	21.9	hij	1.93	a-e		
<b>G19</b>	37.1	12.7	j	3.64	f	16.9	a	37.1	a	5.16	j	34.1	c-f	40.1	efg	23.0	ab	1.82	d-g		
<b>G20</b>	44.1	13.5	f-i	3.77	def	14.3	bcd	33.1	b-e	5.67	ghi	34.2	c-f	41.5	cde	21.7	j	1.89	a-g		
<b>G21</b>	43.8	14.1	cde	4.01	cd	13.9	bcd	31.9	cde	6.80	c	33.1	def	42.7	cd	21.8	ij	1.88	b-g		
<b>G22</b>	44.8	13.1	hij	3.89	cde	13.7	bcd	34.7	abc	6.21	def	33.7	def	41.6	cde	22.2	e-j	1.92	a-f		
<b>Ortalama</b>	43.6	13.9		3.90		13.5		32.6		6.09		33.8		41.3		22.4		1.89			
<b>LSD (0.05)</b>	6.89 <sup>öd</sup>	0.54**		0.24**		2.45*		3.35*		0.45*		1.56**		1.75**		0.62**		0.16*			
<b>VK (%)</b>	9.6	2.3		3.8		11.1		6.2		4.5		2.8		2.6		1.7		4.9			

\*0.05 olasılık düzeyinde önemli, \*\*: 0.01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil; Aynı sütunda yer alan ve aynı harfle başlayan ortalamalar arasındaki farklılık LSD çöklü karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemsizdir (P<0.05).

Çizelge 4. Destek sulamalı koşullarda yetiştirilen yulaf genotiplerinin bazı kalite özelliklerine ait ortalama değerler

Table 4. Average values of some quality traits of oat genotypes grown under supplemented irrigation

	Nişasta oranı		Protein oranı		β-glukan oranı		ADF değeri		NDF değeri		Yağ oranı		Linoleik asit		Oleik asit		Palmitik asit		Stearik asit			
	Oran (%)	Harf	Oran (%)	Harf	Oran (%)	Harf	Oran (%)	Harf	Oran (%)	Harf	Oran (%)	Harf	Oran (%)	Harf	Oran (%)	Harf	Oran (%)	Harf	Oran (%)	Harf	Oran (%)	Harf
<b>G1 (Checota)</b>	43.0	b-g	14.6	a	3.87	a-d	13.4	cde	31.7	ef	6.67	c	32.2	i	42.0	c	23.6	bcd	2.04			
<b>G2 (Yeniçeri)</b>	40.0	fg	14.0	abc	3.71	c-g	14.9	abc	33.4	cde	6.69	c	33.0	hi	40.8	c-f	23.7	b	1.97			
<b>G3 (Kahraman)</b>	45.2	a-e	14.3	ab	3.91	a-d	13.6	b-e	32.8	cde	4.87	h	37.1	a	36.3	i	23.4	b-f	1.97			
<b>G4 (Kırklar)</b>	45.4	a-d	13.8	bcd	4.00	ab	13.9	bcd	32.1	ef	6.27	c-f	33.7	e-h	41.1	c-f	23.3	b-g	2.00			
<b>G5</b>	44.6	a-f	13.9	bc	3.65	d-g	13.8	b-e	35.8	ab	6.52	cd	34.0	d-h	38.9	gh	24.8	a	1.93			
<b>G6</b>	46.3	ab	13.0	f-i	3.78	a-e	13.5	b-e	33.5	cde	6.12	d-g	34.7	b-e	39.1	gh	23.6	bc	2.03			
<b>G7</b>	40.9	d-g	13.2	e-h	3.49	fg	14.0	bcd	34.8	bc	7.70	b	30.8	j	44.6	b	23.1	b-g	1.96			
<b>G8</b>	46.7	ab	13.6	c-f	3.94	abc	12.7	de	33.1	cde	6.37	cde	33.8	d-h	40.8	c-f	23.0	d-g	1.91			
<b>G9</b>	45.9	ab	13.5	c-g	4.06	a	13.5	b-e	32.3	ef	5.78	fg	34.8	b-e	39.4	fgh	23.2	b-g	1.90			
<b>G10</b>	43.2	b-g	13.5	c-g	3.44	g	14.1	bcd	33.7	cde	8.27	a	29.0	k	46.5	a	23.4	b-f	1.89			
<b>G11</b>	45.6	abc	14.0	abc	3.92	a-d	13.7	b-e	32.0	ef	6.26	c-f	34.3	c-g	40.4	c-g	22.9	efg	1.93			
<b>G12</b>	45.9	ab	13.8	bcd	3.76	b-f	14.1	bcd	32.5	de	6.19	c-f	34.7	b-e	39.7	e-h	23.1	b-g	1.95			
<b>G13</b>	46.3	ab	13.8	bcd	3.85	a-d	13.1	cde	30.3	f	6.65	c	33.4	fgh	41.0	c-f	23.3	b-g	2.04			
<b>G14</b>	41.0	c-g	12.4	jk	3.68	c-g	15.4	ab	34.8	bc	6.44	cde	32.9	hi	41.0	c-f	23.4	b-e	1.95			
<b>G15</b>	49.0	a	13.5	c-g	3.94	abc	12.0	e	32.4	de	6.19	c-f	34.2	c-g	40.3	c-g	22.9	efg	2.02			
<b>G16</b>	45.9	ab	13.3	d-h	3.77	b-f	13.5	cde	33.5	cde	5.94	efg	34.4	b-f	39.6	e-h	23.2	b-g	1.97			
<b>G17</b>	44.9	a-e	13.0	ghi	3.73	b-f	14.0	bcd	34.6	bc	6.37	cde	34.3	c-g	40.1	d-h	22.7	g	1.89			
<b>G18</b>	48.1	a	13.2	f-i	3.52	efg	13.0	de	32.4	de	5.65	g	35.5	ab	38.5	h	23.0	d-g	2.05			
<b>G19</b>	39.4	g	12.6	ijk	3.50	efg	16.3	a	37.5	a	5.74	fg	34.9	bcd	38.7	gh	23.4	b-e	1.86			
<b>G20</b>	45.9	ab	12.3	k	3.95	abc	13.0	de	33.1	cde	5.95	efg	35.4	bc	39.3	fgh	22.8	fg	1.93			
<b>G21</b>	40.5	efg	12.9	hij	3.90	a-d	16.0	a	34.5	bcd	6.61	cd	33.0	hi	41.7	cd	23.1	c-g	1.87			
<b>G22</b>	43.0	b-g	13.0	f-i	3.73	b-f	14.4	a-d	33.4	cde	6.46	cde	33.3	ghi	41.2	cde	23.4	b-f	1.98			
<b>Ortalama</b>	44.4		13.4		3.78		13.9		33.4		6.35		33.9		40.5		23.3		1.96			
<b>LSD (0.05)</b>	4.73*		0.56**		0.29**		1.86**		2.09**		0.53*		1.15**		1.73**		0.60**		0.15 <sup>öd</sup>			
<b>VK (%)</b>	6.5		2.6		4.6		8.1		3.8		5.1		2.1		2.5		1.6		4.5			

\*0.05 olasılık düzeyinde önemli, \*\*: 0.01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil; Aynı sütunda yer alan ve aynı harfle başlayan ortalamalar arasındaki farklılık LSD çöklü karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemsizdir (P<0.05).

protein oranı ve nişasta oranı ile asit ve nötr deterjanda çözünmeyen lif değerleri arasında negatif bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Mut ve ark. (2016) yağ oranı ile  $\beta$ -glukan içeriği arasında negatif korelasyonların olduğunu bildirmişlerdir. Bityutskii ve ark. (2020) yağ içeriği ile oleik asit içeriği arasında pozitif, linoleik asit içerikleri arasında ise negatif ilişki belirlemiştir.

Çizelge 5. Sulamasız koşullarda incelenen özellikler arasındaki korelasyon katsayıları ve önemlilikleri

Table 5. Correlation coefficients and significance between investigated traits in non-irrigated conditions

	NO	PO	$\beta$ GO	ADF	NDF	YO	LA	OA	PA
<b>PO</b>	0.289								
<b><math>\beta</math>GO</b>	0.232	0.401							
<b>ADF</b>	-0.785**	-0.569**	-0.341						
<b>NDF</b>	-0.566**	-0.438*	0.122	0.752**					
<b>YO</b>	-0.129	0.194	-0.263	-0.158	-0.601**				
<b>LA</b>	0.235	-0.033	0.380	0.045	0.471*	-0.942**			
<b>OA</b>	-0.147	0.013	-0.288	-0.124	-0.509*	0.934**	-0.978**		
<b>PA</b>	-0.389	0.117	-0.264	0.373	0.190	-0.007	-0.041	-0.148	
<b>SA</b>	0.411*	0.024	-0.652*	-0.341	-0.692**	0.272	-0.267	0.22	0.138

\*0.05 olasılık düzeyinde önemli, \*\*: 0.01 düzeyinde önemli, YD: Yağışa dayalı koşullar, DS: Destek sulamalı koşullar, NO: Nişasta oranı, PO: Protein oranı,  $\beta$ GO:  $\beta$ -glukan oranı, ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif, NDF: Nötr deterjanda çözünmeyen lif, YO: yağ oranı, LA: Linoleik asit içeriği, OA: Oleik asit içeriği, PA: Palmitik asit içeriği, SA: Stearik asit içeriği

Çizelge 6. Destek sulamalı koşullarda incelenen özellikler arasındaki korelasyon katsayıları ve önemlilikleri

Table 6. Correlation coefficients and significance between investigated traits in supplemented irrigation

	NO	PO	$\beta$ GO	ADF	NDF	YO	LA	OA	PA
<b>PO</b>	0.129								
<b><math>\beta</math>GO</b>	0.398	0.253							
<b>ADF</b>	-0.874**	-0.430*	-0.329						
<b>NDF</b>	-0.547**	-0.480*	-0.495*	0.577**					
<b>YO</b>	-0.372	0.049	-0.458*	0.127	0.086				
<b>LA</b>	0.457*	-0.097	0.429*	-0.203	-0.086	-0.969**			
<b>OA</b>	-0.36	0.042	-0.343	0.118	-0.010	0.957**	-0.972**		
<b>PA</b>	-0.294	0.369	-0.242	0.229	0.286	0.100	-0.122	-0.086	
<b>SA</b>	0.430*	0.408	0.073	-0.537**	-0.598**	-0.127	0.108	-0.119	0.09

\*0.05 olasılık düzeyinde önemli, \*\*: 0.01 düzeyinde önemli, YD: Yağışa dayalı koşullar, DS: Destek sulamalı koşullar, NO: Nişasta oranı, PO: Protein oranı,  $\beta$ GO:  $\beta$ -glukan oranı, ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif, NDF: Nötr deterjanda çözünmeyen lif, YO: yağ oranı, LA: Linoleik asit içeriği, OA: Oleik asit içeriği, PA: Palmitik asit içeriği, SA: Stearik asit içeriği

## 5. Sonuç

Yulaf tanesinin kalitesi birçok faktörün etkisi ile şekillenmektedir. Yozgat koşullarında yürütülen araştırmada, yapılan destek sulamanın incelenen özellikler açısından genotiplerin farklı tepki verdiği belirlenmiştir. Yağışa dayalı koşullarda G3, G6, G8, G9 ve G15 numaralı genotipler, destek sulamalı koşullarda G3, G8, G9, G11, G13 ve G15 numaralı genotipler nişasta, protein ve  $\beta$ -glukan içeriği bakımından ortalamaların üstünde, ADF ve NDF değerleri bakımından ise düşük değerlere sahip olmuşlardır. Hem yağışa bağlı hem de sulanan şartlarda G9 numaralı genotip birçok kalite özelliği bakımından ortalama değerlerin üzerinde olmuştur. İstenilen kalite özellikleri bakımından üstün özellik gösteren genotipler yapılacak daha geniş lokasyon çalışması sonucunda tescil edilebileceği gibi yulaf ıslahında genitör olarak kullanılabilir.

## Teşekkür

Bu makaledeki verilerin bir kısmı Necibe Demirtaş'ın Yüksek Lisans tezinde kullanılmıştır.



**Kaynaklar**

- AACC. 2005. American Association of Cereal Chemists. Approved Methods of the AACC (11th ed.). St. Paul, USA. <https://methods.aacnet.org/about.aspx>.
- Acar, Z., Özyazıcı, M.A., Korkmaz, A., Gülsar, C. 1995. Samsun Yöresinde Yalnız ve Adi Fiğ İle Karışık Yetiştirilen Bazı Yulaf Çeşitlerinden Elde Edilen Kuru Otun Mineral Madde Kompozisyonu, O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi. 10 (3): 119-132.
- Bağcı, A., Geçgel, Ü., Özcan, M. M., Dumlupınar, Z., Uslu, N. 2019. Oil contents and fatty acid composition of oat (*Avena sativa* L.) seed and oils. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 25 (4), 182-186.
- Bityutskii, N. P., Loskutov, I., Yakkonen, K., Konarev, A., Shelenga, T., Khoreva, V., Blinova, E., Ryumin, A. 2020. Screening of *Avena sativa* cultivars for iron, zinc, manganese, protein and oil content and fatty acid composition in whole grains. *Cereal Research Communications*, 48, 87-94. doi: 10.1007/s42976-019-00002-2
- Brunava L., Alsina I., Zute S., Sterna V., Vicupe Z. 2014. Some chemical yield and quality properties of domestic oat cultivars. In 9th Baltic Conference on Food science and Technology “Food for Consumer Well-being” FOODBALT 2014, Jelgava, Latvia, p. 72-76.
- Carlson, M. O., Montilla-Bascon, G., Hoekenga, O. A., Tinker, N. A., Poland, J., Baseggio, M., Yeats, T. H. 2019. Multivariate genome-wide association analyses reveal the genetic basis of seed fatty acid composition in oat (*Avena sativa* L.). *G3: Genes, Genomes, Genetics*, 9(9), 2963-2975. doi: 10.1534/g3.119.400228
- de Oliveira Maximino, J. V., Barros, L. M., Pereira, R. M., de Santi, I. I., Aranha, B. C., Busanello, C., Pegoraro, C. 2020. Mineral and fatty acid content variation in white oat genotypes grown in Brazil. *Biological Trace Element Research*, 1-13. doi:10.1007/s12011-020-02229-1
- Doehlert, D. C., McMullen M. S., Hammond J. J. 2001. Genotyping and environmental effects on grain yield and quality of oat grown in North Dakota. *Crop Sci.*, 41, 1066-1072. doi: 10.2135/cropsci2001.4141066x.
- FAO, 2018. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics (FAOSTAT) Food and Agriculture Data. <http://www.fao.org/faostat/en/?#home> (erişim tarihi: 18.06.2020)
- Grundy, M.M.L., Fardet, A., Tosh, S. M., Rich, G. T., Wilde, P. J. 2018. Processing of oat: the impact on oat's cholesterol lowering effect. *Food Funct.* 9: 1328–1343. doi:10.1039/C7FO02006F.
- Hawerth, M.C., Carvalho, F.I.F., De Oliveira, A.C., De Silva, J.A.G., Da Gutkoski, L.C., Sartori, J.F., Woyann, L.G., Barbieri, R.L., Hawerth, F.J. 2013. Adaptability and stability of white oat cultivars in relation to chemical composition of the caryopsis. *Pesqui. Agropecuária Bras.*, 48, 42–50. doi:10.1590/S0100-204X2013000100006.
- Hoffmann L.A. 1995. World production and use of oats, In: Welch, R.W., (ed.), *The Oat Crop-Production and Utilization*. Chapman and Hall, London, pp. 34-61.
- Li, X. P., Li, M. Y., Ling, A. J., Hu, X. Z., Ma, Z., Liu, L., Li, Y. X. 2017. Effects of genotype and environment on avenanthramides and antioxidant activity of oats grown in northwestern China. *Journal of Cereal Science*, 73, 130-137.
- Martinez, M. F., Arelovish, H. M., Wehrhahne, L. N. 2010. Grain yield, nutrient content and lipid profile of oat genotypes grown in a semiarid environment. *Field Crops Research*, 116, 92-100.
- Meydani, M. 2009. Potential health benefits of avenanthramides of oats. *Nutr. Rev.*, 67, 731–735. doi: 10.1111/j.1753-4887.2009.00256.x
- Michels, D. K., Chatham, L. A., Butts-Wilmsmeyer, C. J., Juvik, J. A., Kolb, F. L. 2020. Variation in avenanthramide content in spring oat over multiple environments. *Journal of Cereal Science*, 91, 102886.
- Mut, Z., Erbaş Köse, Ö.D., Akay, H. 2016. Grain yield and some quality traits of different oat (*Avena sativa* L.) genotypes. *International Journal of Environmental & Agriculture Research*, 2 (12),83-88.
- Mut, Z., Erbaş Köse, Ö.D., Akay, H. 2017. Chemical quality properties of different oat (*Avena sativa* L.) cultivars. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 27 (3), 347-356. doi:10.29133/yyutbd.290920
- Mut, Z., Akay, H., Erbaş Köse, Ö.D. (2018). Grain yield, quality traits and grain yield stability of local oat cultivars. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 18(1), 269-281. <https://doi.org/10.4067/S0718-95162018005001001>
- National Research Council, 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th revised ed. National Academy Press, Washington, DC, USA.
- O'fallon, J. V., Busboom J. R., Nelson, M. L., Gaskins, C. T. 2007. A direct method for fatty acid methyl ester synthesis: application to wet meat tissues, oils, and feedstuffs. *Journal of Animal Science*, 85(6), 1511-1521. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-491>
- Peterson, D. M., Wesenberg, D. M., Burrup D. E., Erickson C.A. 2005. Relationships among agronomic traits and grain composition in oat genotypes grown in different environments. *Crop Sciences*, 45, 1249-1255. <https://doi.org/10.2135/cropsci2004.0063>

- Punia, S., Sandhu, K. S., Dhull, S. G., Siroha, A. K., Purewal, S. S., Kaur, M., Kidwai, M. K. 2020. Oat starch: Physico-chemical, morphological, rheological characteristics and its application-A review. *International Journal of Biological Macromolecules*. 154, 493-498
- Rauf, M., Yoon, H., Lee, S., Shin, M. J., Ko, H. C., Lee, M. C., Choi, Y. M. 2019. Evaluation of major dietary ingredients in diverse oats (*Avena sativa* L.) germplasm. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 22(5), 495-507. <https://doi.org/10.1007/s12892-019-0274-0>
- Silveira, S.F.S., Oliveira, D.C.S., Wolter, D.D., Luche, H.S., de Oliveira, V.F., Figueiredo, R. 2016. Performance of white oat cultivars for grain chemical content. *Can. J. Plant Sci.*, 96, 530-538. doi: 10.1139/cjps-2015-0145.
- Tamm, I. 2003. Genetic and environmental variation of grain yield of oat varieties. *Agronomy Research*, 1(1), 93-97.
- Tiwari, U., Cummins, E. 2009. Simulation of the factors affecting  $\beta$ -glucan levels during the cultivation of oats. *Journal of Cereal Science*, 50(2), 175-183.
- Valentine, J., Cowan, A. A., Marshall, A. H. 2011. Oat Breeding, pp. 11–30 in *Oats: Chemistry and Technology*, edited by Webster, F. H., and P. J. Wood. AACC International, Inc., St. Paul, Minnesota. doi:/10.1094/9781891127649.002
- Van Dyke, N.J., Anderson, P. M. 2000. Interpreting a forage analysis. Alabama cooperative extension. Circular ANR-890.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary Fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2).



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.868341

## Iğdır ilindeki çiftçi örgütlerinin mevcut durumu ve yönetici profili

Bakiye Kılıç Topuz<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Iğdır, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: bakieyelic@hotmail.com

Geliş/Received 26/01/2021 Kabul/Accepted 28/04/2021

### ÖZET

Iğdır ilinde hane halklarının önemli bir kısmının temel geçim kaynağını tarımsal faaliyetler oluşturmaktadır. Çiftçi örgütleri, tarım sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin mesleki ve ekonomik ihtiyaçlarının karşılanmasında önemli bir araçlardır. Araştırmanın amacı, Iğdır ilindeki tarımsal örgütlerin mevcut durumu ve yönetici profillerinin ortaya konulmasıdır. Araştırmanın ana materyalini, Iğdır ilindeki çiftçi örgütlerinin yöneticileriyle yapılan anketlerden elde edilen veriler oluşturmaktadır. Araştırma sonuçlarına göre, aktif üye oranı (%13.3) oldukça düşük olan tarımsal örgütlerin etkili olarak faaliyet göstermediği, üyelerine verdikleri hizmetlerin çok yetersiz, en önemli sorunlarının finansman ve üyelerin genel kurula katılım oranının çok düşük olduğu belirlenmiştir. Tarımsal örgüt yöneticilerinin ise %50'sinin üniversite mezunu, yılda ortalama 1.25 kez kongre, seminer, fuar gibi etkinliklere katıldıkları, bölgedeki tarım paydaşları ile ilişkilerinin zayıf ve örgütlenme eğitimi alma durumlarının ise çok düşük olduğu belirlenmiştir. Iğdır ilindeki çiftçi örgütlerinin etkili olarak faaliyet gösterebilmesi için üreticilere ve yöneticilere örgütlenme konusunda eğitim verilmesi, örgütlerin sermayelerinin, üyelerin genel kurula katılım oranının, aktif üye sayısının, üyelerine verdikleri hizmetlerin ve proje hazırlama ve yürütme kapasitelerinin artırılması gerekli görülmektedir.

**Anahtar Sözcükler:**  
Tarımsal çiftçi örgütleri  
Mevcut durum analizi  
Yönetici profili  
Iğdır

### Current situation and the profiles of executive board of the agricultural farmers organizations in Iğdır province

### ABSTRACT

Agricultural activities constitute the main source of income for a significant portion of the households in Iğdır. Farmers' organizations are an important tool in meeting the professional and economic needs of businesses operating in the agricultural sector. The aim of this research was to expose the current situation and the profiles of executive board of the agricultural organizations in Iğdır province. The data of this research was collected through surveys from the executive board of farmer organizations. The results of the research revealed that the rate of active members in the agricultural organizations was very low (13.3%) and these organizations were not effectively operated and they also could not provide sufficient services to their members. The most important problem of these organizations was determined as financing obstacles and low participation rate of members into the general assembling. Half of the executive board members graduated from university and they attended averagely 1.25 times into the events related with their organizations such as congress, seminar and fairs. Their relationships with the agricultural stakeholders and the level of organizational training were weak. In order to manage farmer organizations in Iğdır province effectively, it is necessary to provide training to their executive board and members, to increase their capital, the participation rate of the members to the general assembly, the number of active members, their services to the members and their project preparation and execution capacities.

**Keywords:**  
Farmers organizations  
Current situation  
Executive board profile  
Iğdır

© OMU ANAJAS 2021

## 1. Giriş

Örgütlenme, benzer sorunlara sahip kişi ve kurumların birlikte hareket ederek sorunlarını dile getirmek ve çözmek, üretimde bulunmak ve bunlarla ilişkili hizmetleri yerine getirmek amacıyla bir araya gelmeleri olarak tanımlanmaktadır (Rehber, 1993; Talim ve ark., 1981). Örgütler, dünyanın birçok ülkesinde bireyler ve dolayısıyla toplumun daha iyi bir hayat sürdürmelerine katkı sağlamaktadırlar. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde sosyal ve ekonomik kalkınmanın temeli kooperatiflere dayanmakta olup, dünyada demokrasinin yaygınlaşması, barışın sağlanması, çevrenin korunması, istihdam yaratma, kaynakları harekete geçirme ve yatırım oluşturmada önemli bir araç olarak kullanılmaktadır (Özüdoğru, 2004). Dünyada 3 milyondan fazla kooperatife 1 milyardan fazla kişi üye durumundadır. Kooperatifler dünyada 280 milyon kişiye sağladığı istihdam ile (dünya çalışan nüfusun %10'u), sürdürülebilir ekonomik büyümeye ve istihdama katkıda bulunmaktadır. Dünyanın 2017 yılı verilerine göre en büyük üç yüz kooperatifinin 2,034,98 milyar \$ cirosunun %31.7'si tarım sektöründe faaliyet gösteren kooperatifler tarafından gerçekleştirilmiştir (ICA, 2021).

Türkiye'de tarım sektöründeki üreticiler, ekonomik ve sosyal amaçlı örgütler ile mesleki amaçlı örgütlerin çatısı altında bir araya gelmektedirler. Ekonomik ve sosyal amaçlarla tarım kooperatifleri, tarımsal üretici birlikleri, yetiştirici birlikleri, sulama birlikleri ve tarımsal vakıflar şeklinde örgütlenme modelleri kurulurken, mesleki amaçlarla ziraat odaları ve çiftçi dernekleri çatısı altında bir araya gelmektedir (Çizelge 1). Türkiye'de çeşitli tarım konularında faaliyet göstermek üzere kurulan 14,457 adet tarımsal örgüt olup, bu örgütlere 10,123,745 çiftçi üyedir (TRGM, 2021).

Türkiye'nin en doğusunda ve Doğu Anadolu Bölgesi'nin Erzurum-Kars bölümünde yer alan Iğdır ili, Kars ilinden 27 Mayıs 1992 tarihinde ayrılarak Türkiye'nin 76. ili olmuştur. Iğdır ili Merkez ilçe ile birlikte 4 ilçe ve 157 köyden oluşmaktadır. İlin kuzeydoğu sınırını Aras nehri ve nehrin yatağı boyunca Ermenistan sınırı, doğu ve güneydoğu sınırını Nahçıvan ve İran, güney sınırını Ağrı ili, batı ve kuzeybatısını ise Kars ili oluşturmaktadır. Azerbaycan (Nahçıvan), İran ve Ermenistan'a sınır komşusu olan Iğdır ilindeki hane halklarının önemli kısmının temel geçim kaynağını tarımsal faaliyetler oluşturmaktadır (Anonim, 2020). Iğdır ili, Türkiye'nin üç ülke ile sınır kapısı olan tek ili konumunda olması ülke ekonomisi için büyük önem taşımaktadır. Iğdır ilinin nüfusu ise 2019 yılına göre 196,725'dir (TÜİK, 2020).

Araştırma kapsamında yapılan literatür araştırması sonucunda, tarımsal örgütlerin mevcut durumu ve sorunlarını inceleyen çok sayıda araştırmaya rastlanılmıştır. Şöyle ki; Everest ve ark. (2019) Çanakkale ilindeki Kılıç Topuz ve Bozoğlu (2016), Kılıç Topuz ve Bozoğlu (2018) Samsun ilindeki Ünal ve ark. (2011) Ege Bölgesindeki Yücel ve Acar (2018) Sinop ilindeki Aydoğdu ve ark. (2014) Harran Ovası'ndaki Çiftçi (2015) Konya ilindeki Yılmaz ve Gül (2010) Adana ilindeki Bozoğlu ve ark. (2001) Tonya ilçesindeki tarımsal örgütlerin mevcut durumlarını, Serinikli ve Kumkale (2012) ise Türkiye'deki bölge birliklerinin mevcut durumlarını incelemiştir. Tarımsal örgüt yöneticilerinin profili ve özellikleri konusunda yapılan araştırmalar ise daha sınırlıdır. Tarımsal örgüt yöneticileri konusunda yapılan çalışmalar; Türkiye'deki tarımsal kalkınma kooperatifleri yöneticileri (Şahin ve ark., 2015), Harran Ovası sulama birlik başkanları (Aydoğdu ve ark., 2015), Sinop ili su ürünleri kooperatif yöneticileri (Yücel ve Acar, 2018) ve Çanakkale ili tarımsal örgüt yöneticileri özellikleri (Everest ve ark., 2019) şeklindedir. Iğdır ilinde ise tarımsal örgütlenme konularında çok sınırlı sayıda araştırma yapılmış ve yapılan araştırmalarda kırsal kalkınma kooperatifi üyelerinin örgütlenme ve kooperatif faaliyetleriyle ilgili problemleri (Karadaş ve ark., 2015), tarım işletmelerinde örgütlenme bilinci (Karadaş ve ark., 2014), hayvancılık işletmelerinin üretim ve pazarlamada yaşadıkları örgütlenme sorunlarının analizi (Alptekin, 2018) üzerinedir. Buna karşın, Iğdır ilinde tarımsal örgütlerin (birlik ve kooperatif) mevcut durumunu ve yönetici profilini ortaya koyan bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Yapılan araştırmanın literatürdeki bu yöndeki boşluğu doldurması beklenmektedir. Araştırmanın amacı, Iğdır ilinde faaliyet gösteren tarımsal örgütlerin mevcut durumunun ve yönetici profillerinin ortaya konulmasıdır.

Çizelge 1. Türkiye’de ve Iğdır ilinde tarımsal örgütler ve üye sayıları

Table 1. Number of agricultural organizations and members in Iğdır province and Turkey

Çiftçi Örgütleri	Türkiye			Iğdır İli			
	Sayı	%	Üye Sayısı	Sayı	%	Üye Sayısı	
Tarımsal Kooperatifler	Tarımsal Kalkınma Kooperatifi (TKK)	6,785	47.0	737,057	2	18.1	103
	Sulama Kooperatifi	2,474	17.1	319,167	-	-	-
	Su Ürünleri Kooperatifi	567	3.9	30,611	-	-	-
	Pancar Ekicileri Kooperatifi	31	0.2	1,397,191	-	-	-
	Tarım Kredi Kooperatifi	1,625	11.2	809,725	4	36.3	1,933
	Tarım Satış Kooperatifi	338	2.3	332,925	-	-	-
	<b>Kooperatif Toplam</b>	<b>11,820</b>	<b>81.7</b>	<b>3,626,676</b>	<b>6</b>	<b>54.4</b>	<b>2,036</b>
Birlikler	Tarımsal Üretici Birlikleri	867	6.0	345,686	1	9.1	144
	Yetiştirici Birlikleri	277	1.9	571,705	3	27.2	3,340
	Sulama Birlikleri	189	1.3	428,669	-	-	-
<b>Birlik Toplam</b>	<b>1,333</b>	<b>9.2</b>	<b>1,346,060</b>	<b>4</b>	<b>36.3</b>	<b>3,484</b>	
Mesleki Amaçlı Örgütler	Ziraat Odaları	765	5.2	4,921,009	1	9.1	6,012
	Çiftçi Dernekleri	525	3.6	227,500	-	-	-
	Tarımsal Vakıflar	14	0.09	2,500	-	-	-
<b>Mesleki Örgüt Toplam</b>	<b>1,304</b>	<b>8.8</b>	<b>5,151,009</b>	<b>1</b>	<b>9.1</b>	<b>6,012</b>	
<b>Genel Toplam</b>	<b>14,457</b>	<b>100.0</b>	<b>10,123,745</b>	<b>11</b>	<b>100.0</b>	<b>11,532</b>	

Kaynak: TRGM, 2021; Iğdır İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2021.

## 2. Materyal ve Yöntem

Iğdır ilinde 2 tarımsal kalkınma kooperatifi, 4 tarım kredi kooperatifi, 1 tarımsal üretici birliği, 3 yetiştirici birliği ve 1 ziraat odası olmak üzere toplam 11 adet tarımsal örgüt ve bu örgütlere üye 11,532 çiftçi bulunmaktadır (Çizelge 1). Araştırmanın ana materyali, Iğdır ilinde bulunan Arı Yetiştiriciler Birliği (AYB), Damızlık Koyun Keçi Yetiştirici Birliği (DKKYB), Gaziler Tarımsal Kalkınma Kooperatifi ve Bulakbaşı Tarımsal Kalkınma Kooperatifi yöneticilerinden elde edilen veriler oluşturmaktadır (Şekil 1). Araştırmanın birincil verileri, kooperatif/birlik yöneticileriyle Eylül 2019 tarihinde yüz yüze yapılan anketlerden elde edilmiştir. Araştırmanın ikincil verileri ise Tarım ve Orman Bakanlığı, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, Iğdır Tarım ve Orman İl Müdürlüğü ve konu ile ilgili yapılan literatürden oluşmaktadır.



Şekil 1. Araştırma alanı  
Figure 1. Research area

Araştırmada Iğdır ilinde bulunan tarımsal örgütlerin yapısı, personel durumu, üyelere sağlanan hizmetler, sermaye varlığı, proje uygulama durumları, sorunlar ve sosyal ilişkileri ile birlikte yöneticilerin profili incelenmiştir. Araştırmanın bulguları, tanımlayıcı istatistikler şeklinde verilmiştir. Araştırma kapsamında tarım kooperatifleri ve birliklerin sorunları ve bölgedeki diğer tarım paydaşları ile ilişkilerinin belirlenmesinde 5’li Likert ölçeğinden (1: Önemsiz, ..., 5: Çok önemli) yararlanılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1 Tarımsal örgütlere ait genel bilgiler

Araştırma kapsamında ele alınan tarımsal örgütlerin yarısının faaliyet konusu büyükbaş hayvancılık iken, %25’inin arıcılık ve %25’inin de koyun ve keçi yetiştiriciliğidir. Tarımsal örgütlerden Arı YB 2005 yılında, Koyun Keçi YB 2006 yılında ve TKK’leri ise 2007 yılında kurulmuşlardır. Tarımsal örgütlerden Koyun Keçi YB 2,414 ile en fazla köyeye sahipken, köy bazlı hizmet veren kooperatifler ortalama 52 üyeye sahiptir. Yetiştirici Birlikleri 4 ilçe ve 50 köye hizmet vermekte olup, ortalama bir kişi istihdam edilmektedir. Everest ve ark (2019) tarafından Çanakkale ilinde yapılan araştırmada ise tarımsal örgütlerin ortalama 2.16 köyeye hizmet verdiği ve çalışanların 0.46 kişi olduğu tespit edilmiştir. Ünal ve ark. (2011) tarafından Ege Bölgesindeki su ürünleri kooperatiflerinde yapılan araştırmada kooperatiflerin tamamına yakınında ücretli olarak herhangi birinin çalıştırılmadığı belirlenmiştir. Araştırma kapsamında ele alınan tarımsal örgütlerde son yıl yapılan genel kurul toplantılarına üye katılım oranı %26 gibi oldukça düşüktür. Üyelerin genel kurul toplantısına katılım oranı Gaziler TKK %68 ile en fazla iken, Koyun Keçi YB %5 ile en düşüktür. Kılıç Topuz ve Bozoğlu (2016) tarafından Samsun ilinde yapılan araştırmada ortalama 3 kişi istihdam edildiği ve üyelerin genel kurul toplantılarına katılım oranının düşük (%23) olduğu belirlenmiştir. Araştırmada tarımsal örgütlerin %50’si üyelerine, kayıt tutma, tarımsal üretimle ilgili eğitim, üretici örgütlenmesi konusunda eğitim, hayvan temini ve üretimle ilgili araç-gereç temini gibi hizmetler sağlamaktadır. Sadece Arı YB ürünlerin pazarlanmasına aracılık etmekte, sosyo-kültürel faaliyetler düzenlenmekte, gazete, dergi gibi basılı materyaller temini sağlamaktadır (Çizelge 2). Kılıç Topuz ve Bozoğlu (2015) tarafından Samsun ilinde yapılan araştırmada tarımsal kalkınma kooperatiflerinin %77’sinin üyelere girdi temini yaptığı, %66’sının hayvan temini sağladığı ve %55’inin ise ortakların ürünlerini pazarladığı belirlenmiştir. Bozoğlu ve ark. (2001) tarafından Tonya ilçesi tarımsal kalkınma kooperatifinin üyelerine süt işleme, pazarlama, ucuza girdi temini, süt alımı ve fiyat garantisini, piyasada rekabet ortamı yaratma gibi hizmetleri sağladığı belirlenmiştir. Buradan araştırma kapsamında ele alınan tarımsal örgütlerin üyelerine sağladıkları hizmetlerin çok yetersiz olduğu söylenebilir.

Çizelge 2. Tarımsal örgütlere ait genel bilgiler ve üyelere sağlanan hizmetler

Table 2. General information about agricultural organizations and provided services to members

	Arı YB	DKKYB	Gaziler TKK	Bulakbaşı TKK	Ortalama/ %
Birliğin faaliyet konuları	Arı	Koyun keçi	Büyükbaş hayvancılık	Büyükbaş hayvancılık	-
Kuruluş yıl	2005	2006	2007	2007	-
Mevcut üye sayısı (kişi)	302	2,414	51	54	705
Aktif üye sayısı (kişi)	170	117	51	40	94
Aktif üye oran (%)	56.2	4.84	100.0	74.0	13.3
Hizmet verilen ilçe sayısı	4	4	1	1	2.5
Hizmet verilen köy sayısı	50	50	1	2	25.75
Birlik/kooperatifte çalışan sayısı	-	4	-	-	1
2019 yılı genel kurula katılım oranı (%)	10.5	5.30	68.0	20.0	26.0
<b>Üyelere/ortaklara sağlanan hizmetler</b>					
Çiftçi kaydı tutma	+	+			50.0
Tarımsal üretimle ilgili eğitim	+		+		50.0
Üretici örgütlenmesi konusunda eğitim	+		+		50.0
Hayvan temini		+	+		50.0
Üretimle ilgili araç-gereçler		+	+		50.0
Ürünlerin pazarlanmasına aracılık etme	+				25.0
Sosyo-kültürel etkinlikler düzenleme	+				25.0
Gazete, dergi, vb basılı materyaller temini	+				25.0



## 3.2. Tarımsal örgütlerin sermaye durumu

Araştırmada ele alınan tarımsal örgütlerin %75'inde ortalama 175 TL giriş sermayesi alındığı, %25'inde ise alınmadığı belirlenmiştir. Tarımsal örgütlerin tamamında üyelik aidatı alınmakta iken, birlik veya kooperatif üyelerinin üyelik aidatını her zaman ödeyenlerin oranı %51.25'dir. Üyelerin %5'i üyelik aidatını hiçbir zaman ödemeyen, geriye kalan %43.75'i üyelik aidatını ara sıra ve genellikle ödemektedirler. Örgütlerde üyelik aidatı en az 100, en fazla 200 TL'dir (Çizelge 3). Sermayesinden yedek akçe ayıran örgüt ise sadece Arı YB'dir.

Çizelge 3. Örgütlerde giriş sermayesi alınma ve üyelik aidatı ödeme durumları

Table 3. Invest capital and payment membership fees in organizations

Örgüt adı	Giriş sermayesi		Üyelik aidatı		Üyelik aidatı ödeme sıklıkları (%)			
	Alınma durumu	Miktar (TL)	Alınma durumu	Miktar (TL)	Hiçbir zaman	Ara sıra	Genellikle	Her zaman
Arı YB	+	250	+	100	20	50	20	10
DKKYB	+	200	+	200	-	5	-	95
Gaziler TKK	-	0	+	100	-	-	-	100
Bulakbaşı TKK	+	250	+	65	-	100	-	-
Ortalama/ Oran (%)	75.0	175	100.0	116	5.0	38.75	5.0	51.25

Tarımsal örgütlerin son üç yıl gelir-gider durumları Çizelge 4'den incelendiğinde, 2016 yılında ortalama 92,500 TL geliri, 80,250 TL gideri ve 12,250 TL kâr elde ettiği belirlenmiştir. Birlik/kooperatiflerin 2017 yılında ise kârının bir önceki yıla göre %100 artarak 25,500 TL'ye çıktığı, 2018 yılında ise 14,750 TL'ye düştüğü görülmektedir. Araştırma kapsamında ele alınan tarımsal örgütlerden en fazla gelire DKKYB'nin, en düşük gelire ise tarımsal kalkınma kooperatiflerinin sahip olduğu tespit edilmiştir. DKKYB dışındaki diğer birlik/kooperatiflerin faaliyetlerini devam ettirebilmeleri için elde ettikleri gelirler çok yetersizdir. DKKYB'nin de gelirlerinin diğer örgütlerden fazla olmasının sebebi, hayvancılık desteklemelerinin birlik aracılığıyla verilmesinden kaynaklanmaktadır. Tarımsal destek başvuruları birlik aracılığıyla alındığından, birlikler destekleme alan üyelerden yıllık üyelik aidatlarını, giriş sermayesini ve hayvan başına kesilen hizmet bedelini alabilmektedirler. Diğer tarımsal örgütlerde böyle bir durum söz konusu olmadığından gelirleri oldukça yetersiz kalmaktadır. Aydoğdu ve ark. (2015) tarafından Harran Ovasındaki Sulama Birliklerinin de, Yücel ve Acar (2018) tarafından Sinop ili Su Ürünleri Kooperatiflerinin de gelirlerinin oldukça yetersiz olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4. Birliklerin/kooperatiflerin gelir-gider durumları (Bin TL/Yıl)

Table 4. Income-expense status of unions/cooperatives (Thousand TL/Year)

Örgüt adı	2016			2017			2018		
	Gelir	Gider	Kâr / zarar	Gelir	Gider	Kâr / zarar	Gelir	Gider	Kâr / zarar
Arı YB	15	14	1	17	15	2	42	20	22
DKKYB	350	300	50	600	500	100	450	420	30
Gaziler TKK	5	5	0	5	5	0	5	5	0
Bulakbaşı TKK	-	2	-2	2	2	0	20	13	7
Ortalama	92,5	80,2	12,3	15,6	13	25,5	129,5	114,5	14,7

Iğdır ili tarımsal örgütlerin yatırım sermayesi varlıkları Çizelge 5'den incelendiğinde; tarımsal örgütlerin %25'inin kira, %75'inin ise mülk kooperatif/birlik binası olduğu belirlenmiştir. Tarımsal örgütlerden sadece Arı YB'nin kullandığı binanın kira olduğu ve yıllık 3,600 TL kira ödediği, diğer tarımsal örgütlerin ise binalarının mülk olduğu belirlenmiştir. Everest ve ark. (2019) tarafından Çanakkale ilinde yapılan araştırmada ise tarımsal kalkınma kooperatiflerinin hizmet binasının %42.67'sinin mülk, %52'sinin kira olduğu, %5.33'ünün ise kooperatif hizmet binası olmadığı tespit edilmiştir. Tarımsal örgütlerin kullandığı binalardan en geniş alana 240 m<sup>2</sup> ile Koyun Keçi YB sahip iken, en küçük alana 40 m<sup>2</sup> ile Arı YB sahiptir. Arı YB ve Koyun Keçi YB binalarını aktif olarak kullanmasına rağmen Gaziler TKK ve Bulakbaşı TKK'nın binalarını aktif olarak kullanmadıkları tespit edilmiştir.

Tarımsal örgütler arasında sadece Gaziler TKK'nın süt soğutma tankı, silaj biçme makinası ve kırma makinası gibi alet makinaya sahip olduğu fakat, bu alet makinaları aktif olarak kullanmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 5. Birliklerin/kooperatiflerin yatırım sermayesi varlıkları

Table 5. Investment capital assets of unions/cooperatives

		Arı YB	DKKYB	Gaziler TKK	Bulakbaşı TKK
Bina	Kira (TL)	3,600			
	Mülk		+	+	+
	Kat sayısı	1	2	1	1
	Büyüklik (m <sup>2</sup> )	40	240	160	210
	Aktif kullanım	+	+	-	-
Alet- makina	Süt soğutma tankı			3 ton	
	Değeri (Bin TL)			50	
	Silaj biçme makinası			1	
	Değeri (Bin TL)			10	
	Kırma makinası			1	
	Değeri (Bin TL)			6	

Tarımsal örgütlerin daha etkili hale gelebilmesi, kırsal alanda üyelere gerekli hizmetlerin verilmesi, örgütlerin sermayelerinin güçlendirilebilmesi, üye-örgüt ilişkileri, üyelerin tarımsal gelirleri ve üye memnuniyetinin artırılabilmesi için projeye dayalı faaliyetlerinin geliştirilmesi gerekli görülmektedir (Kılıç Topuz ve Bozoğlu, 2015). Araştırma kapsamında ele alınan birlik ve kooperatiflerin %75'inin en az bir proje uyguladığı, tarımsal örgütlerden sadece Bulakbaşı TKK herhangi bir proje uygulamadığı belirlenmiştir. Arı YB, Iğdır İl Özel İdaresi ve Tarım ve Orman Bakanlığı destekli iki ayrı proje yürütmüştür. İl Özel İdare destekli "Arı ile Gelen Refah Projesi" nde canlı arı ve ilaç temini, Bakanlık destekli "Genç Çiftçi Projesi" nde ise 11 üye arıcıya 30 Bin TL, toplamda 330 Bin TL'lik destek ödemesi yapılmıştır. Damızlık Koyun Keçi YB ise Tarım ve Orman Bakanlığı ve Serhat Kalkınma Ajansı (SERKA) destekli iki ayrı proje yürütmüştür. Bakanlık destekli "300 Koyun Projesi"nde 22 üyeye %0 faizle, 7 yıl ödemeli koyun dağıtımı yapılmıştır. Birliğin SERKA destekli projesinden ise üyelere 90 Bin TL değerinde Saanen keçisi dağıtılmıştır fakat, keçiler çevreye uyum sağlayamadığı için istenen etki gerçekleştirilememiştir. Gaziler TKK'de 2009 yılında Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından başlatılan "Damızlık Sığır Projesi" ile 50 kooperatif ortağına iki yıl sonra ödemeli 6'şar damızlık sığır dağıtımı yapmıştır. Fakat bu projede de hayvanlardan istenen verim alınmadığından başarısızlıkla sonuçlanmıştır. Buradan araştırma kapsamında ele alınan tarımsal örgütlerin kamu kurumu destekli proje uygulama durumlarının yüksek olmasına karşın, kamu dışı destekli proje uygulamalarının olmadığı belirlenmiştir. Tarımsal örgütler tarafından uygulanan projelerde üyelere/ortaklara dağıtılan hayvan ırklarının bölge iklimine uygun olmadığı ve bu sebeple de projelerden beklenen verimin alınmadığı söylenebilir. Yılmaz ve Gül (2010) tarafından Adana ilinde yapılan araştırmada da tarım kooperatifleri aracılığıyla uygulanan süt sığırcılığı projelerinden ekonomik anlamda istenilen başarının elde edilemediği tespit edilmiştir. Çiftçi (2015) tarafından Konya Damızlık Koyun Keçi YB'nin "Halk Elinde Küçükbaş Hayvan Islah Projesi" projesinin en önemli yürütücüsünün olduğu belirtilmektedir. Kılıç Topuz (2017) tarafından Samsun ilinde yapılan araştırmada birliklerin sadece %14'ünün proje uyguladığı, %50'sinin herhangi bir proje başvurusunun olmadığı tespit edilmiştir. Tarımsal örgütlerin kırsal kalkınmanın gerçekleşmesinde etkin rol alabilmesi için başarılı proje uygulaması ve hayata geçirmesi oldukça önemlidir. Araştırma bölgesindeki kooperatif ve birliklerinde dış kaynaklı projeleri hayata geçirmeleri, bölgenin ve örgütlerin kalkınması açısından kaçınılmazdır. Yılmaz ve Gül (2010) tarafından yapılan çalışmada da tarımsal kooperatiflerin yaygınlaştırılması, iyileştirilmesi ve kırsal kalkınmanın gerçekleşmesi için kooperatiflere yönelik projelerin artırılması gerektiği ve proje kapsamında dağıtılacak hayvanların bölge iklimine uygun olması gerektiği belirtilmektedir.

Çizelge 6. Tarımsal örgütlerin başvurdukları/uyguladıkları projeler  
Table 6. Applied and implement projects by agricultural organizations

		Arı YB	DKKYB	Gaziler TKK	Bulakbaşı TKK
İl Özel İdare	Uygulanma tarihi	2018-19			
	Proje Adı	Arı ile Gelen Refah			
	Toplam Bütçe (Bin TL)	190			
	Başarı Durumu	Başarılı			
Tarım ve Orman Bakanlığı	Uygulanma tarihi	2018	2018	2009	
	Proje Adı	Genç Çiftçi Projesi	300 Koyun Projesi	Damızlık Sığır Projesi (6x50)	
	Toplam Bütçe (Bin TL)	330	-	3,000	
	Başarı Durumu	Başarılı	Başarılı	Başarılı	
SERKA	Uygulanma tarihi	2013			
	Proje Adı	Saanen Keçisi Projesi			
	Toplam Bütçe (Bin TL)	90			
	Başarı Durumu	Başarılı			

### 3.3. Tarımsal örgütlerin sorunları ve diğer tarım paydaşları ile ilişkiler

İğdir ilindeki incelenen tarımsal örgütlerin en önemli sorunlarının finansman yetersizliği, üyelik aidatlarının düzenli olarak ödenmemesi, devlet desteğinin yetersiz olması ve tarımsal desteklerin örgütler aracılığıyla verilmemesi olduğu belirlenmiştir. Sermaye yetersizliği yaşayan tarımsal örgütler, gerekli faaliyetleri etkili olarak gerçekleştirememektedirler. Birlik/kooperatiflerin diğer sorunları ise üyelerin eğitim seviyesinin düşük olması, ürünlerin pazarlanamaması, örgütler ve üyeler arasındaki güven eksikliği şeklindedir. Serinikli ve Kumkale (2012) tarafından Türkiye'deki üst örgütlerin sorunları incelenmiş ve en önemli sorunlarının sırasıyla; finansman yetersizliği, mevzuat yetersizliği ve ortakların ilgisizliği olduğu belirlenmiştir. Yücel ve Acar (2018) tarafından Sinop ili Su Ürünleri Kooperatifleriyle yaptıkları araştırmada da temel sorunlar; ortak sayısı yetersizliği, yeni ortak katılımı olmaması, ortakların düzenli aidat ödememesi ve kooperatif konusunda ortakların risk almaması olarak belirlenmiştir. Kılıç Topuz ve Bozoğlu (2018) tarafından Samsun ilindeki Fındık Tarımsal Üretici Birliklerinin en önemli sorunları sırasıyla; kayıt dışı üretim, sermaye yetersizliği, devlet desteğinin yetersizliği ve aracılardan rekabette üstün olması olarak belirlenmiştir. Tarımsal örgütlerin belirlenen hedeflerine ulaşmalarında bölgedeki diğer paydaşlar ile olan ekonomik ve sosyal ilişkilerinin geliştirilmesi oldukça önemlidir. Araştırmada birlik/kooperatiflerin bölgedeki diğer tarım paydaşlarından İğdir Üniversitesi ve sosyal çevre (bölgedeki diğer üreticiler, tarım ile ilgili bilgi alışverişinde bulunulan kurum ve kuruluşlar, vs.) ile en güçlü ilişkiye sahip oldukları belirlenmiştir. Tarımsal örgütlerin bölgedeki Ziraat Odası ve Tarım Kredi Kooperatifleriyle ilişkilerinin genel olarak zayıf olduğu söylenebilir. Çiftçi (2015)'nin Konya ili Damızlık Koyun Keçi Yetiştirici Birliği konusunda yaptığı araştırmasında birliğin bölgedeki diğer birliklerle olan iş birliğinin iyi düzeyde olduğunu, teknik destek, danışmanlık, mevzuat, toplantı ve eğitimlere iştirak konusunda birbirleri ile sürekli yardımlaşma içerisinde olduğunu belirtmektedir. Kılıç Topuz (2017) tarafından Samsun ili Tarımsal Üretici Birliklerinde yapılan araştırmada ise birliklerin sosyal çevreleriyle ve Tarım İl Müdürlüğü ile en güçlü, üniversite, Tarım Kredi ve Tarım Satış Kooperatifleri ile en zayıf ilişkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Acar ve Yıldırım (2000), Van ilindeki tarımsal kalkınma kooperatiflerinin Yüzüncü Yıl Üniversitesi ile güçlü ilişki içerisinde olmalarının, bu kooperatiflerin tanınmasına ve bölgedeki itibarlarının artmasında önemli katkılarından olduğunu ortaya koymuştur.

Çizelge 7. Birlik/kooperatiflerin sorunları ve bölgedeki paydaşlar ile ilişkileri

Table 7. Problems and relationship with stakeholders in the region of unions and cooperatives

Sorunlar*	Arı	DKKYB	Gaziler	Bulakbaşı	Toplam skor	Önem sırası
	YB		TKK	TKK		
Finansman yetersizliği	5	5	5	5	20	1
Üyelik aidatlarının düzenli olarak ödenmemesi	5	5	5	5	20	1
Devlet desteğinin yetersizliği	5	5	5	5	20	1
Tarımsal desteklerin birlik/kooperatif aracılığıyla verilmemesi	5	5	5	5	20	1
Üyelerin eğitim seviyesinin düşüklüğü	4	5	5	5	19	2
Ürünlerin pazarlanamaması	5	1	5	5	16	3
Örgüt-üye arasında güven eksikliği	4	1	4	5	14	4
Kayıt dışı üretim	5	1	5	1	12	5
Aracıların rekabette üstün olması	5	1	5	1	12	5
Personelin niteliksiz oluşu	3	1	3	5	12	5
Yetersiz tarım danışmanı	3	1	3	5	12	5
Yöneticilerin kötü yönetimi	2	1	3	5	11	6
Örgütün yeterince denetlenmemesi	1	1	4	5	11	6
Üreticilerin örgütlenme bilincinin düşük olması	-	-	5	-	5	7
<b>Paydaşlar**</b>						
Iğdır Üniversitesi	5	5	4	1	15	1
Sosyal çevre	4	5	4	1	14	2
Tarımsal Kalkınma Kooperatifleri	1	5	4	3	13	3
Tarım ve Orman İl Müdürlüğü	3	5	4	1	13	3
Merkez Birliği	5	5	1	1	12	4
Ziraat Odası	2	5	3	1	11	5
Tarım Kredi Kooperatifleri	1	5	1	1	8	6
<b>Toplam ilişki skoru</b>	<b>21</b>	<b>35</b>	<b>21</b>	<b>9</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

\* 1. Önemsiz, ..., 5. Çok önemli, \*\* 1. Yok, ..., 5. Çok iyi

#### 3.4. Tarımsal örgüt yöneticilerinin profili

Tarımsal örgüt yöneticilerinin ortalama yaşı 50 olup, ortalama eğitim seviyeleri lisedir. Birlik yöneticilerinin %50'si üniversite mezunu, %25'i ilkokul, %25'i lise mezunudur. Bulakbaşı TKK yöneticisinin sosyal güvencesi yoktur (Çizelge 8). Everest ve ark. (2019) tarafından Çanakkale ilinde yapılan araştırmada ortalama 49 yaşında olan tarımsal kalkınma kooperatifi yöneticilerinin %58'inin ilkokul, %17'sinin ortaokul, %21'inin lise, %2'sinin meslek yüksekokulu ve %2'sinin ise üniversite mezunu olduğu belirlenmiştir. Başaran (2003)'ün Tekirdağ ilinde yaptığı diğer bir çalışmada kooperatif yöneticilerinin %29.3'ünün ilkokul, %21.9'unun ortaokul, %26.8'inin lise ve %22'sinin üniversite mezunu olduğu tespit edilmiştir. Şahin ve ark (2015)'nin araştırmalarında Türkiye'deki tarımsal kalkınma kooperatif yöneticilerinin ortalama 48 yaşında olduğu, %35.7'sinin ilkokul, %15.5'inin ortaokul, %28.6'sının lise, %3.6'sının yüksek okul ve %16.7'sinin üniversite mezunu olduğu belirlenmiştir. Aydoğdu ve ark. (2015) tarafından Harran Ovasındaki Sulama Birlik başkanlarının ortalama 48 yaşında oldukları ve ortalama 7.22 yıl eğitime sahip oldukları belirlenmiştir. Buradan Iğdır ilindeki tarımsal örgüt yöneticilerinin eğitim durumlarının Türkiye'deki tarımsal kalkınma kooperatifi ortalamasından ve Sulama Birlik başkanlarından daha yüksek olduğu söylenebilir.

Çizelge 8. Birlik/kooperatif yönetim kurulu başkanlarının demografik özellikleri

Table 8. Demographic characteristics of the executive board of unions and cooperatives

Örgüt adı	Yaş	Eğitim (yıl)	Eğitim Durumu (%)				Sosyal güvence (%)		
			İlkokul	Lise	Üniversite	Yok	SGK	Bağ-Kur	Emekli Sandığı
Arı YB	35	15			+		+		
DKKYB	55	11		+					+
Gaziler TKK	51	15			+			+	
Bulakbaşı TKK	60	5	+			+			
Ortalama/ Oran (%)	50	11.5	25.0	25.0	50.0	25.0	25.0	25.0	25.0

Yönetim kurulu, ilgili yönetmelik ve anasözleşme hükümleri doğrultusunda kooperatif/birliğin faaliyetlerini yöneten ve kooperatif/birliği temsil eden icra organıdır. Denetim kurulu ise genel kurul namına kooperatif/birliğin bütün işlem ve hesaplarını inceleyen organdır. Yönetim kurulu ve denetim kurulu üyeleri en az üç üyeden oluşmaktadır (RG, 1969; RG, 2001). Araştırma kapsamında ele alınan tarımsal örgütlerin yönetimi ile ilgili bilgiler 5 yönetim kurulu üyesi ve 3 denetim kurulu üyesi olacak şekilde alınmıştır. Araştırma kapsamında ele alınan tarımsal örgütlerin yönetim kurulu üyelerinin ortalama eğitim seviyesi 9 yıl, denetim kurulu üyelerinin ise 8 yıldır. Tarımsal örgütlerde en eğitilmiş yönetim kurulu üyeleri (12.6 yıl) ve denetim kurulu üyeleri (11 yıl) Arı YB’nde yer alırken, en eğitimsiz yönetim kurulu ve denetim kurulu üyeleri (5 yıl) ise Bulakbaşı TKK’nde yer aldığı görülmektedir. Birlik veya kooperatif yöneticileri yılda ortalama 1 kongre, seminer ve fuar gibi etkinliklere katılmaktadırlar ve en fazla kongre, seminer, fuar gibi etkinliklere katılan yöneticiler Damızlık Koyun Keçi YB yöneticileridir. Araştırmada tarımsal örgütlerin %75’inin bir kez örgütlenme konusunda eğitim aldığı belirlenmiştir. Tarımsal örgütlerin denetim kurulu üyelerinin ise katıldığı kongre, seminer, fuar gibi etkinlik ve örgütlenme eğitimi yok denecek kadar azdır (Çizelge 9). Şahin ve ark (2015)’nin çalışmasında Türkiye’deki tarımsal kalkınma kooperatifleri yöneticilerinin %46.4’ünün kooperatifçilik eğitimi aldığı, %53.6’sının ise eğitim almadığı belirlenmiştir. Everest ve ark. (2019)’ın çalışmasında Çanakkale ilindeki tarımsal örgüt yöneticilerinin %69’unun son bir yılda tarımla ilgili bir toplantıya katıldıkları belirlenmiştir. Tarımsal örgütlerin etkili olarak faaliyetlerini devam ettirebilmesi için yöneticilerin, üyelerin ve çalışanların kooperatifçilik ve/veya örgütlenme konusunda eğitilmeleri kaçınılmazdır. Bu konuda alanında uzman kişilerden ve üniversitelerden sürekli olarak yararlanılması gerekmektedir.

Çizelge 9. Birlik/kooperatif yöneticilerinin eğitim durumu, kongreye katılma ve örgütlenme eğitimi alma durumları

Table 9. Status of education, participation to congress and organization training of the unions/cooperatives managers

Örgüt adı	Yönetim Kurulu Üyeleri					Denetim Kurulu Üyeleri				
	Eğitim durumu (yıl)			Katıldığı kongre/ seminer/ fuar (kez)	Örgütlenme Eğitimi alma (kez)	Eğitim durumu (yıl)			Katıldığı kongre/ seminer/fuar (kez)	Örgütlenme Eğitimi alma (kez)
	Ort.	Min.	Max.			Ort.	Min.	Max.		
Arı YB	12.6	11	15	1	1	11	11	11	-	-
DKKYB	8.6	5	11	3	1	7.3	5	11	1	-
Gaziler TKK	10	5	15	1	1	9	8	11	1	1
Bulakbaşı TKK	5	5	5	-	-	5	5	5	-	-
Ortalama	9.05	6.5	11.5	1.25	0.75	8.07	7.25	9.5	0.5	0.25

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Iğdır İlinde hane halklarının önemli bir kısmının temel geçim kaynağını tarımsal faaliyetler oluşturmaktadır. Iğdır İlinde çok az sayıda tarımsal örgüt mevcut olup, mevcut tarımsal örgütlerin tamamı hayvancılık alanında faaliyet göstermektedir. Üreticilerin sorunlarına çözüm bulabilmesi ve piyasada daha etkili olabilmeleri için bitkisel üretim konusunda da tarımsal örgüt kurulması teşvik edilmeli ve kurulmalıdır. Aktif üye oranı çok düşük olan tarımsal örgütlerin sermayeleri ve üyelerine sunduğu hizmetler çok yetersizdir. Tarımsal kooperatif ve birliklerin büyük çoğunluğunda giriş sermayesi ve üyelik aidatı alınmasına rağmen, aidatını düzenli ödeyen üyelerin oranı düşüktür. Tarımsal kooperatif ve birliklerin kamu kurumları destekli proje uygulama oranları yüksek olmasına rağmen, kamu dışı destekli proje uygulama oranları yeterli düzeyde değildir. Tarımsal örgütlerin sermayelerinin artırılabilmesi ve üyelerine daha fazla hizmet sunabilmesi için proje yürütmeleri çok önemlidir. Bu sebeple, tarımsal örgüt yöneticileri bu konuda bilinçlendirilmeli ve ilgili kurum ve kuruluşlar tarafından proje hazırlama ve uygulama konusunda eğitim verilerek kapasitelerinin güçlendirilmesi önem arz etmektedir. Ayrıca, tarımsal örgütlerin bölgedeki diğer tarım paydaşları ile ilişkileri zayıf ve genel kurul toplantılarına üye katılım oranları oldukça düşüktür. Oysa, çiftçi örgütlerinin sorunlarının çözülebilmesi, ekonomik ve sosyal yönden gelişebilmesi için bölgede yer alan tüm paydaşların iş birliği içerisinde olması gerekmektedir. Üyelerin tarımsal örgüt ve yöneticilerine güvenlerinin artması için genel kurul toplantılarına katılımları çok önemli olduğundan üyelerin genel kurul toplantılarına katılımlarını artırıcı önlemler uygulamaya geçilmelidir. Araştırma kapsamında ele alınan tarımsal örgüt yöneticilerinin eğitim seviyesinin yüksek olmasına karşın, tarımsal örgütlenme konusunda yeterli eğitim almadıkları belirlenmiştir. Yöneticilerin örgütlenme konusunda bilgi düzeylerinin artırılması için eğitim almaları kaçınılmaz olup, bu konuda bölgedeki üniversiteden ve uzman kişilerden yararlanılmalıdır. Araştırmada ele alınmayan ve Iğdır İlinde faaliyet gösteren tarım kredi kooperatiflerinde de benzer bir araştırmaların yapılması, bölgenin kalkınmasına yarar sağlayabilecektir.

#### Teşekkür

Bu çalışma Iğdır Üniversitesi 2019-FEB-A10 No'lu Bilimsel Araştırma Projesi ile desteklenmiştir.

#### Kaynaklar

- Acar, İ., Yıldırım, İ., 2000. Mandıra işleten Dönerdere Tarımsal Kalkınma Kooperatifine ortak işletmelerin ekonomik analizi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 10(1): 61-70.
- Alptekin, B., 2018. Tarımsal üretim ve pazarlama açısından örgütlenme (organizasyon) sorununun, hayvancılık işletmelerinde analizi: Iğdır örneği. Yüksek Lisans Tezi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 86s, Iğdır.
- Anonim, 2020. Tarım ve Orman Bakanlığı Iğdır İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, <https://igdir.tarimorman.gov.tr/Menu/20/Ilimiz> (Erişim tarihi: 18 Aralık 2020).
- Aydoğdu, M.H., Karlı, B., Yenigün, K., Mancı, A.R., Aydoğdu, M., 2014. Harran Ovasındaki sulama birliklerinin yapısal sorunları ve çözüm önerileri, GAP Bölgesi. *Türkiye. The Journal of Academic Social Science Studies*, 28, 179-196.
- Aydoğdu, M.H., Mancı, A.R., Aydoğdu, M., 2015. Sulama Birlik başkanlarının su yönetimine bakışları ve yeterlilikleri: GAP-Harran Ovası sulamaları örnekleme. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 19(3): 172-179.
- Başaran, B., 2003. Uluslararası Çalışma Örgütü'nün yeni kooperatif standartları ve ülkemiz kooperatiflerinin uyumu: Trakya Bölgesi tarım kooperatifleri örneği. Yüksek Lisans Tezi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 161s, Trakya.
- Bozoğlu, M., Cinemre, H.A., Ceyhan, V., 2001. Tarımsal sanayinin geliştirilmesinde kooperatifleşme: Tonya örneği. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2): 23-29.
- Çiftçi, İ., 2015. Damızlık Koyun-Keçi Yetiştiricileri Birliklerinin sürdürülebilir işletmecilik modeli: Konya ili örneği. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 86s, Konya.
- Everest, B., Yercan, M., Tan, S., 2019. Tarımsal kalkınma, sulama ve su ürünleri kooperatiflerinde kurumsal yapı ve yönetici profiline tespiti: Çanakkale İli örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(2): 343-353.
- ICA, 2021. International Co-operative Alliance, Available from <https://www.ica.coop/en/our-work/world-cooperative-monitor> (Erişim tarihi: 3 Ocak 2021).



- Karadaş, K., Şahin, K., Ertürk, E., Demir, O., 2014. Iğdır İli tarım işletmelerinde örgütlenme bilincinin belirlenmesi. XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 1221-1226, 3-5 Eylül 2014, Samsun.
- Karadaş, K., Ertürk, Y.E., Demir, O., Külekci, M., Demir, N., 2015. Iğdır İlinde kırsal kalkınma kooperatifi üyelerinin örgütlenme ve kooperatif faaliyetleriyle ilgili problemleri ve çözüm önerilerinin belirlenmesi. Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi, 50(2): 152-162.
- Kılıç Topuz, B., 2017. Samsun İli tarımsal üretici birliklerinde güven ve performansa etkili faktörler. Doktora Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 430s, Samsun.
- Kılıç Topuz, B., Bozoğlu M. 2015. Samsun İlindeki tarımsal kalkınma kooperatiflerinde ortak-kooperatif ilişkilerinin analizi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 30 (3): 246-253.
- Kılıç Topuz, B., Bozoğlu, M., 2016. Tarımsal üretici birliklerinde performans ölçümü. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 31(2016): 360-369.
- Kılıç Topuz, B., Bozoğlu, M., 2018. Samsun İlindeki fındık tarımsal üretici birliklerinin mevcut durum analizi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8(4): 325-335.
- Özudoğru, H., 2004. Köy-Koop Kırklareli Birliği'nin ekonomik analizi ve yöneticilerin kooperatif işletmelerinin başarısına etkilerinin değerlendirilmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 172s, Ankara.
- Rehber, E., 1993. Tarımda örgütlenme ve kooperatifçilik. Kooperatifçilik Dünyası Dergisi. Sayı: 271.
- RG, 1969. 1163 sayılı Kooperatifler Kanunu, 24.04.1969 tarih 13195 Sayılı Resmi Gazete.
- RG, 2001. 4631 Sayılı ıslah amaçlı yetiştirici birliklerinin kurulması ve hizmetleri hakkında yönetmelik, 10.03.2001 tarih 24338 sayılı Resmi Gazete.
- Serinikli, N., Kumkale, İ., 2012. Türkiye'deki kooperatif üst örgütlerinin (Bölge Birliklerinin) sorunları ve çözüm önerileri. Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 14(1): 269-290.
- Şahin, A., Miran, B., Cankurt, M., Günden, C., Kaynakçı, C., 2015. Türkiye'de tarımsal kalkınma kooperatiflerinde yöneticilerin özellikleri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi., 18(1): 1-12.
- Talim, M., Güneş, T., Çıkm, A., İnan, İ.H., Bektöre, M., 1981. Tarımda teşkilatlanma. Türkiye II. Tarım Kongresi, Tebliğler Kitabı, Tarım ve Orman Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- TRGM, 2021. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, <https://www.tarimorman.gov.tr/TRGM/Link/33/Tarimsal-Orgutlenme-Tablosu> (Erişim tarihi: 3 Ocak 2021).
- TÜİK, 2020. Türkiye İstatistik Kurumu, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Nufus-Projeksiyonlari-2018-2080-30567> (Erişim tarihi: 18 Aralık 2020).
- Ünal, V., Göncüoğlu, H., Sarı, H.M., 2011. Ege Bölgesi İçsu kooperatiflerinin mevcut durumu, problemleri ve ileriye yönelik projeleri. Su Ürünleri Dergisi, 28(2): 47-52.
- Yılmaz, H., Gül, A. 2010. Adana İlinde kooperatifler aracılığıyla uygulanan süt sığırıcılığı projelerinin genel bir değerlendirmesi. Türkiye IX. Tarım Ekonomisi Kongresi, 534-541, 22-24 Eylül, Şanlıurfa.
- Yücel, Ş., Acar, G., 2018. Su ürünleri kooperatifleri yöneticilerinin sosyo-ekonomik durumu ve kooperatiflerin sorunlarına bakışı. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 7(2): 57-66.



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.869449

**Organomineral ve kimyasal gübre ile farklı fosfor uygulamalarının silaj mısırın verimi ve fosfor kullanım etkinliği üzerine etkileri**

● Ayşegül Korkmaz <sup>a,\*</sup>, ● Fatma Gökmen Yılmaz <sup>a</sup>, ● Sait Gezgin <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Konya, TÜRKİYE

\*Sorumlu yazar/corresponding author: aysegul.korkmaz22@gmail.com

Geliş/Received 27/01/2021

Kabul/Accepted 02/05/2021

**ÖZET**

Bu çalışma, organomineral gübre ve kimyasal gübre ile birlikte K-Humat uygulamalarının silaj mısırın fosfor kullanım etkinliği üzerine etkilerini karşılaştırmak amacıyla tarla koşullarında yürütülmüştür. Tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulan denemede ekim esnasında U<sub>1</sub> (% 100 P) kimyasal gübre (13.24.12-10 SO<sub>3</sub>+1 Zn), organomineral gübre ile (7.16.10-15 SO<sub>3</sub>+ 1 Fe+0.5 Zn+20 organik madde ) U<sub>2</sub> (% 100 P) ve azalan oranlarda U<sub>3</sub> (% 80 P), U<sub>4</sub> (% 60 P), U<sub>5</sub> (% 40 P) ve kimyasal gübre ile birlikte 6 L da<sup>-1</sup> K-Humat (% 12 Humik+fulvik asit) ve kimyasal gübre ile azalan oranlarda U<sub>6</sub> (% 100 P), U<sub>7</sub> (% 80 P), U<sub>8</sub> (% 60 P), U<sub>9</sub> (% 40 P) fosfor uygulanmıştır. Çalışmada, silaj mısırın verimi en fazla fosforun % 80'inin kimyasal gübre ile birlikte dekara 6 L K-Humat uygulaması (U<sub>7</sub>) ile elde edilmiştir. Bitkiye sadece fosforun % 100 uygulandığı kimyasal gübre yerine K-Humat ile birlikte uygulamasının gerek verimde gerekse fosfor geri alım etkinliğinde artışlara neden olduğu bulunmuştur. Bitkide fosforun geri alım etkinliği gerek organomineral gerekse kimyasal gübre ile birlikte K-Humat uygulamalarının ortalamaları dikkate alındığında, organomineral gübre uygulamasının kimyasal gübre uygulamasına göre % 2 oranında artış sağladığı belirlenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:**  
Agronomik etkinlik  
Fizyolojik etkinlik  
Geri alım etkinliği  
K-Humat  
Organomineral  
Silaj mısır

**Effects of organomineral and chemical fertilizers with K-Humate containing different rates of phosphorus on yield and phosphorus use efficiency of silage corn**

**ABSTRACT**

The study was carried out to compare the effects of organomineral fertilizer and chemical fertilizer with K-Humate both containing different rates of phosphorus on the phosphorus use efficiency of silage corn under field conditions. Using randomized completely block design and three replications, chemical fertilizer containing 100 % P (13.24.12-10 SO<sub>3</sub> + 1 Zn) U<sub>1</sub>, organomineral fertilizer (7.16.10-15 SO<sub>3</sub> + 1 Fe + 0.5 Zn + 20 organic matter) with 100 % P (U<sub>2</sub>), 80 % P (U<sub>3</sub>), 60 % P (U<sub>4</sub>), 40 % P (U<sub>5</sub>), and chemical fertilizers with 6 kg da<sup>-1</sup> of K-Humate (12% Humic + fulvic acid) containing 100 % P (U<sub>6</sub>), 80 % P (U<sub>7</sub>), 60 % P (U<sub>8</sub>), 40 % P (U<sub>9</sub>) were applied. The highest yield was obtained from chemical fertilizer containing 80 % P and 6 L K-Humate da<sup>-1</sup> (U<sub>7</sub>). Application of chemical fertilizer containing 100 % P only is less effective compare to its combination with K-Humat as the latter led to significant increases in yield and phosphorus use efficiency. Based on the phosphorus re-uptake efficiency of the crop, organomineral fertilizer increased yield by 2 % compared to chemical fertilizer with and without K-Humate.

**Keywords:**  
Agronomic efficiency  
Physiological  
efficiency  
Re-uptake efficiency  
K-Humate  
Organomineral  
Silage corn

## 1. Giriş

Fosfor bitkiler için mutlak gerekli elementlerden birisidir. Ancak, fosforlu gübreler tarımsal üretimde verimin artırılması için, fosforlu gübre kullanım etkinliğinin az olması nedeniyle uzun yıllardır kontrolsüz ve bilinçsiz bir şekilde fazla miktarlarda kullanılmaktadır. Fosfor kullanım etkinliğinin düşük olmasının sebepleri arasında toprağa uygulanan kimyasal fosforlu gübrelerin toprakların yüksek pH, yüksek kireç, kil miktarı ve tipi, az organik madde miktarı, toprak sıcaklığı ve suyu gibi bazı toprak özellikleri yanında gübredeki fosfor formu ve gübrenin uygulama metodu yer almaktadır. Bunlara bağlı olarak değişmekle birlikte gübrelerle uygulanan fosforun fiksasyonunun (% 50-70) fazla ve bitkilerce alım etkinliğinin (% 10-30) oldukça düşük olması nedeniyle tarımsal üretimde fosforun kullanım etkinliğini artırılması tarımsal üretimde büyük önem arz etmektedir (Hinsinger, 2001; Balemi ve Negisho, 2012; Cordell ve White, 2013). Gübre kullanım etkinliği agronomik, fizyolojik ve alım etkinliği olmak üzere üç farklı şekilde belirlenmektedir. Agronomik etkinlik, gübre ile uygulanan birim fosforun üründe sağladığı artış; fizyolojik etkinlik, gübre ile uygulanan fosfordan bitkinin aldığı birim fosforun üründe sağladığı artış ve alım etkinliği ise gübre ile uygulanan fosforun bitki ile topraktan kaldırılan oranını ifade etmektedir (Moll ve ark., 1982). Fosforun kullanım etkinliğinin artırılması ile uygulanacak fosforlu gübre miktarının azaltılabilmesi için yapılan çalışmalarda, fosforlu gübre ile birlikte organik kaynaklı materyallerden organomineral gübreler (İrget ve Cengiz; Süzer ve Çulhacı, 2017) ve humik+fulvik asit içerikli K-Humat'ın (El-Etr ve ark., 2011; Tamer ve ark., 2016) verilmesi ile özellikle rizosfer bölgesinde toprakların katyon değişim kapasiteleri, su ve hava geçirgenliği, toprak sıcaklığı üzerine olumlu etkiler sağlayarak mikrobiyal aktiviteyi artırarak topraklarda fosfor fiksasyonunun azaltılması amaçlanmıştır.

Bu çalışma, organomineral ve kimyasal gübre ile beraber K-Humat uygulamalarının silaj mısır bitkisi yapraklarının besin elementi kapsamı, tane verimi, kuru madde verimi, fosfor kullanım etkinlikleri ve bu parametreler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Deneme, Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü Gözlü Tarım İşletmesi arazisinde sulu koşullarda 29 Nisan 2019 tarihinde kurulmuş olup 03 Eylül 2019 tarihinde hasat edilmiştir. Deneme yeri toprağı hafif alkalın reaksiyonlu (pH=8.12), orta kireçli (% 8.1), organik maddece fakir (% 0.12), bitki gelişiminde sorun oluşturamayacak düzeyde tuz (0.61 dS m<sup>-1</sup>) (Ergene, 1982) içermekte olup killi (C) bünyeye sahiptir. Bitkiye yayılsı Ca (9686 mg kg<sup>-1</sup>) ve Mg (1070 mg kg<sup>-1</sup>) miktarları fazla, K (509 mg kg<sup>-1</sup>), Fe (7.70 mg kg<sup>-1</sup>), Zn (1.50 mg kg<sup>-1</sup>), Cu (3.60 mg kg<sup>-1</sup>), Mn (4.06 mg kg<sup>-1</sup>) (Lindsay ve Norvel 1978) ve B (0.45 mg kg<sup>-1</sup>) miktarları yeterli olan deneme toprağında NO<sub>3</sub>-N (12.5 mg kg<sup>-1</sup>) ve P (8.99 mg kg<sup>-1</sup>) miktarları silajlık mısır için orta seviyede bulunmaktadır (Ülgen ve Yurtseven 1974).

Tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü yürütülen denemede "72 May 80" silajlık mısır çeşidine Çizelge 1'de belirtilen Organomineral, kimyasal gübre, K-Humat ve farklı fosfor içeren 9 adet konu uygulanmıştır.

Deneme yeri toprağının elverişli fosfor (8.99 mg P kg<sup>-1</sup> yani; 5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup>) miktarına göre Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi'nde silajlık mısır için önerilen 8 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup> fosfor optimum yada % 100 fosfor seviyesi olarak alınmış ve uygulanmıştır. Çizelge 1'de belirtilen miktarlarda saf fosforu sağlayacak miktarlarda kimyasal ve organomineral gübre, ekim makinesi ile ekim esnasında banda uygulanmıştır. Denemede kimyasal taban gübresi olarak 20-20-0+% 1Zn ve organomineral gübre olarak 7.16.10+% 15SO<sub>3</sub>+% 1Fe+% 0.5 Zn+% 20 organik madde içeren kompoze gübre kullanılmıştır. Denemede kullanılan K-Humat'ın pH'sı 11 olup % 12 hümitik+fulvik asit ve % 3 K<sub>2</sub>O içermektedir.

Çizelge 1. Uygulama konuları, içerikleri ve miktarları

Table 1. Application parameters, contents and quantities

Uygulamalar	Uygulama İçeriği	Uygulanan P Miktarı (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> da <sup>-1</sup> )	Uygulanan K-Humat Miktarı (L da <sup>-1</sup> )
U <sub>1</sub>	Kimyasal Gübre (% 100 P)	5	--
U <sub>2</sub>	Organomineral Gübre (% 100 P)	5	--
U <sub>3</sub>	Organomineral Gübre (% 80 P)	4	--
U <sub>4</sub>	Organomineral Gübre (% 60 P)	3	--
U <sub>5</sub>	Organomineral Gübre (% 40 P)	2	--
U <sub>6</sub>	Kimyasal Gübre (% 100 P)	5	6
U <sub>7</sub>	Kimyasal Gübre (% 80 P)	4	6
U <sub>8</sub>	Kimyasal Gübre (% 60 P)	3	6
U <sub>9</sub>	Kimyasal Gübre (% 40 P)	2	6

K-Humat hemen ekim öncesi 6 kat sulandırılıp toprak yüzeyine püskürtülüp toprakla karıştırıldıktan sonra ekim işlemleri yapılmıştır. Denemede bütün uygulama konularında ekim esnasında kompoze gübre ve organomineral gübre ile verilen azot miktarı dikkate alınarak üre gübresi (% 46 N) ile silajlık mısırın 6 yapraklı olduğu dönemde 16 kg N da<sup>-1</sup> ve 12 yapraklı olduğu dönemde de 9 kg N da<sup>-1</sup> daha azot verilerek 25 kg N da<sup>-1</sup>'a tamamlanmıştır.

Deneme, 27 parselde yürütülmüş olup, her bir parsel 4.2 m x 200 m = 840 m<sup>2</sup>'dir. Hasat, parsel başlarından 10'ar m kenar tesiri bırakılarak 4.2 m x 180 m= 756 m<sup>2</sup> alan biçer-döver ile yapılmıştır. Her parselden ayrı ayrı tartımları yapılarak verimleri kaydedilmiş ve dekara silaj verimleri hesaplanarak belirlenmiştir. Bunun yanında her parselden alınan örnekler 70 °C'de sabit ağırlığa gelene kadar kurutularak kuru madde içerikleri belirlenmiş, daha sonra verim (kg da<sup>-1</sup>) x kuru madde (%) / 100 hesabı ile kuru madde verimleri belirlenmiştir. Ayrıca her parselden bitkinin tepe püskülü oluşum döneminde yaprak örnekleri ve hasatta silaj örnekleri alınmıştır. Alınan bu örnekler Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Toprak Gübre ve Bitki Besleme Araştırma Laboratuvarı'nda gerekli ön işlemlerden (yıkama, ön kurutma, öğütme) geçirildikten sonra 70 °C'de hava sirkülasyonlu kurutma dolabında sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Bu örneklerde N LECO C/N analizatöründe Dumas Combustion Metodu'na göre (AACC, 2000) belirlenmiştir. Ayrıca örnekler HNO<sub>3</sub> ile mikrodalga sistemde (CEM, MarsXpress ) yaş yakma metoduyla yakılmış ve elde edilen süzüklerde P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn Cu, Mn ve B, miktarları ICP-OES (Varian – Vista Model Axial Simultaneous) ile belirlenmiştir.

Organomineral ve kimyasal gübre ile birlikte K-Humat uygulamalarının silaj mısırın fosfor kullanım etkinlikleri (agronomik, fizyolojik ve alım) üzerine etkileri Moll ve ark. (1982) tarafından bildirilen aşağıdaki formüllerle hesaplanmıştır.

Fosforun agronomik etkinliği = düzeltilmiş tane verimi (kg da<sup>-1</sup>)/toprakta bulunan ve gübre ile uygulanan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> miktarı (kg da<sup>-1</sup>)

Fosforun fizyolojik etkinliği= düzeltilmiş tane verimi (kg da<sup>-1</sup>)/bitkinin aldığı P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> miktarı (kg da<sup>-1</sup>)

Fosforun geri alım etkinliği= bitkinin aldığı P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> miktarı (kg da<sup>-1</sup>)/toprakta bulunan ve gübre ile uygulanan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> miktarı (kg da<sup>-1</sup>)

Elde edilen veriler MSTAT-C istatistik paket programı ile tesadüf blokları deneme desenine uygun olarak istatistiki değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Her uygulama grubuna ait örneklerin ortalama besin element içerikleri ve fosfor alım etkinlikleri arasındaki farklılıklar varyans analizi yapılmış ve farklılık belirlenen uygulamaların ortalama değerleri "LSD" önem testine göre gruplandırılmıştır. Ayrıca silaj mısırın tepe püskül dönemindeki besin elementleri arasındaki korelasyon analizi JMP 7 istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Organomineral ve kimyasal gübre ile birlikte K-Humat uygulamaların silaj mısırın tepe püskül oluşum döneminde alınan yaprakların besin elementi içerikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Uygulama konularının tepe püskül oluşum dönemindeki silaj mısır yapraklarının besin element içeriklerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Bu döneme ait silaj mısır yapraklarının besin element içerikleri Jones ve ark., (1991) tarafından bildirilen sınır değerleri ile karşılaştırıldığında bütün uygulamalarda P (% 0.25-0.50) ve S (% 0.21-0.50) içeriklerinin yetersiz, diğer besin elementlerinin yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Tepe püskül oluşum döneminde yaprakların fosfor içerikleri, toprağın elverişli fosfor miktarını dikkate alarak silaj mısırına uygulanması gereken fosforun % 100'ünün verildiği kimyasal gübre uygulaması olan U<sub>1</sub>'e göre fosforun % 100'ünün organomineral gübre uygulaması (U<sub>2</sub>) ile % 11 oranında artmasına rağmen yine de bitkinin fosfor beslenmesine etkili olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 2. Organomineral ve kimyasal ve gübre ile birlikte K-Humat uygulamalarının silaj mısır bitkisinin tepe püskül oluşum döneminde alınan yaprakların makro P, K, Ca, Mg ve S) ve mikro (Fe, Zn, Cu, Mn ve B) besin elementlerinin içeriklerine etkisi

Table 2. The effect of K-Humat applications Along with organomineral and chemical and fertilizer on the macro P, K, Ca, Mg and S) and micro (Fe, Zn, Cu, Mn and B) nutrient content of the leaves taken during the crown formation period of the silage corn plant

Uygulamalar	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B
	----- (%) -----					----- mg kg <sup>-1</sup> -----				
U <sub>1</sub>	0.18*	1.60	0.98	0.32	0.17	152.9	42.2	20.9	100.0	32.5
U <sub>2</sub>	0.20	1.48	0.94	0.32	0.19	156.4	42.6	19.5	92.2	32.9
U <sub>3</sub>	0.17	1.61	0.78	0.27	0.15	157.6	34.8	16.9	76.3	26.7
U <sub>4</sub>	0.18	1.49	0.95	0.34	0.17	163.6	42.7	19.7	81.4	30.7
U <sub>5</sub>	0.16	1.50	0.91	0.32	0.15	163.4	43.1	18.5	108.8	31.2
U <sub>6</sub>	0.18	1.50	0.98	0.33	0.17	161.8	39.5	19.8	112.8	29.2
U <sub>7</sub>	0.17	1.52	0.86	0.29	0.16	146.5	35.7	20.2	88.5	24.8
U <sub>8</sub>	0.18	1.77	0.73	0.27	0.16	141.0	34.2	18.3	72.3	24.0
U <sub>9</sub>	0.17	1.51	0.89	0.29	0.16	151.0	37.0	18.9	91.3	26.3

\*, Değerler 3 tekrerrün ortalamasıdır.

Tepe püskül oluşum döneminde yaprakların potasyum içerikleri uygulamalara bağlı olarak % 1.48 ile % 1.77 arasında değişmekte olup Jones ve ark. (1991) tarafından bildirilen sınır değerlerine (% 1.70-3.00) göre fosforun % 60'ı ile birlikte dekara 6 L K-Humat uygulanan U<sub>8</sub>'de yeterli, diğer uygulamalarda ise yetersiz (<% 1.7) düzeydedir.

Silaj mısırın verimi ile tepe püskül oluşum dönemine ait P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Cu, Mn ve B içerikleri arasındaki ilişkiler ve korelasyon katsayıları (r) Çizelge 3'te verilmiştir. Silaj mısır verimi ile yaprakların besin elementleri arasında istatistiki olarak önemli ilişkiler belirlenmemiştir. Yaprakların P içeriği ile Ca, Mg, S, Zn, Cu ve B içerikleri önemli pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Ayrıca silaj mısır yapraklarının K, Mg, Fe, Zn içerikleri arasında önemli pozitif ilişkiler belirlenmiştir.

Çizelge 3. Organomineral ve kimyasal gübre ile birlikte K-Humat uygulamalarının silaj mısır bitkisinin tepe püskül oluşum döneminde makro (N, P, K, Ca, Mg ve S) ve mikro (Fe, Zn, Cu, Mn ve B) besin element içerikleri ile verim ve kuru madde verim arasındaki ilişkiler ve korelasyon katsayıları (r)

Table 3. Relationships and correlation coefficients of the macro (N, P, K, Ca, Mg and S) and micro (Fe, Zn, Cu, Mn, and B) nutrient contents of the leaves taken during the crown formation period of the silage corn plant with the yield and dry matter yield after the application of organomineral and chemical fertilizers along with K-Humate

	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B
<b>K</b>	0.218									
<b>Ca</b>	0.483*	-0.480*								
<b>Mg</b>	0.452*	0.270	0.879**							
<b>S</b>	0.740**	0.124	0.718**	0.635**						
<b>Fe</b>	0.368	0.213	0.584**	0.656**	0.276					
<b>Zn</b>	0.608**	0.326	0.896**	0.869**	0.760**	0.575**				
<b>Cu</b>	0.476*	0.025	0.589**	0.417*	0.696**	0.070	0.548**			
<b>Mn</b>	0.259	0.547**	0.856**	0.790**	0.444*	0.545**	0.736**	0.330		
<b>B</b>	0.559**	0.524**	0.796**	0.712**	0.631**	0.478*	0.808**	0.314	0.755**	
<b>Verim</b>	0.341	0.274	-0.087	0.023	-0.193	0.048	-0.141	-0.304	0.012	-0.005

\*\* : P<0.01; \* : P<0.05

Uygulamalara bağlı olarak değişmekle birlikte silaj mısırın verimi ve kuru madde verimi Şekil 1'de verilmiştir. Bitki verimi en yüksek (6036 kg da<sup>-1</sup>) fosforun % 80'inin kimyasal gübre ile birlikte K-Humat uygulaması (U<sub>7</sub>) ile elde edilmiştir. Verim en düşük (5657 kg da<sup>-1</sup>) fosforun % 100'ünün kimyasal gübre ile verildiği U<sub>1</sub> uygulamasında elde edilmiş olup hem fosforun % 100'ünün organomineral gübre ile uygulaması (U<sub>2</sub>) durumunda hem de kimyasal gübre ile birlikte dekara 6 L K-Humat uygulaması ile (U<sub>6</sub>) % 2 oranında artış belirlenmiştir. Ayrıca fosforun % 100'ünün verildiği U<sub>1</sub> uygulamasına göre % 80 P kimyasal gübre ile K-humat uygulaması olan U<sub>7</sub> % 7, organomineral gübre % 40 P verilen U<sub>5</sub> uygulaması ile % 6, % 40 P kimyasal gübre ile K-humat uygulaması olan U<sub>9</sub> % 5, fosforun % 60'ının verildiği organomineral U<sub>4</sub> ve kimyasal gübre ile K-Humat uygulaması olan U<sub>8</sub> % 4 oranlarında artış sağladığı belirlenmiştir.





					(kg kg <sup>-1</sup> )	(kg kg <sup>-1</sup> )	Etkinliği (%)
U <sub>1</sub>	5.65 CD	5	8.0	13.0	106 D	246 C	43 D
U <sub>2</sub>	6.05 A	5	8.0	13.0	104 D	226 D	47 CD
U <sub>3</sub>	5.37 E	5	6.4	11.4	132 C	283 A	47 CD
U <sub>4</sub>	5.75 BC	5	4.8	9.8	137 BC	235 D	59 B
U <sub>5</sub>	5.50 DE	5	3.2	8.2	154 AB	201 F	67 A
U <sub>6</sub>	5.50 DE	5	8.0	13.0	91 D	215 E	42 D
U <sub>7</sub>	5.78 BC	5	6.4	11.4	109 D	214 E	51 C
U <sub>8</sub>	5.01 F	5	4.8	9.8	132 C	260 B	51 C
U <sub>9</sub>	5.84 B	5	3.2	8.2	163 A	229 D	71 A

\*, Değerler 3 tekerrürün ortalamasıdır. A, B: P<0.01; a, b: P<0.05

Silaj mısırın fosfor kullanım etkinlikleri uygulama konularına bağlı olarak değişmekle birlikte, fosforun agronomik etkinliğinin 91 (U<sub>6</sub>) ile 163 (U<sub>9</sub>) kg kg<sup>-1</sup>, fizyolojik etkinliğinin 201 (U<sub>5</sub>) ile 283 (U<sub>3</sub>) kg kg<sup>-1</sup> ve geri alım etkinliğinin ise % 43 (U<sub>1</sub>) ile % 71 (U<sub>9</sub>) arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4). Farklı gübre uygulamalarına göre fosforun agronomik, fizyolojik ve geri alım etkinliğindeki değişimler istatistiki olarak P<0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Silajlık mısırın fosfor agronomik etkinliği diğer bir ifade ile toprakta bulunan toplam (toprak+gübre) fosforun bir birimi ile oluşan verimi, bitkiye verilmesi gereken fosforun % 100'ünün kimyasal gübre ile verildiği U<sub>1</sub> uygulamasına göre büyükten küçüğe doğru U<sub>9</sub> > U<sub>5</sub> > U<sub>4</sub> > U<sub>3</sub> = U<sub>8</sub> > U<sub>7</sub> > U<sub>2</sub> > U<sub>6</sub> şeklinde sıralanmıştır. Organomineral gübre (U<sub>2</sub>) ve kimyasal gübre ile birlikte K-Humat (U<sub>6</sub>) uygulamaları ile sırasıyla % 2 ve % 14 oranında azalmalara neden olmuştur.

Mısırın fosfor agronomik etkinliği sadece fosforun kimyasal gübre ile verilmesine göre kimyasal gübre ile birlikte K-Humat uygulamalarının daha etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca organomineral gübre ile fosforun azalan dozlarda uygulanması ile bitki agronomik etkinliğin artış gösterdiği bulunmuştur. Bitkide fosforun agronomik etkinliği genel olarak hem organomineral gübre de hem de kimyasal gübre ile birlikte K-Humat uygulamalarında fosfor uygulamasının artışına bağlı olarak azalmalar belirlenmiştir.

Gomes ve ark. (2018) bulgularımıza benzer şekilde, fosfor agronomik etkinliğinin mısır çeşitlerine ve uygulanan fosfor dozuna bağlı olarak değiştiğini, uygulanan fosfor miktarının artışı ile fosfor agronomik etkinliğinin azaldığını bildirmişlerdir.

Bitkide fosfor fizyolojik etkinliği üzerine etkileri U<sub>1</sub> uygulamasına göre organomineral gübre ile fosforun % 60'ının uygulandığı U<sub>4</sub> uygulaması ile % 8, fosforun % 40'ının uygulandığı U<sub>5</sub> uygulaması ile % 18 oranlarında azalmalar belirlenmiş olup diğer uygulamalardaki (U<sub>4</sub>, U<sub>6</sub>, U<sub>7</sub> ve U<sub>9</sub>) azalmalar ise bu oranlar arasında değişmektedir. Bitki tarafından alınan bir birim fosforun verime yansımaları olarak incelenen bitki fosforunun fizyolojik etkinliği en fazla organomineral gübre ile fosforun % 80'inin uygulandığı U<sub>3</sub> uygulaması ile elde edilmiş olup bunu fosforun % 60'ünün kimyasal gübre ile birlikte K-Humat'ın birlikte uygulandığı U<sub>8</sub> uygulaması ile belirlenmiştir. Parentoni ve Souza Júnior (2008), 28 farklı mısır çeşidinde fosforun fizyolojik etkinliğinin uygulamalara bağlı olarak değiştiğini yüksek fosfor uygulaması ile etkinliğin azaldığını bildirmişlerdir. Silajlık mısırın fosfor geri alım etkinliği diğer bir ifade ile toprakta bulunan toplam (toprak+gübre) fosforun bir biriminin bitkilerce alınan fosfor miktarı, büyükten küçüğe doğru U<sub>9</sub>>U<sub>5</sub>>U<sub>4</sub>>U<sub>7</sub>=U<sub>8</sub>>U<sub>2</sub>=U<sub>3</sub>>U<sub>1</sub>>U<sub>6</sub> şeklinde sıralanmıştır. Bitki fosforunun geri alım etkinliği uygulamalara bağlı olarak değişmekle birlikte % 9 (U<sub>2</sub> ve U<sub>3</sub>) ile % 65 (U<sub>9</sub>) arasında değişen oranlarda artmıştır. Fosforun geri alım etkinliği bitkiye kimyasal gübre ile birlikte dekara 5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> uygulamasında % 43 iken aynı miktarda fosforun organomineral gübre ile uygulamasıyla % 9 artarken, aynı fosfor miktarının K-Humat ile birlikte kimyasal gübre ile uygulanmasıyla % 2 oranında azalmaların olduğu belirlenmiştir. Fosfor geri alım etkinliği en yüksek U<sub>5</sub> ve U<sub>9</sub> uygulamaları ile elde edilmiş olup bu uygulamalar arasında istatistiki bakımdan fark bulunmamıştır. Ayrıca bitki fosforunun geri alım etkinliği uygulanan fosfor miktarının azalmasına bağlı olarak artmıştır. Benzer çalışmalarda da fosfor alım etkinliğinin, fosfor dozlarının azalması (Fernández ve ark., 2009; Singh ve Singh, 2016) ve kimyasal, organik gübre uygulamaları (Makinde ve ark., 2011; Poblete-Grant ve ark., 2019) ile arttığını bildirmişlerdir.

#### 4. Sonuç

Çalışma sonucunda, silaj mısır bitkisinin verimi ve fosfor kullanım etkinliği uygulamalara bağlı olarak değişmekle birlikte organomineral gübreyle uygulanan fosfor miktarının azalışı ile verimde ve geri alım etkinliğinde artışlar belirlenmiştir. Bitkiye sadece fosforun % 100 uygulandığı kimyasal gübre yerine K- Humat ile birlikte uygulamasının gerek verimde gerekse fosfor geri alım etkinliğinde artışlara neden olduğu bulunmuştur. Bitkide

fosforun geri alım etkinliği gerek organomineral gerekse kimyasal gübre ile birlikte K-Humat uygulamalarının ortalamaları dikkate alındığında, organomineral gübre uygulamasının (% 55) kimyasal gübre uygulamasına (% 54) göre % 2 oranında artış sağladığı belirlenmiştir. Yüksek pH'lı düşük organik madde ve fosfor içerikli topraklarda organik materyal içerikli organomineral gübrelerin kullanımı ile toprak fosforunun elverişliliğinin artmasıyla fosfor alım etkinliğinin az da olsa artırılması sağlandığı için organomineral gübrelerin kullanımının bitki gelişiminde daha etkili olduğu belirlenmiştir.

## Teşekkür

Ülkemizde, organomineral gübrelerin bitki gelişimi ve beslenmesine etkisi ile ilgili bilgi eksikliğinin giderilmesine katkı sağlamak için bu çalışmanın yürütülmesini sağlayan Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğüne (TİGEM), aynı kurumun Bitkisel Üretim Daire Başkanlığına, Gözlü İşletmesi'nde emeği geçenlere çok teşekkür ediyoruz.

## Kaynaklar

- AACC, 2000. Approved Methods of the AACC, Methods.
- Balemi, T. ve Negisho, K., 2012. Management of soil phosphorus and plant adaptation mechanisms to phosphorus stress for sustainable crop production: a review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 12 (3), 547-562. doi.org/10.4067/S0718-95162012005000015.
- Bozoğlu, H., Pekşen, E. ve Gülümser, A., 2004. Sıra aralığı ve potasyum humat uygulamasının bezelyenin verim ve bazı özelliklerine etkisi. Doi: 10.15832/ankutbd.577277.
- Cordell, D. ve White, S., 2013. Sustainable phosphorus measures: strategies and technologies for achieving phosphorus security. *Agronomy*, 3 (1), 86-116. doi.org/10.3390/agronomy3010086.
- El-Etr, W. T., Osman, M. A. ve Mahmoud, A., 2011. Improving Phosphorus Use Efficiency And Its Effect On The Productivity Ductivity Of Some Crops. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, 2 (9), 1019-1034. doi: 10.21608/JSSAE.2011.55708.
- Erdal, İ., Küçükyumuk, Z., Taplamacıoğlu, D. ve Toftar, B., 2014, Kireçli bir toprakta humik ve fulvik asit uygulamalarının domatesin gelişimi ve beslenmesine etkileri, *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 2 (2), 70-74.
- Ergene, A., 1982. Toprak bilgisi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları (267).
- Fernández, M., Belinque, H., Boem, F. G. ve Rubio, G., 2009. Compared phosphorus efficiency in soybean, sunflower and maize, *Journal of Plant Nutrition*. 32 (12), 2027-2043. doi.org/10.1080/01904160903308135.
- Gatiboni, L., Kaminski, J., Rheinheimer, D. ve Brunetto, G., 2003. Superphosphate and Rock Phosphates as Phosphorus Sources for Grass-Clover Pasture on a Limed Acid Soil in Southern Brazil, *Communications in soil science and plant analysis*. 34 (17-18), 2503-2514. doi.org/10.1081/CSS-120024782.
- Gomes, E. A., Lana, U. G., Quensen, J. F., de Sousa, S. M., Oliveira, C. A., Guo, J., Guimarães, L. J. ve Tiedje, J. M., 2018. Root-associated microbiome of maize genotypes with contrasting phosphorus use efficiency, *Phytobiomes*, 2 (3), 129-137. doi.org/10.1094/PBIOMES-03-18-0012-R.
- Hinsinger, P., 2001. Bioavailability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by root-induced chemical changes: a review. *Plant and Soil*, 237 (2), 173-195.
- İrget, M. E. ve Cengiz, A., 2017. Organik Maddenin Toprak Kalitesi ve Üretime Etkileri, *Çalıştay Bildiriler*, 17.
- Jones, J. B., Wolf, B. ve Mills, H. A., 1991. *Plant analysis handbook*. Micro, Macro Publishing, Inc., Athens, GA.
- Lindsay, W. L. ve Norvell, W. A., 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil Science Society of America Journal*, 42 (3), 421-428. doi.org/10.2136/sssaj1978.03615995004200030009x.
- Makinde, E., Ayeni, L. ve Ojeniyi, S., 2011. Effects of organic, organomineral and NPK fertilizer treatments on the nutrient uptake of *Amaranthus cruentus* (L) on Two Soil Types in Lagos. *Nigeria, Journal of Central European Agriculture*, 12 (1), 114-123.
- Moll, R., Kamprath, E. ve Jackson, W., 1982. Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization<sup>1</sup>. *Agronomy journal*, 74 (3), 562-564. doi.org/10.2134/agronj1982.00021962007400030037x.
- Namli, A., Akça, M. O. ve Hanife, A., 2019. Afşin-Elbistan havzası linyit işletmesi organik materyallerinden geliştirilen organik ve organomineral gübrelerin buğday verimi ve verim bileşenleri ile bazı toprak özellikleri üzerine etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 7 (1), 10-20. Doi: 10.33409/tbbbd.594998.
- Olaniyi, J. ve Ojetayo, A., 2010. The effect of organomineral and inorganic fertilizers on the growth, fruit yield and quality of pepper (*Capsicum frutescense*). *Journal of Animal and Plant Sciences (JAPS)*, 8 (3), 1070-1076.
- Parentoni, S. N. ve Souza Júnior, C. L. d., 2008. Phosphorus acquisition and internal utilization efficiency in tropical maize genotypes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43 (7), 893-901. doi.org/10.1590/S0100-204X2008000700014.

- Poblete-Grant, P., Biron, P., Bariac, T., Cartes, P., Mora, M. d. L. L. ve Rumpel, C., 2019. Synergistic and antagonistic effects of poultry manure and phosphate rock on soil P availability, ryegrass production, and P Uptake. *Agronomy*, 9 (4), 191. doi.org/10.3390/agronomy9040191.
- Singh, N. ve Singh, G., 2016. Response of lentil (*Lens culinaris Medikus*) to phosphorus-A review. *Agricultural Reviews*, 37 (1), 27-34. doi: 10.18805/ar.v37i1.9261.
- Süzer, S. ve Çulhacı, E., 2017. Farklı organomineral ve inorganik kompoze gübrelerin kışlık ekmeçlik buğday tane verimi ve bazı verim unsurları üzerine etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 5 (2), 87-92.
- Tamer, N., Başalma, D., Türkmen, C. ve Namlı, A., 2016. Organik toprak düzenleyicilerin toprak parametreleri ve ayçiçeği (*Helianthus annuus L.*) bitkisinin verim ve verim öğeleri üzerine etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 4 (1), 11-20.
- Ülgen, N., Yurtsever, N., 1974. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Köyişleri ve Kooperatifler Bakanlığı, Toprak Gübre Araşt. Enst. Yay., No: 28, Ankara.
- Wang, X., Wang, Z. ve Li, S., 1995. The effect of humic acids on the availability of phosphorus fertilizers in alkaline soils. *Soil use and management*, 11 (2), 99-102. doi.org/10.1111/j.1475-2743.1995.tb00504.x.



## Determination of growth models in organic lettuce cultivation

Esin Yörük<sup>a</sup>, Harbiye Duran<sup>a</sup>, Harun Özer<sup>a\*</sup>, Erkan Eren<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Samsun, Turkey

<sup>b</sup>The University of Ege, Bergama Vocational School, Department of Plant and Animal Production, İzmir, Turkey

\*Sorumlu yazar/corresponding author: haruno@omu.edu.tr

Geliş/Received 29/01/2021 Kabul/Accepted 02/05/2021

### ABSTRACT

The present study was conducted to determine the quantitative effects of light and temperature on growth of organic lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*). In order to create variations in lettuce cultivation, effect of two different wastes mushroom compost (*Agaricus*-AMS; *Agaricus bisporus* and *Pleurotus*-AMS; *Pleurotus ostreatus*) and vermicompost applications were investigated. Plant height, number of leaves, crown diameter, chlorophyll content (CCL) and leaf stomatal conductivity were measured as quality parameters for the lettuces. Significant differences were observed in the quality parameters related to the organic fertilization. A mathematical model has been developed to estimate the number of days (harvest time) required to produce lettuce with variation values generated by different organic fertilization ( $r^2=0.99$ ).

Keywords:  
*Lactuca sativa*  
Light  
Temperature  
Modelling  
Greenhouse

### Organik Marul Yetiştiriciliğinde Büyüme Modellerinin Belirlenmesi

#### ÖZET

Bu çalışma, organik marul (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) yetiştiriciliği üzerine sıcaklık ve ışığın kantitatif etkilerinin belirlemesi amacıyla yürütülmüştür. Organik marul yetiştiriciliğinde, iki farklı atık mantar kompostu (*Agaricus*-AMS; *Agaricus bisporus* ve *Pleurotus*-AMS; *Pleurotus ostreatus*) ve solucan gübresi uygulamalarının etkisi incelenmiştir. Marullar için kalite parametreleri olarak bitki boyu, yaprak sayısı, taç çapı, klorofil içeriği (CCL) ve yaprak stoma iletkenliği ölçülü yapılmıştır. Organik gübreleme ile ilgili kalite parametrelerinde önemli farklılıklar belirlenmiştir. Farklı organik gübrelemeyle ( $r^2 = 0.99$ ) üretilen varyasyon değerleri ile marul üretmek için gereken gün sayısını (hasat zamanı) tahmin etmek için matematiksel bir model geliştirilmiştir.

Anahtar Sözcükler:  
*Lactuca sativa*  
Işık  
Sıcaklık  
Modelleme  
Sera

## 1. Introduction

Lettuce is an annual vegetable among the most whose leaves are consumed vegetables in the world (Eşiyok 2012; Kibar, 2018). The lettuce (*Lactuca sativa* L.) has an important place in the economy (26 million tons) of world (FAO, 2019). Lettuce cultivated in the world for many years, like organic matter-rich soils. Organic matter in the soil accelerates the growth of lettuce and shortens the harvest time. However, excessive and unconscious nitrogenous chemical fertilizers are used to increase the accumulation of nitrates harmful to human health (Vural et al., 2000; Kibar, 2018). It is reported that inorganic fertilization causes three times more nitrate accumulation than organic fertilization in lettuce which is one of the most nitrate accumulation vegetables (Santamaria 2006; Özgen et al., 2011; Kibar, 2018). On the contrary, by using organic fertilizers, the physical and chemical structure of the soil can be improved by increasing the microorganism activities (Özer, 2016). For these and many different reasons, the use of organic fertilizers should be expanded in lettuce cultivation.

Among the organic fertilizers, the production and usage of vermicompost is increasing in recent years. Vermicompost is rich in plant nutrients, beneficial soil microorganisms, various enzymes, humus, organic matter and growth hormones (Garg and Gupta, 2009; Özkan et al., 2016; Kibar, 2018). It is widely used as organic fertilizer and soil conditioner in both organic and conventional agricultural production. It is known that, as a result of vermicompost application to soil, plant growth and soil properties are affected significantly and positively. It was determined that plant growth, yield, quality and nutrient contents of many vegetable species increased with vermicompost application (Kibar 2018). Another material that can be an organic plant nutrient is waste mushroom compost. These bees are materials rich in organic matter and some nutrients that are released after production in mushroom cultivation. (Pekşen and Yamaç 2016). For every 1 kg of mushroom, 3-5 kg of waste mushroom compost is released. In the light of these data, it can be say that 50 million tons / year waste mushroom compost will be released in the world (Singh et al., 2003; Pekşen and Yamaç, 2016). Waste mushroom compost is a valuable waste with its high water holding capacity, good drainage, rich in nutrient and organic matter, easy and abundant availability, low cost, easy to carry. However, its most important problem is its salt content, so this problem can be solved by using it in the open area waiting, washing and mixing with other materials (Pekşen and Yamaç, 2016).

Lettuce, especially greenhouses is grown all year round. Harvest time of lettuce varies depending on variety, cultural processes and ecological factors (Uzun 2007; Sarıbaş et al., 2018; Sarıbaş and Uzun 2019). Temperature and lighting are determinants in plant growth, depending on the growing period (Taiz and Zeiger 2008). The short post-harvest strength also brings some problems. To solve such problems, producers are planting gradually planting seedlings. Estimating the harvest time using several growth models can provide producers with many advantages, such as efficient use of greenhouse space and marketing strategies. The aim of this study is to investigate the effects of different environmental conditions (light and temperature) to determine some yield parameters of lettuce grown organically in two mushroom compost waste and vermicompost mediums and to develop a model in lettuce cultivation.

## 2. Material and Method

The present study was conducted at greenhouses of Ondokuz Mayıs University Agricultural Faculty Horticulture Department the years 2018. Experimental greenhouses are 6 m wide and 20 m long (120 m<sup>2</sup>).

These greenhouses have been cultivating organic for 17 years. cv. model lettuce variety (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) was used in the study. In the research, two different wastes mushroom compost (*Agaricus*-AMS; *Agaricus bisporus* and *Pleurotus*-AMS; *Pleurotus ostreatus*) and vermicompost (V) were used to provide plant nutrient elements to the soil. The waste mushroom composts were obtained from the mushroom house in the Kayagüney village of Samsun after the production. Vermicompost was obtained from a private company.

In the study, raised bed in the greenhouse with a width of 1.2 m and a height of 30 cm were prepared. Then, raised beds were divided into 80 cm long parcels. 40 cm width is left between parcels. In this study, *Agaricus*-AMS and *Pleurotus*-AMS and vermicompost were mixed to 20 cm depth of the parcels prepared to provide 3% (5.4 kg) organic matter to the soil. No application was made to the control parcels. *Agaricus*-AMS and *Pleurotus*-AMS waste composts were stored for 2 weeks before use.

Three dripper lines (with drippers 25 cm apart) were installed over each raised bed. Lettuce seedlings were planted at 25 × 25 cm spacing on 12 October 2018. Soil samples were taken from each application of the greenhouse. Nutrients and organic matter contents of soil samples (Table 1) were then determined (Kacar and İnal, 2008).

Table 1. Chemical characteristics of soil samples (0-20cm) taken at the each applications.

Çizelge 1. Her uygulamada alınan toprak örneklerinin (0-20cm) kimyasal özellikleri.

Treatment	N %	OM %	C/N	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Na (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
Control	2.4	2.7	1.88	8189	3.1	48.2	742	630	2525	46623	5991
Vermicompost	10.6	10.2	0.79	8884	3.4	47.5	744	683	2600	46580	6100
<i>Agaricus</i> -AMS	10.0	11.3	0.71	7297	3.4	47.4	686	675	2573	52615	6260
<i>Pleurotus</i> -AMS	9.1	8.8	0.56	11952	5.7	47.2	751	598	2080	51723	5415

Soil temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ; 15 cm depth) was made in the parcels (Vermicompost, *Agaricus*-AMS and *Pleurotus*-AMS) and air temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) measurements (Table 2) in regular (60-minute periods) data were recorded with data recorders (KT100, Kimo, France). For all measurement hours, measurement values of both devices were compared and conversion factor (1 PAR;  $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1} = 2400.16 \text{ lux}$ ) was determined (Saribaş et al., 2018).

Table 2. Temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ), soil temperature, light intensity ( $\text{MJ m}^{-2} \text{day}^{-1}$ ) and photoperiod values.Çizelge 2. Sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ ), toprak sıcaklığı, ışık şiddeti ( $\text{MJ m}^{-2} \text{gün}^{-1}$ ) ve fotoperiyod değerleri.

	Mean	Max.	Min
Temperature ( $^{\circ}\text{C}$ )	11.73	20.97	4.75
Soil temperature ( $^{\circ}\text{C}$ )	14.02	22.45	8.11
Light ( $\text{MJ m}^{-2} \text{day}^{-1}$ )	0.73	2.04	0.05
Photoperiod	9.26	11	8

Plant height (cm), number of leaves, crown diameter (cm), chlorophyll content (CCL), leaf stomatal conductivity ( $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) of lettuce were measured during the growing period. Leaf stomatal conductivity was measured with a stomatal conductivity device (SC-1, Decogon Devices, Pullman, USA) between the hours 10.00 and 11.00 a.m. from all leaves of the lettuce and expressed as  $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Leaf chlorophyll content was measured as leaf chlorophyll index (CCI) also between the hours 10.00 and 11.00 a.m. from all leaves of the lettuce with a chlorophyll meter (CCM-200, Opti-Sciences, Hudson, USA). Lettuce plants (9 plants of each replication) were removed from the soil and separated into root, stem and leaves. Roots were flushed with tap water to remove all the soil particles over them. Leafs, stems and roots were separately placed into small paper bags and dried in an oven (Venticell 55, Ecocell, MMM group, Germany) at  $80^{\circ}\text{C}$  for 48 hours. Weight change method was used to decide whether or not the drying is complete. Fully dried leaf, stem and root samples were weighed with a digital scale (Table 3).

Experiments were conducted in a randomized block design with three blocks and with 9 plants in each replication. SPSS 17.0 statistical analysis program was used to evaluate the data obtained from the study. The differences between the means obtained were determined by t test ( $*P<0.05$ ,  $**P<0.01$ ). Multiple regression analyses were performed with Microsoft Excel 2010 software and the resultant models were presented in 3-D graphs with Slide Write 7.0 software.

### 3. Result and Discussion

Significant differences were observed in quality parameters (plant height, crown diameter, leaf number, lettuce dry weight and stomatal conductance) between the growing periods ( $*P<0.05$ ,  $**P<0.01$ ) (Table 3). The highest plant height (17.80 cm) and leaf number (31.6) were obtained on plants grown in the *Agaricus*-AMS applications. The highest crown diameter (23.28 cm) and stomatal conductance ( $248.92 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) were obtained on plants grown in the vermicompost applications. The highest lettuce dry weight (5.01 g) was obtained from *Pleurotus*-AMS application. The lowest plant height (14.4 cm), crown diameter (19.08 cm) and stomatal conductance ( $103.63 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) were obtained from the *Pleurotus*-AMS, while the lowest leaf number was obtained from the control application.

Nitrogen is an important element for plant growth and development. However, due to environmental pollution and high concentrations of nitrate accumulate in edible parts of leafy vegetables such as lettuce, especially if excessive nitrogen fertilizer is applied. Consuming these products can harm human health. In particular, it has been reported that the use of organic fertilizers reduces nitrate accumulation in lettuce and results in successful cultivation (Pavloua et al., 2007; Liu et al., 2014).

In a study conducted, it was reported that plant height values increased with waste mushroom compost application (Polat et al., 2004). In a study investigating the effect of beef and chicken manure compost on lettuce cultivation, it was determined that applied fertilizer type significantly ( $P < 0.05$ ) affected lettuce growth, yield and nutritional quality. As a result of this study, it was reported that lettuce can be grown successfully by using organic fertilizers. (Masarirambi et al., 2010). In our study in which similar results were obtained, it was determined that the amount of organic matter and nitrogen content increased and yield and quality values increased with organic fertilizer applications (Tablo 1; 3).

Table 3. Effects of different organic fertilizers on lettuce quality and harvest parameters compared to control.

Çizelge 3. Farklı organik gübrelerin kontrole göre marul kalite ve hasat parametrelerine etkisi.

Treatment	Plant height (cm)	Leaf number	Crown diameter (cm)	Lettuce dry weight (g)	Stomatal conductance ( $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	Chlorophyll content (CCI)
Control	15.58 ab	27.89 b	19.39 b	3.55 b	107.10 b	5.98
Vermicompost	16.77 ab	31.33 ab	23.28 a	4.79 a	248.92 a	5.43
<i>Agaricus</i> -AMS	17.80 a	32.67 a	21.79 a	4.98 a	238.75 a	6.61
<i>Pleurotus</i> -AMS	14.44 b	28.67 ab	19.08 b	5.01 a	103.63 b	5.56
Pooled SEM	1.52	2.39	1.87	0.81	6.88	0.91
Treatment	**	**	**	*	*	N.S

Means with different letters in the same column were significantly different (\* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$ ); Pooled SEM. pooled standard error of the means; ns: non-significant

A 'production period' model (Equation-1) was developed by using the variation values created from the different organic waste (Vermicompost, *Agaricus*-AMS and *Pleurotus*-AMS). Despite the significant differences between the growing periods,  $r^2$  was high (0.99). As a result of multiple regression analyses, the relationship of number of days from harvest (HT; day) with temperature (T; °C) and light intensity (L;  $\text{MJ m}^{-2} \text{day}^{-1}$ ) was expressed with the following equation (Figure 1).

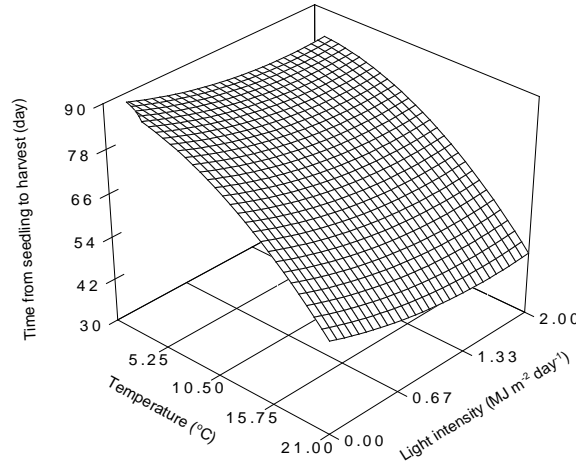
$$HT = 91.44 - 0.088xT - 11.23xL - 0.076xT^2 + 3.42xL^2 \dots\dots\dots(1)$$

$$SE = (11.17)^{***} (0.39)^{***} (0.49)^{***} (0.013)^{***} (0.16)^{***}$$

$$r^2 = 0.99^{***},$$

Where: HT is time from lettuce to harvest (day); T is daily average temperature (° C); L is daily average light intensity ( $\text{MJ m}^{-2} \text{day}^{-1}$ ); SE is standard error of coefficients and  $r^2$  is reliability coefficient of the equation.





Şekil 1. Marulda hasat zamanının ışık ve sıcaklığa göre belirlenmesi.

Figure Determining the harvesting time of lettuce according to light and temperature.  
1.

#### 4. Conclusion

The findings will be used in organic lettuce production depending on changes in temperature and light intensity to determine and model the time from seedling to harvest (HT). These models can make significant contributions to the lettuce producers' planning of organic lettuce production.

Due to the good balance between temperature and light, lettuce was found to increase total dry weight, stomatal conductivity and leaf chlorophyll content. It is thought that the use of the model in organic lettuce growing systems in aquaculture will contribute to healthy and efficient plant growing by guiding the preferences of the producers.

#### References

- Eşiyok, D., 2012. Kışlık ve yazlık sebze yetiştiriciliği. Meta Basım, Bornova/İzmir.
- FAO., 2019. Crop production statistics. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, (access date: 13.11.2019)
- Garg, V.K., Gupta, R., 2009. Vermicomposting of agro-industrial processing waste. Biotechnology for Agro-Industrial Residues Utilisation (Eds. Nigam PSN and Pandey A), Springer, Netherlands, pp. 431-456.
- Kacar, B., İnal, A., 2008. Plant Analysis. Nobel Yayın No 1241, Ankara, 892p.
- Kibar, B., 2018. Determination of the interrelationships among plant properties, some quality properties and elements in lettuce. International Journal of Agriculture and Wildlife Science, 4(2): 149-160.
- Liu, C., Sung, W.Y., Chen, B.C., Lai, H.Y., 2014. Effects of Nitrogen Fertilizers on the Growth and Nitrate Content of Lettuce (*Lactuca sativa* L.). Int. J. Environ. Res. Public Health, 11(4):4427-4440.
- Masarirambi, M.T., Hlawe, Ö.M., Oseni, O.T., Sibiya, T.E., 2010. Effects of organic fertilizers on growth, yield, quality and sensory evaluation of red lettuce (*Lactuca sativa* L.) 'Veneza Roxa'. Agriculture and Biology Journal of North America, 1(6): 1319-1324.
- Özer, H., 2016. Organic tomato cultivation. International Journal of Agriculture and Wildlife Science, 2(1): 43-53.
- Özgen, Ş., Şekerci, Ş., Karabıyık, T., 2011. Organik ve inorganik gübrelemenin marul ve salataların nitrat birikimi üzerine etkisi. VI. Türkiye Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 4-8 Ekim, Şanlıurfa.
- Özkan, N., Dağlıoğlu, M., Ünser, E., Müftüoğlu, N.M., 2016. Vermikompostun ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) verimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkisi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 4(1): 1-5.
- Pavloua, G.C., Ehaliotis, C.D., Kavvadiasa, V.A., 2007. Effect of organic and inorganic fertilizers applied during successive crop seasons on growth and nitrate accumulation in lettuce. Scientia Horticulturae, 111(4): 319-325.
- Pekşen, A., Yamaç, M., 2016. Atık mantar kompostu/substratının kullanım alanları - 1: Özellikleri ve önemi. Mantar Dergisi 7(1): 49-60.

- Polat, E., Onus, A.N., Demir, H., 2004. The effects of spent mushroom compost on yield and quality in lettuce growing. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 17(2):149-154.
- Santamaria, P., 2006. Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(1): 10-17.
- Sarıbaşı, H.Ş., Uzun, S., 2019. A model to determine quantitative effects of light and temperature on organic tomato seedlings. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 18(3), 175-185.
- Sarıbaşı, H.Ş., Saka, A.K., Özer, H., 2018. Mathematical growth model for organically grown pepper transplants. *Biological Agriculture & Horticulture*, 34(1): 10-17.
- Singh, A.D., Abdullah, N., Vikineswary, S., 2003. Optimizaton of extraction of bulk enzymes from spent mushroom compost. *J. Chem. Technol. Botechnol.* 78: 743-752.
- Taiz, L., Zeiger, E., 2008. *Plant physiology*. 4th ed. Sunderland, MA: Sinauer Associates.
- Uzun, S., 2007. The effect of temperature and mean cumulative daily light intensity on fruiting behavior of greenhousegrown tomato. *J Am Soc Hortic Sci.* 132(4):459-466.
- Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ., 2000. *Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme)*. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bornova-İzmir.



## Chemical Content and Quality of Sun Cured Tobacco Lines

Ahmet Kinay<sup>a</sup>, Dursun Kurt<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Tokat Gaziosmanpaşa University, Tokat, Turkey

<sup>b</sup>Department of Plant and Animal Production, Bafra Vocational High School, Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey

\*Sorumlu yazar/corresponding author: dursun.kurt@omu.edu.tr

Geliş/Received 02/02/2021

Kabul/Accepted 02/05/2021

### ABSTRACT

Tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) is a plant grown for leaves. Leaves are dried and fermented to use in tobacco products. Oriental tobacco is widely consumed in the world due to its good aroma qualities. For this, different chemical and quality properties of Oriental tobacco lines, which have undergone small changes over time, have been examined. The samples (27 lines and 1 variety (Xanthi 2A)) obtained from tobacco lines grown in three different locations (Bağpınar, Evciler and Yenice) in Tokat and Çanakkale were used in this study. Quality index, nicotine, glucose, fructose, chlorogenic acid and rutin amounts were determined to investigate the effect of geographical environment on tobacco lines. Chemical analyzes were performed using high performance liquid chromatography. The data obtained from the chromatographic analyzes and quality index were evaluated by using principal component analysis. These three different locations were generally separated and clustered. Due to its geographical locations, genotypes better adapted in the Bağpınar location.

Keywords:  
HPLC  
Nicotine  
Oriental  
PCA  
Phenolics  
Sugars

### Güneşte Kurutulmuş Tütünlerin Kimyasal İçeriği ve Kalitesi

#### ÖZET

Tütün (*Nicotiana tabacum* L.), yaprakları için yetiştirilen bir bitkidir. Yaprakları tütün ürünlerinde kullanılmak üzere kurutulmuş fermente edilmektedir. Oryantal tütün, yüksek aroma kalitesinden dolayı dünyada yaygın olarak tüketilmektedir. Bunun için, zamanla varyasyon gösteren oryantal tütün hatlarının farklı kimyasal ve kalite özellikleri incelenmiştir. Bu çalışmada, Tokat ve Çanakkale'de üç farklı lokasyonda (Bağpınar, Evciler ve Yenice) yetiştirilen tütün hatlarından elde edilen örnekler (27 hat ve 1 çeşit (Xanthi 2A)) kullanılmıştır. Coğrafi çevrenin tütün hatları üzerindeki etkisini araştırmak için kalite indeksi, nikotin, glikoz, fruktoz, klorojenik asit ve rutin miktarları belirlenmiştir. Kimyasal analizler, yüksek performanslı sıvı kromatografisi kullanılarak yapılmıştır. Kromatografik analizlerden ve kalite indeksinden elde edilen veriler, temel bileşen analizi kullanılarak değerlendirilmiş, üç farklı konum genel olarak ayrılmış ve kümelendirilmiştir. Genotipler, coğrafi konumu nedeniyle Bağpınar lokasyonuna daha iyi adaptasyon sağlamıştır.

Anahtar Sözcükler:  
Fenolikler  
Nikotin  
Oryantal  
Şekerler  
Temel bileşen analizi  
YBSK

© OMU ANAJAS 2021

### 1. Introduction

*Nicotiana* species known to be the most widely used tobacco plants as drug plants in the world (Chase et al., 2003; Knapp et al., 2004). Oriental tobaccos (Turkish tobaccos) are recuperative to blend-type cigarette blends, which are widely consumed in the world because of their good aroma qualities (Ekren, 2018; Kurt and Yılmaz, 2018).

Tobacco is a plant grown for leaves. Leaves are dried, fermented, and used in tobacco products. Nicotine ((S)-3-(1-methyl-2-pyrrolidinyl) pyridine) is the most common among the alkaloids found in tobacco (NIH DrugFacts,

2018). Alkaloids are compounds known for their direct effect on tobacco quality and availability (Andersen et al., 1991) and cause widespread use of tobacco products worldwide because of nicotine can be addiction (NIH Drugfacts, 2018; Xia et al., 2014). Other tobacco alkaloids are nornicotine, anabasine and anatabine, which has less effect as pharmacologically (Clark et al., 1965). In the tobacco industry, nicotine analysis is very important for both quality control and understanding of secondary and defense metabolism (Lu and Ralapati, 1998; Gaquerel et al., 2009). In tobacco leaf, nicotine and other alkaloids are measured by different techniques. Gas and liquid chromatographic methods are the most frequently used and continuously developed methods in determination of alkaloids in the tobacco. Nicotine and other minor alkaloids have been quantified in tobacco plants using gas chromatography (GC) (Yang et al., 2002; Sheng et al., 2005; Hossain and Salehuddin, 2013) and high performance liquid chromatography (HPLC) (Manceau et al., 1992; Troje et al., 1997; Tambwekar et al., 2003; Vlase et al., 2005; Murray, 2014; Kinay, 2018; Kurt, 2021). HPLC is both an inexpensive and convenient method for the quantitative determination of nicotine in tobacco leaf (Tambwekar et al., 2003). In addition, nicotine is a water-soluble alkaloid, which is supply advantageous in the liquid chromatography analysis in terms of sensitivity and accuracy.

Sugars are the main constituents of tobacco leaves. Sugar composition is directly related to the taste and smell of tobacco. Flue-cured and Sun-cured tobacco are known to contain abundant glucose, fructose and sucrose (Troje et al., 1997; Leffingwell, 1999). Glucose and fructose are the most important in soluble sugars and are called reducing sugars. It is generally accepted that leaves with high reducing sugar content have a better smoking. Therefore, it is necessary to reliably identify sugars in leaf tobacco identification (Pang et al., 2006). The determination of sugar can be done by spectrophotometric method which can differentiate total sugar and total reducing sugar. The sum of glucose, fructose, sucrose, xylose and maltose represents 82% of the total sugar content (Troje et al., 1997). Sugars have been quantified in tobacco plants using spectrophotometric (Lindsay, 1973), colorimetric (Rodriguez-Sevilla et al., 1999), thin-layer chromatography (Han and Robyt, 1998), gas chromatography methods (Adams et al., 1999; Silva and Ferraz, 2004). However, for the rapid characterization of sugars, HPLC was preferred. Analysis by HPLC with refractive index detector (RID) is the most common method used in the detection of sugars (Troje et al., 1997; Chavez-Servin et al., 2004; Pang et al., 2006; Kinay, 2018; Kurt, 2021).

Studies have shown that the main polyphenols in tobacco are chlorogenic acid, rutin and scopoletin (Bazinet et al., 2005) and their combustion products are considered to be carcinogens (Roe et al., 1959). For this reason, the separation of polyphenols and determination of their amounts in tobacco has gained importance in recent years. For the analysis of polyphenols in tobacco; GC or GC-MS (Li et al., 2009), chemiluminescence (Cui et al., 1999), ultraviolet (Chen et al., 2007; Gu et al., 2010) or MS (Wang et al., 2008) with HPLC, capillary electrophoresis (Jiang et al., 2004) and molecular identification (Ji et al., 2013) methods can be used (Xie et al., 2011; Ji et al., 2013). Among these methods, spectrophotometric method is generally prefer for determination of total polyphenol. GC or HPLC are the most powerful method for others analytes in the tobacco.

In this study, oriental tobacco have been optimized by a fast, convenient and practical reverse-phase HPLC-DAD method to determine the nicotine, chlorogenic acid and rutin content and HPLC-RID method sugars content (as glucose and fructose) in the tobacco leaves. Nicotine, glucose, fructose, chlorogenic acid and rutin amounts of oriental tobacco were determined by this method. Quality grade index was determined by American grade system (Kurt, 2021). All the results were evaluated by using principal component analysis (PCA). Similarities and differences of the genotypes according to the locations are presented. Thus, the effect of the factors on chemical content and physical quality have been seen. As far as we know, there will be first results for Turkish oriental tobacco.

## 2. Material and Methods

### 2.1 Chemicals

Standard, reagents and chemicals were obtained from Sigma and Merck and they are either chromatographic or analytical grade. Millipore ultrapure water (Type I) was used for all analysis.

### 2.2 Sampling

Republic of Turkey Tobacco and Alcohol Market Regulatory Authority (TAPDK) supported by “Determination of Lines with Superior Characteristics in Tokat Region Basma Type Tobaccos” in 2015 as part of the project vegetation during the field trip in plant height, flowering period, number of leaves, leaf genotypes, which are found to be different in terms of their properties, are provided by bagging. The geographical coordinates of the 27 lines are given in Table 1. Basma tobacco is most grown at the Erbaa (Tokat) and Yenice (Canakkale). Therefore, the samples were selected from these locations. Genotypes collected along with maturation of the seeds were subjected

to DNA Fingerprint analysis in early 2016 and their affinities were determined. After these analyzes, 27 lines, which were found to be different in terms of genetic structure, and 1 standard (Xanthi 2A) in 2016, were included in the trial of Bagpınar (40°41'24.27"N, 36°39'18.03"E, 282 m), Evciler (40°36'53.82"N, 36°36'16.71"E, 494 m) villages of Erbaa district (Tokat province) and Kalkım (39°48'47.61"N, 27°13'08.30"E, 219 m) village of Yenice district (Canakkale province).

Table 1. Geographical coordinates of 27 lines

Çizelge 1. 27 hattın coğrafi koordinatları

Code	Village	Altitude	Longitude	Latitude	Code	Village	Altitude	Longitude	Latitude
Erb3	Esencay	558	40°40'20.03"	36°22'19.17"	Erb19	Evciler	629	40°36'21.82"	36°36'57.71"
Erb5	Tanoba	554	40°38'53.84"	36°24'15.17"	Erb21	Endikpınar	628	40°36'20.96"	36°37'17.13"
Erb6	Tanoba	561	40°38'54.93"	36°24'10.96"	Erb23	Endikpınar	609	40°36'16.66"	36°37'43.65"
Erb7	Tanoba	515	40°39'28.98"	36°24'23.44"	Erb25	Kupluce	593	40°35'57.59"	36°38'24.03"
Erb9	Karaagac	596	40°41'14.10"	36°24'25.39"	Erb26	Kupluce	582	40°35'53.79"	36°38'34.30"
Erb10	Karaagac	594	40°41'13.69"	36°24'59.08"	Erb27	Cakir	535	40°37'25.59"	36°39'29.89"
Erb11	Akca	421	40°41'55.99"	36°26'54.01"	Erb28	Cakir	544	40°37'16.70"	36°39'41.51"
Erb12	Akca	347	40°42'24.21"	36°27'20.10"	Erb30	Erbaa	242	40°40'06.24"	36°34'55.36"
Erb13	Aydinsofu	577	40°36'16.44"	36°35'06.14"	Erb32	Karayaka	291	40°44'33.97"	36°33'51.47"
Erb14	Aydinsofu	551	40°36'23.47"	36°35'06.72"	Erb34	Karayaka	327	40°44'26.15"	36°35'30.57"
Erb15	Aydinsofu	564	40°36'25.47"	36°35'17.80"	Erb35	Karayaka	299	40°44'07.25"	36°35'42.46"
Erb16	Aydinsofu	541	40°36'28.78"	36°35'11.34"	Erb36	Uzumlu	330	40°43'01.25"	36°39'12.80"
Erb17	Evciler	520	40°36'39.27"	36°36'13.38"	Erb38	Uzumlu	323	40°42'43.30"	36°39'27.75"
Erb18	Evciler	567	40°36'29.30"	36°36'21.81"		Xanthi 2A			Basma registered variety

Seedlings belonging to the genotypes were grown in the peat environment, in the viols, in the float system. Experiments were established as tusing randomize complete block design with three replicates. Each plot is composed of 4 rows of 5 m length, planting at distances of 45\*10 cm. Between the plots 1 m and 50 cm edge effects at the ends of the leaves were left, harvesting operations were completed in 3 quarters. Leaves arranged manually were dried in the sun. The leaf tobacco, which completed the drying process, analysed according to American Grade System, which called Quality Grade Index (QGI), by tobacco technological experts. Tobacco samples were kept in the oven at 80°C for 24 hours and then milled to 0.2 mm diameter for chemical analysis.

### 2.3 Chromatographic Methods for Analytes

To optimize the chromatographic conditions, column screening, flow rate, column temperature and different mobile phases studies were experienced. Wavelengths were selected according to detector response for all compounds. The mobile phase system is preferred with a water and acetonitrile system considering the peak response and resolution. In order to achieve a robust chromatographic separation, important analytical parameters, including retention time, peak response, and mobile phase were optimized by altering the column temperature and flow rate.

#### 2.3.1 Nicotine

Nicotine (NIC) was analyzed on an Agilent HPLC equipped with diode-array detector (DAD). The chromatographic separations were achieved on an ACE 5 AQ C18 column (250 mm length, 4.6 mm ID with 5 µm particle size). The mobile phase, consisting of a mixture of water which consist 0.1% acetic acid and acetonitrile (85:15, v/v), had a flow rate of 1.00 mL/min as isocratic elution. The detector wavelength was set at 324 nm for nicotine. The injection volume was 20.0 µL and the column temperature was maintained at 35°C. Seven injections were performed to obtain absorption plots for concentrations ranging from 0.1 to 10.0%. Solutions for the linearity test were prepared by diluting the mixed standard stock solutions to the desired level.

Samples were prepared by weighing approximately 200 mg of tobacco into a 20 ml tubes, adding 18 ml of water (consist 0.1% acetic acid) and 2 mL acetonitrile followed by 15 minutes of sonication in ultrasonic bath and then centrifuged at 3000 rpm for 10 minutes. Supernatant was filtered with 0.45 µm Nylon filter to the vials for the injection.

#### 2.3.2 Glucose and fructose

Determination of glucose (GLU) and fructose (FRU) were performed with Agilent HPLC equipped with refractive index detector (DAD) and Zorbax Carbohydrate column (4.6\*250 mm). The mobile phase was acetonitrile:water (75:25, v:v). The mobile phase was pumped at a flow rate of 1.5 mL/min and the column temperature was adjusted 40°C. Typically, 20 µL of sample solution was injected. Calibration curve was obtained from 0.1%-25.0% ranging. Samples were prepared by weighing approximately 1.00 g of tobacco into a 25 ml tubes, adding 20 mL of water (consist 0.1% acetic acid) and 5 mL methanol followed by 30 minutes of sonication in ultrasonic bath and then centrifuged at 3000 rpm for 10 minutes. Supernatant was filtered with 0.45 µm Nylon filter to the vials for the injection.

### 2.3.3 Chlorogenic acid and rutin

Chromatographic separation and quantification of chlorogenic acid (CHL) and rutin (RTN) were performed on an Agilent HPLC equipped with diode-array detector (DAD) and an Agilent InfinityLab Poroshell 120 EC-C18 column (3\*150 mm). The mobile phase system consisted of 1% acetic acid in water (A) and acetonitrile (B) using a isocritical elution with 85% A and 15% B. The flow rate was 0.3 mL/min, and the temperature of the column was maintained at 35°C. 324 nm was selected for analytes. Injection volume was 5 µL.

Samples were prepared by weighing approximately 200 mg of tobacco into a 25 ml tubes, adding 6 mL of water (consist 5% acetic acid) and 4 mL methanol followed by 30 minutes of sonication in ultrasonic bath and then centrifuged at 3000 rpm for 10 minutes. Supernatant was filtered with 0.45 µm Nylon filter to the vials for the injection.

## 3. Results and Discussion

Classification of tobacco samples from different locations were carried out using chemometric methods, the multivariate analyses were performed by using MINITAB 15 Statistical Software. Scores visualize results of Principal Component Analysis (PCA) (Ward's algorithmic method) and loading plots. Data for PCA and sample chromatograms, which was obtained from chromatographic analyses, were given at the SM-Table 1, SM-Fig. 1, 2 and 3. L3 (Yenice) for Canakkale and L1 (Bagpinar) and L2 (Evciler) for Tokat abbreviations were used for the locations, respectively. Tobacco samples with different location characteristics were evaluated in terms of nicotine, glucose, fructose, glucose+fructose, chlorogenic acid, rutin, chlorogenic acid+rutin and quality grade index.

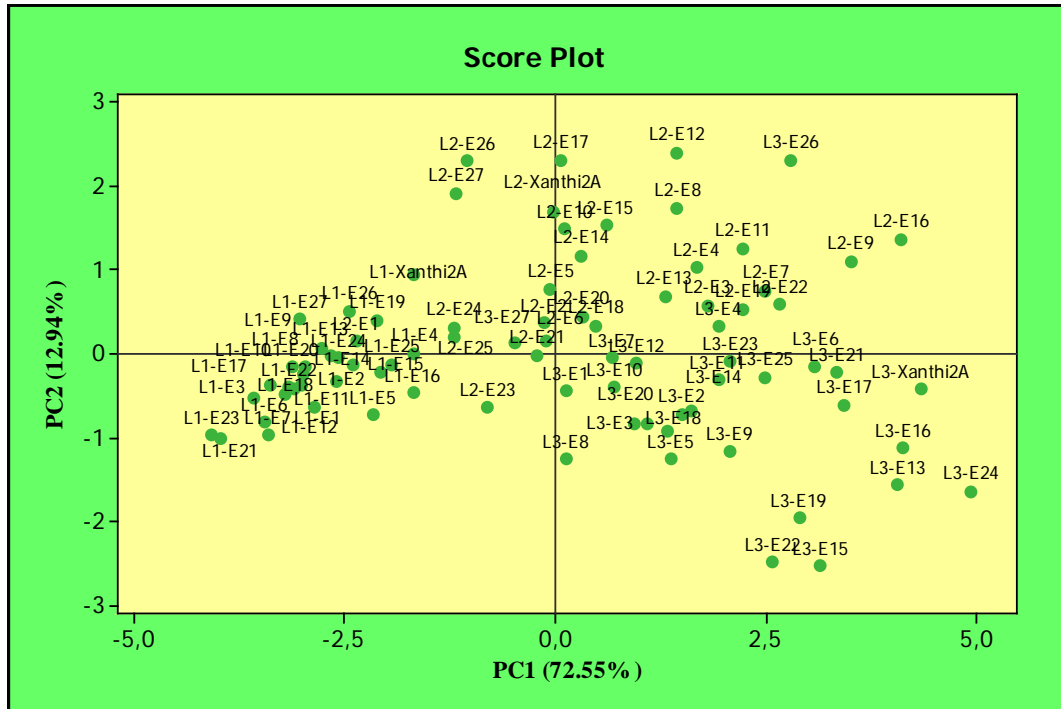


Figure 1. Score Plot of PCA for L1, L2 and L3

Şekil 1. L1, L2 ve L3 için PCA skor grafiği

As it can be seen in the Figure 1, three main groups was obtained from the score plot of analytes was indicated according to PC1 and PC2. L1 locations had been formed a group, the other locations had been formed another group according to PC2. PC1 are most effective variety for the separate L1 locations than others. On the other hand, PC2 was played important role on L2 and L3 locations. L1-Xanthi 2A, L2-Xanthi 2A and L3-Xanthi 2A are clustered with their same location samples. Although, positive effect of PC1 and PC2 were seen on the L1-Xanthi 2A and L2-Xanthi 2A, L3-Xanthi 2A has been negatively affected from PC2. L1 locations were clearly separated and accumulated while L2 and L3 locations were separated and distributed other locations.

PC1 has 72.55% effect on the separation of locations while PC2 has a 12.94% effect. PC1 play an important role for clustering locations especially on the L1 samples. L2-E23, L2-E24, L2-E25, L3-E27 samples were shown similarity with L1 samples. L2 locations has positive effect of PC1 and PC2. L3 location has negative effect of PC1 and PC2. L2 and L3 were grouped under the PC1.

When the PCA was accomplished, the results of the modelling power analysis show that nicotine was the more effective variables to distinctive the tobacco samples on the L2 location, as regards to the loading plot in Figure 2. In addition to, L3 location has been affected from other components.

CHL, FRU, GLU, GLU+FRU are important parameters for separating L3 locations. QGI, CHL+RTN and RTN have effect on the L2 locations. Clustering of L1 and L2 was realized under the effect of NIC.

The tobacco lines which used in this study has small changes from Xanthi 2A variety. The samples were clustered together with the Xanthi 2A considered as control for each location. This has been explained the similarities of the samples with control sample of Xanthi 2A. Xanthi 2A was cultivated in these regions since 2002; therefore, these clustering and similarities are expected for each locations lines. These similarities are clearly seen in the score graph which obtained PCA. The score plot was showed the clustering of the L1 location have been better. Because, the production of these lines are very intensive in the L1 locations. This show that tobacco lines of L1 location has very good adaptation.

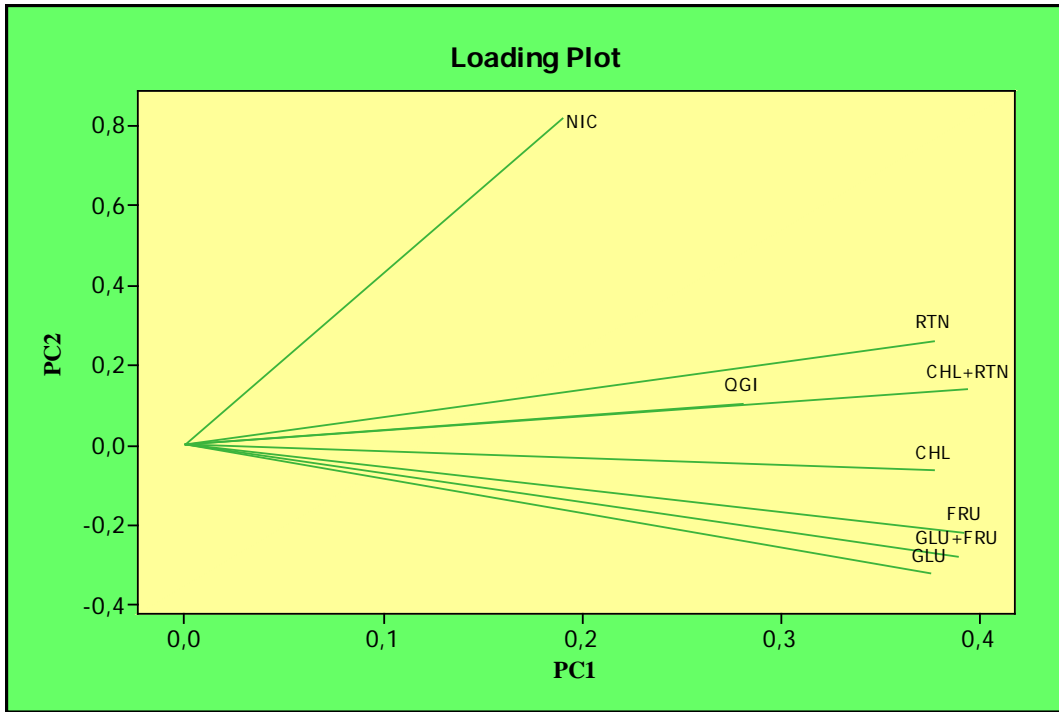


Figure 2. Loading Plot of PCA for L1, L2 and L3

Şekil 2. L1, L2 ve L3 için PCA ağırlık grafiği

In some lines L2 and L3 locations have shown similarity to other locations and clustering with other locations which means that the adaptation process continues in L2 and L3 locations. Compared to other locations, the best environmental conditions are the L3 location. Since the force, rainfall and strength of the land structure is the best region, tobacco has a different growth trend in this region. L1 was the weakest location of the study and therefore all genotypes had showed similar results.

Quality grade index values varied between 30.19 and 81.52% and the greatest performance at 3 locations was obtained from the Erb21 line. Nicotine demands of leaf-tobacco buying companies vary between 2.2-2.7% (Kinay et



al., 2019). Although present nicotine contents varied between 0.59-3.34%, average nicotine contents (1.62%) were below these demanded values. Such a deficiency can be eliminated with nitrogenous fertilizers (Lourenco et al., 2000; Karaivazoglou et al., 2006) and planting density (Bilalis et al., 2015). A similar case is also valid for glucose, fructose and reduced sugar and markets usually demand parallel values with nicotine or demand high sugar contents. Glucose, fructose and reduced sugar (glucose+fructose) contents varied respectively between 1.06-14.92%, 1.51-11.29% and 2.71-25.30%. Present sugar contents were generally within desired values, but they can easily be improved with various agricultural practices. Besides nicotine and reduced sugars, designating taste and smoking characteristics, secondary metabolites directly effective in color, taste and aroma should also be taken into consideration in product design and formation processes. Of these secondary metabolites, polyphenols are the most significant ones and chlorogenic acid and rutin are the most common polyphenols in tobaccos (Wang et al., 2008). Xie et al. (2011) investigated chlorogenic acid and rutin contents of oriental tobaccos in China and reported these values respectively as 1560 ppm and 4240 ppm. In present study, chlorogenic acid contents varied between 54.16 and 704.50 ppm, rutin contents varied between 177.13 and 1164.57 ppm and total of these two polyphenols varied between 231.29 and 1658.90 ppm. Tobaccos are quite sensitive to genetic and environmental factors, thus present polyphenol contents were generally lower than the earlier reports (Wang et al., 2008; Xie et al., 2011; Ji et al., 2013).

#### 4. Conclusion

Principal component analysis was performed by analyzing the results of QGI and NIC, GLU, CHL, RTN analysis of Bagginar (L1), Evciler (L2) and Yenice (L3) from Oriental tobacco lines. It has been observed that all lines are clustered according to locations. According to the PCA score charts, L2 and L3 locations in the L1 location outside the L1 location in the same location, all lines are clustered. The lines in all locations are clustered in the same location with the control Xanthi 2A which is cultivated in that area. Since all of these lines have similar genetics with Xanthi 2A, an expected result was confirmed by PCA. Furthermore, the fact that more production is performed at L1 location has shown that this location is better adapted to Xanthi 2A. As production increased, similarities and differences were observed to be higher. However, more precise measurements were made by chromatographic analyzes and separate results were obtained for each parameter. This resulted in a clearer appearance of the similarities and differences of the lines. Geographical location, production and chemical analysis were used together to reveal the relationships between tobacco genotypes.

#### Supplementary Material

Supplementary material related to this article can be found, in the online version.

#### Acknowledgements

This study was supported by Republic of Turkey Tobacco and Alcohol Market Regulatory Authority (Project name: Determination of Lines with Superior Characteristics in Tokat Region Basmata Type Tobaccos). The authors are grateful to Dr. Z. Pinar Gumus (Central Research Testing and Analysis Laboratory Research and Application Center EGE-MATAL) for contribution.

#### Declaration of Interest

No potential conflict of interest is reported by the authors.

#### Abbreviations

GC	Gas chromatography	HPLC	High performance liquid chromatography
RID	Refractive index detector	DAD	Diode-array detector
PCA	Principal component analysis	QGI	Quality Grade Index
NIC	Nicotine	GLU	Glucose
FRU	Fructose	CHL	Chlorogenic acid
RTN	Rutin		

#### 5. References

Adams, M.A., Chen, Z.L., Landman, P., Colmer, T.D., 1999. Simultaneous determination by capillary gas chromatography of organic acids, sugars, and sugar alcohols in plant tissue extracts as their trimethylsilyl derivatives. *Analytical Biochemistry*, 266 (1): 77-84.

- Andersen, R.A., Fleming, P.D., Burton, H.R., Hamilton-Kemp, T.R., Sutton, T.G., 1991. Nitrosated, acylated, and oxidized pyridine alkaloids during storage of smokeless tobaccos: effects of moisture, temperature, and their interactions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 39: 1280-1287.
- Bazinet, L., De Grandpre Y., Porter, A., 2005. Enhanced tobacco polyphenol electromigration and impact on membrane integrity. *Journal of Membrane Science*, 254 (1-2): 111-118.
- Bilalis, D.J., Travlos, I.S., Portugal, J., Tsioros, S., Papastylianou, Y., Papatheohari, Y., Avgoulas, C., Tabaxi, I., Alexopoulou, E., Kanatas, P.J. 2015. Narrow row spacing yield and decreased nicotine content in sun-cured tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). *Industrial Crops and Products* 75: 212-215.
- Chase, M.W., Knapp, S., Cox, A.V., Clarkson, J.J., Butsko, Y., Joseph, J., Savolainen, V., Parokony, A.S., 2003. Molecular systematics, GISH and the origin of hybrid taxa in *Nicotiana* (Solanaceae). *Ann. Bot.*, 92: 107-127.
- Chavez-Servin, J.L., Castellote, A.I., Lopez-Sabater, M.C., 2004. Analysis of mono- and di-saccharides in milk-based formulae by high-performance liquid chromatography with refractive index detection. *Journal of Chromatography A*, 1043 (2): 211-216.
- Chen, Y., Yu, Q.J., Li, X., Luo, Y., Liu, H., 2007. Extraction and HPLC characterization of chlorogenic acid from tobacco residuals. *Separation Science and Technology*, 42 (15): 3481-3492.
- Clark, M.S.G., Rand, M.J., Vanov, S., 1965. Comparison of pharmacological activity of nicotine and related alkaloids occurring in cigarette smoke. *Archives Internationales de Pharmacodynamie et de Thérapie*, 156: 363-379.
- Cui, H., He, C., Zhao, G., 1999. Determination of polyphenols by high-performance liquid chromatography with inhibited chemiluminescence detection. *Journal of Chromatography A*, 855 (1): 171-179.
- Ekren, S., 2018. The examination of the chemical compounds of Aegean region tobacco leaves at different priming stages in Turkey. *Fresenius Environ. Bulletin*, 27: 313-319.
- Gaquerel, E., Weinhold, A., Baldwin, I., 2009. Molecular interactions between the specialist herbivore *Manduca sexta* (Lepidoptera, Sphingidae) and its natural host *Nicotiana attenuata*. VIII. An unbiased GCxGC-ToFMS Analysis of the plant's elicited volatile emissions. *Plant. Physiol.* 149: 1408-1423.
- Gu, J., Zeng, X., Kong, B., Mao, Y., Liu W., Wei, W., 2010. Rapid determination of polyphenols in tobacco by MLC. *Chromatographia*, 71(9-10): 769-774.
- Han, N.S. and Robyt, J.F., 1998. Separation and detection of sugars and alditols on thin layer chromatograms. *Carbohydrate Research*, 313(2): 135-137.
- Hossain, A.M., Salehuddin, S.M., 2013. Analytical determination of nicotine in tobacco leaves by gas chromatography-mass spectrometry. *Arabian J. Chem.*, 6(3): 275-278.
- Ji, X., Wei, Y., Liu, G., Chen, H., 2013. Quantitative determination of polyphenols in tobacco leaves by HPLC. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 11(1): 868-870.
- Jiang, H., He, Y., Zhao, H., Hu, Y., 2004. Determination of chlorogenic acid and rutin in cigarettes by an improved capillary electrophoresis indirect chemiluminescence system. *Analytica Chimica Acta*, 512(1): 111-119.
- Karaivazoglou, N.A., Tsotsolis, N.C., Tsadilas, C.D., 2006. Influence of liming and form of nitrogen fertilizer on nutrient uptake, growth, yield and quality of virginia (flue-cured) tobacco. *Field Crops Research*, 100: 52-60.
- Knapp, S., Chase, M.W., Clarkson, J.J., 2004. Nomenclatural changes and a new sectional classification in *Nicotiana* (Solanaceae). *Taxon*, 53: 73-82.
- Kinay, A., Kurt, D., Karakoc, E., 2019. Yield and quality performances of hybrid tobacco developed for Gümüşhacıköy Basma region. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(sp2): 1-6.
- Kinay, A., 2018. Effects of cadmium on nicotine, reducing sugar and phenolic contents of Basma tobacco variety. *Fresenius Environ. Bulletin*, 27: 9195-9202.
- Kurt, D., Yilmaz, G., 2018. Hand groups oriented yield and grade index characters of oriental tobaccos. *Anadolu J Agr Sci.*, 33: 254-260.
- Kurt, D., 2021. Impacts of environmental variations on quality and chemical contents of oriental tobacco. *Contributions to Tobacco Research*, 30: xxx-xxx.
- Leffingwell, J.C., 1999. Leaf chemistry: basic chemical constituents of tobacco leaf and differences among tobacco types. In *Tobacco: Production Chemistry and Technology*; Davis, D. L., Nielsen, M. T., Eds.; Blackwell Science: Oxford, U.K., pp 265-284.
- Li, F., Liu, Q., Cai, W., Shao, X.G., 2009. Analysis of scopoletin and caffeic acid in tobacco by gc-ms after a rapid derivatization procedure. *Chromatographia*, 69 (7-8): 743-748.
- Lindsay, H., 1973. A Clorimetric Estimation of Reducing Sugars in Potatoes. *Potato Research*, 16: 176-179.
- Lourenco, M.G., Ferrao, J.M., Figueiredo, E.L., Amaro, J.A., Rocha, M.E., 2000. Effects of N fertilization and antioxidant application on alkaloid concentration of flue-cured tobacco. *Tropical Agriculture*, 77(2): 93-98.
- Lu, G.H., Ralapati, S., 1998. Application of high-performance capillary electrophoresis to the quantitative analysis of nicotine and profiling of other alkaloids in ATF-regulated tobacco products. *Electrophoresis*, 19: 19-26.

- Manceau, F., Fliniaux, M.A., Jacquin-Dubreuil, A., 1992. A high performance liquid chromatographic procedure for the analysis of tobacco alkaloids: application to the evaluation of tobacco alkaloids in plants and cell suspension cultures. *Phytochem Anal.*, 3: 65-68.
- Murray, J.L., 2014. Nicotine and what else?: HPLC elution optimization for the analysis of alkaloids found in electronic cigarettes, in: Honors Theses, University of Tennessee at Chattanooga, TN.
- NIH, DrugFacts, 2018. National Institute on Drug Abuse (NIH), <https://www.drugabuse.gov/publications/drugfacts/cigarettes-other-tobacco-products> (03.06.2020).
- Pang, T., Bai, C., Xu, Y., Xu, G., Yuan, Z., Su, Y., Peng, L., 2006. Determination of sugars in tobacco leaf by hplc with evaporative light scattering detection. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*, 29(9): 1281-1289.
- Rodriguez-Sevilla, M.D., Villanueva-Sua´rez, M.J., Redondo-Cuenca, A., 1999. Effects of processing conditions on soluble sugars content of carrot, beetroot and turnip. *Food Chemistry*, 66(1): 81-85.
- Roe, F.J.C., Salaman, M.H., Cohen, J., 1959. Incomplete carcinogens in cigarette smoke condensate: tumour-promotion by a phenolic fraction. *British Journal of Cancer*, 13: 623-633.
- Sheng, L.Q., Ding, L., Tong, H.W., Yong, G.P., Zhou, X.Z., Liu, S.M., 2005. Determination of nicotine-related alkaloids in tobacco and cigarette smoke by GC-FID. *Chromatographia*, 62: 63-68.
- Silva, F.O., Ferraz, V., 2004. Microwave-assisted preparation of sugars and organic acids for simultaneous determination in citric fruits by gas chromatography. *Food Chemistry*, 88(4): 609-612.
- Tambwekar, K.R., Kakariya, R.B., Garg, S. A., 2003. Validated high performance liquid chromatographic method for analysis of nicotine in pure form and from formulations. *J. Pharm. Biomed. Anal.*, 32: 441-450.
- Troje, S. Z., Fröbe, Z., Perović, Đ., 1997. Analysis of selected alkaloids and sugars in tobacco extract. *Journal of Chromatography A*, 775: 101-107.
- Vlase, L., Filip, L., Mindruta, I., Leucuta, S.E., 2005. Determination of nicotine from tobacco by LC- MS-MS. *Stud. Unive. Babeş-Bolyai Phys. L.*, (4b): 19-24.
- Wang, H.Y., Zhao, M.M., Yang, B., Jiang, Y.M., Rao, G.H., 2008. Identification of polyphenols in tobacco leaf and their antioxidant and antimicrobial activities. *Food Chemistry*, 107: 1399-1406.
- Xia, B., Feng, M., Xu, G., Xu, J., Li, S., Chen, X., Ding, L., Zhou, Y., 2014. Investigation of the chemical compositions in tobacco of different origins and maturities at harvest by GC-MS and HPLC-PDA-QTOF-MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62: 4979-4987.
- Xie, F., Yu, A., Hou, D., Liu, H., Ding, L., Zhang, S., 2011. Rapid and sensitive analysis of eight polyphenols in tobacco by rapid resolution liquid chromatography. *American Journal of Analytical Chemistry*, 2: 929-933.
- Yang, S., Smetena, I., Huang, C., 2002. Determination of tobacco alkaloids by gas chromatography with nitrogen-phosphorus detection. *Anal. Bioanal. Chem.* 373: 839-843.

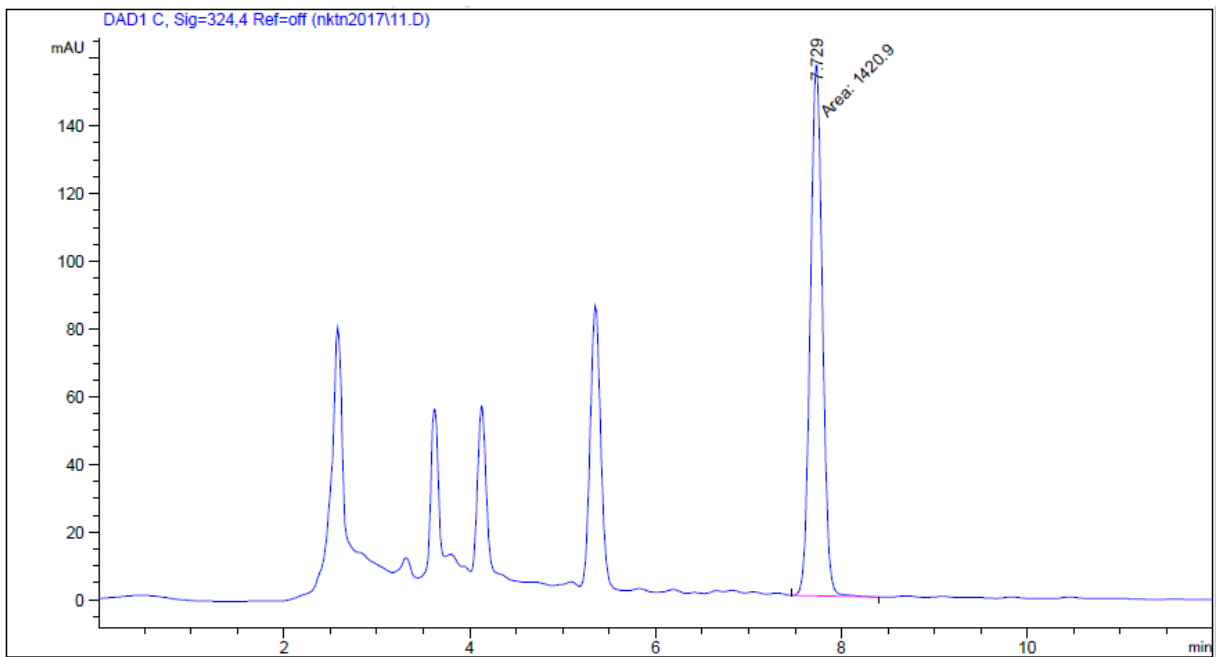
## SUPPLEMENTARY MATERIAL

SM-Table 1. Data for PCA

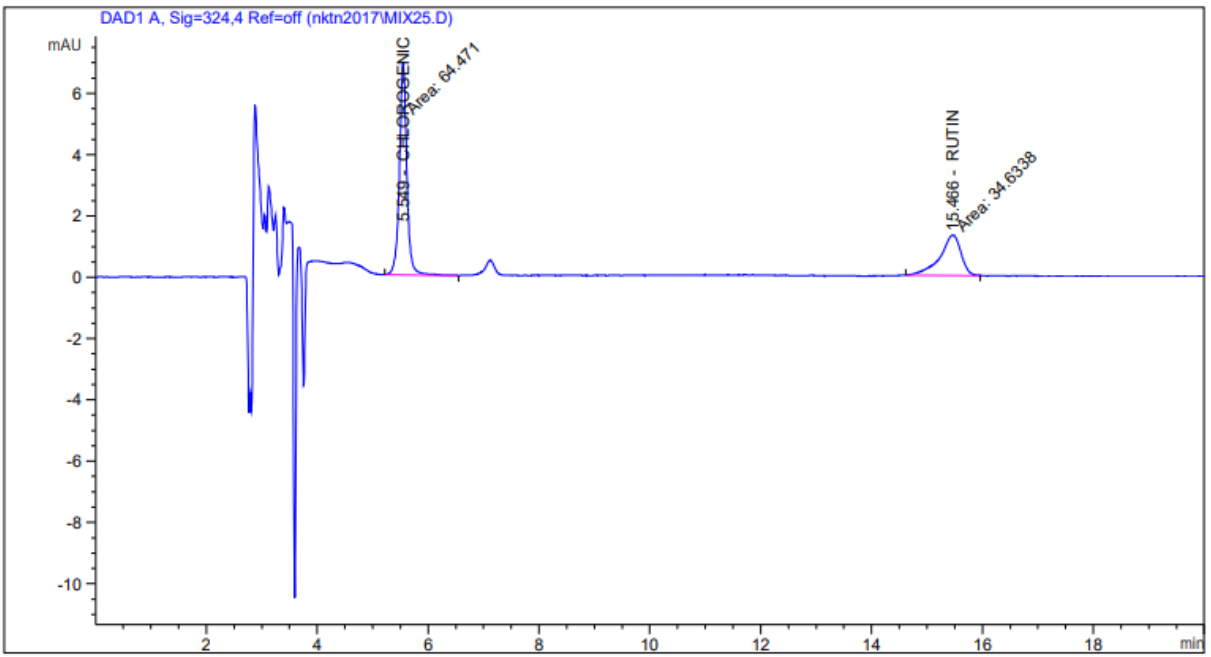
LOC-ERB	QGI (%)	NIC (%)	GLU (%)	FRU (%)	GLU+FRU (%)	CHL (ppm)	RTN (ppm)	CHL+RTN (ppm)
L1-E1	54.37	1.12	1.59	1.78	3.36	139.00	283.80	422.80
L1-E2	61.03	0.92	1.48	2.00	3.48	152.33	355.41	507.74
L1-E3	43.96	0.93	1.38	1.67	3.06	80.26	275.49	355.75
L1-E4	58.36	1.11	1.94	2.66	4.60	223.15	511.12	734.27
L1-E5	47.90	0.94	2.63	3.27	5.90	240.16	346.84	587.00
L1-E6	55.64	0.69	1.37	1.81	3.18	86.38	235.72	322.10
L1-E7	35.73	0.72	2.69	1.86	4.55	86.56	326.32	412.88
L1-E8	50.46	1.23	1.51	1.87	3.38	162.34	274.43	436.77
L1-E9	61.34	1.28	1.43	2.19	3.62	159.48	276.17	435.65
L1-E10	44.07	0.90	1.51	1.59	3.10	138.57	328.37	466.95
L1-E11	57.59	0.99	1.53	1.88	3.41	119.82	285.71	405.53
L1-E12	57.43	1.01	2.43	2.87	5.30	92.22	258.59	350.80
L1-E13	42.58	1.43	1.42	2.45	3.87	171.45	338.78	510.23
L1-E14	47.74	1.15	1.29	1.83	3.12	284.51	352.14	636.65
L1-E15	57.37	1.02	1.78	2.21	4.00	247.10	395.98	643.08
L1-E16	68.16	0.83	3.18	1.73	4.91	243.66	420.01	663.67
L1-E17	53.25	1.00	1.19	1.53	2.72	103.77	250.91	354.67
L1-E18	51.32	0.92	1.35	1.67	3.02	136.00	312.97	448.97
L1-E19	47.53	1.43	1.27	1.96	3.23	250.38	461.81	712.19
L1-E20	35.38	1.17	1.69	1.59	3.27	136.75	387.46	524.21
L1-E21	51.33	0.59	1.08	1.63	2.71	54.16	177.13	231.29
L1-E22	37.51	0.94	1.29	1.73	3.03	146.64	384.33	530.97
L1-E23	30.19	0.73	1.13	1.70	2.83	103.29	219.46	322.75
L1-E24	46.79	1.15	1.06	1.73	2.78	241.99	375.34	617.33
L1-E25	57.84	1.09	2.31	1.83	4.15	252.10	419.93	672.03
L1-E26	61.99	1.73	1.14	2.95	4.09	143.09	290.19	433.27
L1-E27	51.42	1.63	1.55	1.51	3.06	118.00	288.43	406.43
L1-Xa.2A	47.11	1.75	1.25	2.17	3.42	252.60	568.47	821.07
L2-E1	43.52	1.46	1.87	3.05	4.92	154.07	431.72	585.79
L2-E2	60.55	1.54	3.39	5.10	8.49	259.91	687.03	946.94
L2-E3	65.95	2.27	6.96	8.13	15.09	345.41	730.20	1075.62
L2-E4	79.84	2.47	6.52	7.63	14.15	270.19	714.02	984.20
L2-E5	52.33	2.42	5.24	6.19	11.43	246.44	539.18	785.62
L2-E6	62.90	1.61	4.68	5.75	10.43	203.28	632.31	835.59
L2-E7	65.58	2.28	7.48	8.10	15.58	392.50	875.99	1268.49
L2-E8	63.32	2.69	4.65	5.19	9.84	465.04	745.90	1210.94
L2-E9	77.74	2.69	8.58	8.79	17.37	488.59	850.62	1339.21
L2-E10	57.36	2.56	4.15	4.85	9.00	268.57	659.35	927.92
L2-E11	65.47	2.72	7.25	7.61	14.86	382.54	799.30	1181.84
L2-E12	71.24	3.23	5.14	5.72	10.86	306.56	774.04	1080.60
L2-E13	65.60	2.50	7.52	7.66	15.18	269.28	636.48	905.76
L2-E14	56.95	2.78	6.24	5.55	11.79	293.37	512.85	806.22
L2-E15	76.24	3.04	6.41	6.21	12.61	208.90	498.27	707.17
L2-E16	75.53	2.37	7.67	8.49	16.16	494.33	1164.57	1658.90
L2-E17	38.52	3.34	3.96	5.06	9.02	304.24	665.07	969.31
L2-E18	64.73	1.46	3.38	5.44	8.82	353.75	726.72	1080.47
L2-E19	79.98	2.07	7.43	7.53	14.96	358.37	775.94	1134.30
L2-E20	60.25	1.81	5.08	5.39	10.47	275.88	684.93	960.81
L2-E21	57.73	1.49	4.62	4.59	9.21	323.55	570.66	894.20
L2-E22	64.68	2.20	8.48	8.22	16.70	363.10	921.71	1284.81
L2-E23	50.66	1.28	3.83	6.54	10.38	256.52	451.25	707.77
L2-E24	43.57	1.84	3.65	3.87	7.52	294.99	448.60	743.59
L2-E25	70.30	1.42	2.70	3.30	6.00	241.78	439.25	681.04
L2-E26	62.33	2.95	1.88	2.74	4.61	231.28	499.74	731.02
L2-E27	67.34	2.60	1.93	2.61	4.53	195.55	503.43	698.98
L2-Xa.2A	74.87	2.26	2.60	3.19	5.79	286.00	676.13	962.13
L3-E1	55.29	1.52	5.83	6.56	12.40	306.52	529.91	836.43
L3-E2	60.26	1.32	6.97	8.37	15.34	373.89	707.97	1081.86
L3-E3	62.50	1.11	5.40	7.70	13.10	445.39	613.13	1058.52
L3-E4	63.52	2.00	6.51	8.15	14.66	405.93	762.79	1168.72
L3-E5	61.10	1.22	8.35	8.57	16.92	381.35	570.97	952.33
L3-E6	64.31	1.71	8.23	7.91	16.14	621.52	811.97	1433.50
L3-E7	75.05	1.39	5.05	6.55	11.60	244.34	697.97	942.30
L3-E8	54.02	0.89	5.08	7.08	12.16	395.44	495.72	891.16
L3-E9	39.44	1.64	10.70	9.57	20.27	429.29	680.59	1109.88
L3-E10	37.07	1.68	6.29	7.78	14.07	383.98	650.66	1034.64
L3-E11	81.52	1.68	7.87	8.72	16.59	310.09	665.44	975.53
L3-E12	57.67	1.76	6.17	7.52	13.68	356.79	626.27	983.06
L3-E13	72.33	1.47	14.92	10.38	25.30	452.73	794.96	1247.69

continued

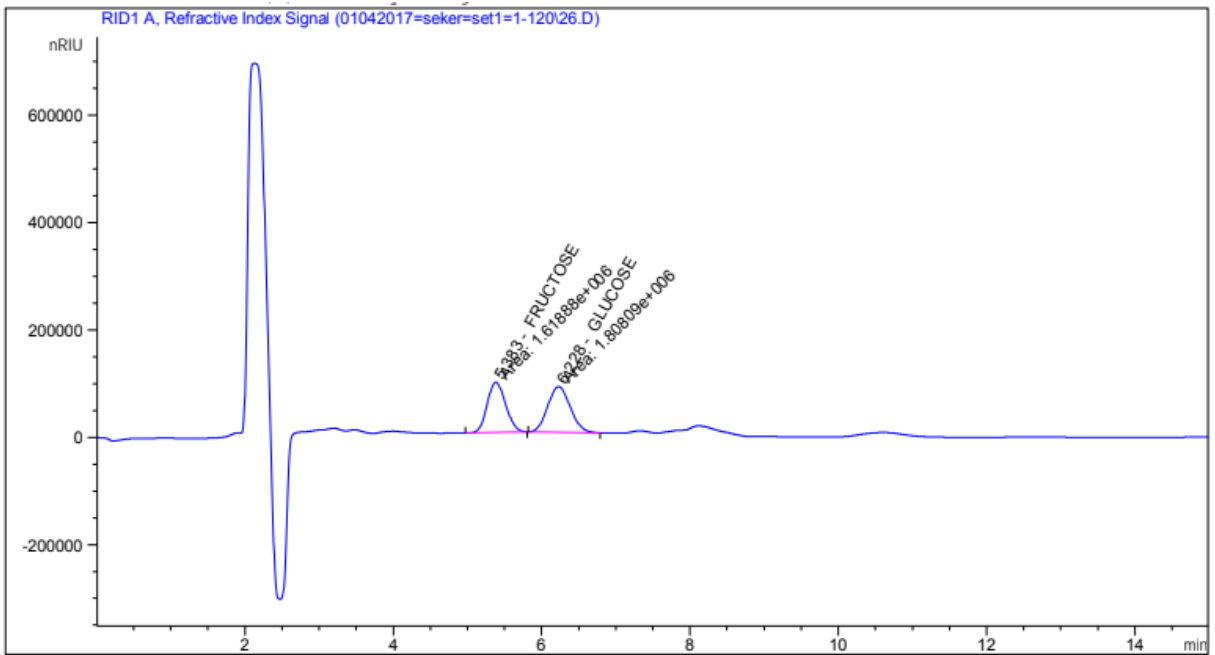
L3-E14	71.95	1.70	7.81	9.16	16.98	386.00	506.97	892.98
L3-E15	79.00	0.93	14.49	10.34	24.84	428.36	544.07	972.43
L3-E16	79.44	1.58	12.47	10.35	22.83	559.04	746.11	1305.14
L3-E17	61.67	1.63	10.07	9.41	19.48	546.94	853.57	1400.50
L3-E18	60.11	1.22	6.02	8.44	14.46	466.80	589.78	1056.58
L3-E19	71.30	1.28	12.63	11.29	23.92	385.68	583.08	968.76
L3-E20	52.05	1.30	6.95	8.15	15.11	323.73	668.39	992.13
L3-E21	79.78	1.49	7.90	8.61	16.51	547.44	869.59	1417.02
L3-E22	58.67	0.86	13.59	10.66	24.25	328.16	676.18	1004.34
L3-E23	57.50	1.60	5.56	8.02	13.58	554.52	760.21	1314.73
L3-E24	76.40	1.28	13.62	10.77	24.39	704.50	794.87	1499.36
L3-E25	72.95	1.95	9.86	8.73	18.59	382.44	691.04	1073.48
L3-E26	60.00	3.09	5.85	6.60	12.45	481.03	1011.43	1492.46
L3-E27	61.36	1.45	3.55	5.06	8.61	220.57	618.18	838.75
L3-Xa.2A	75.65	1.60	10.32	10.16	20.49	556.44	985.90	1542.34



SM-Fig. 1. Sample chromatogram for nicotine



SM-Fig. 2. Sample chromatogram for chlorogenic acid and rutin



SM-Fig. 3. Sample chromatogram for glucose and fructose



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.874970

## Yüksek Dormansi Grubunda Bulunan Yonca (*Medicago sativa* L.) Genotiplerinin Verim ve Kalite Özellikleri

Mehmet Öten<sup>a</sup>, Sebahattin Albayrak<sup>b\*</sup>

<sup>a</sup>Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Sakarya, Türkiye

<sup>b</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Bafra Meslek Yüksek Okulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Samsun, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: sebahattinalbayrak@omu.edu.tr

Geliş/Received 05/02/2021

Kabul/Accepted 02/05/2021

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı non-dormant özellikteki yonca (*Medicago sativa* L.) genotiplerinin verim ve kalite özelliklerini belirlemektir. Araştırmada 5 adet yonca çeşidi (Fortuna, Nimet, Green star, Isinde ve Golden West) ile 1 adet çeşit adayı kullanılmıştır. Çalışma Antalya ve Samsun olmak üzere 2 farklı lokasyonda 2018-2020 yılları arasında yürütülmüştür. Çalışma Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuş olup, her yıl Antalya'da 8 biçim, Samsun'da ise 6 biçim yapılmıştır. Araştırma sonucunda non-dormant özellikteki çeşit adayı yoncanın kuru ot verimi-3048 kg da<sup>-1</sup>, ham protein oranı-%21.45, ADF oranı-%29.08, NDF oranı-%39.94, ADL oranı-%7.36, Nispi yem değeri-%155 olarak bulunmuştur. Kuru ot verimi üzerinden yapılan analiz sonuçlarına göre de aday çeşidin diğer çeşitlerden daha stabil olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler:  
Dormansi  
Kalite  
Stabilite  
Verim  
Yonca

### Yield and Quality Characteristics of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Genotypes in the High Dormancy Group

#### ABSTRACT

The aim of this study was to determine the yield and quality characteristics of alfalfa (*Medicago sativa* L.) genotypes with non-dormant characteristics. In the study, 5 alfalfa cultivars (Fortuna, Nimet, Green star, Isinde and Golden West) and 1 cultivar candidate were used. The study was carried out in 2 different locations where Antalya and Samsun in 2018-2020. The study was established in a randomized complete block design with 4 replicates and every year 8 cuts were made in Antalya and 6 cuts in Samsun. As a result of the research, the dry matter yield of the non-dormant variety candidate alfalfa was 3048 kg da<sup>-1</sup>, crude protein-21.45%, ADF-29.08%, NDF-39.94%, ADL-7.36%, Relative feed value-155%. According to the results of the analysis made from the dry matter yield, it was determined that the candidate cultivar was more stable than the other cultivars.

Keywords:  
Alfalfa  
Dormancy  
Yield  
Quality  
Stability

© OMU ANAJAS 2021

## 1. Giriş

Yonca (*Medicago sativa* L.) sahip olduğu yüksek besin değerinden dolayı Dünya'da en yaygın olarak yetiştirilen çok yıllık yem bitkilerinin başında gelmektedir (Djaman ve ark. 2020). Çok geniş adaptasyon kabiliyetinin yanı sıra yüksek biyolojik azot fiksasyon kapasitesi ve yüksek kaliteli ve besleyici otunun verim değerinden dolayı yetiştirildiği alanlar sürekli artış göstermektedir (Russele ve ark. 2007).



Bununla birlikte farklı bölgelerde yetiştirilen yoncaların büyüme özellikleri de farklılık göstermektedir. Yoncada dormansi, gün uzunluğu ve sıcaklığın azalmasıyla birlikte sonbahar sırasında yavaşlayan büyüme olarak tanımlanır (Malinowski ve ark., 2007). Dormansi değeri bitkilerin adaptasyonu ve kışın hayatta kalabilmeleri için önemli bir rol oynamaktadır (Chen ve ark. 2014).

Yonca genotipleri, kış boyunca hayatta kalma ve yeniden büyüme yeteneklerine göre sonbaharda dormansi derecelendirilmesi (FD) adı verilen 11 sınıfta gruplandırılmıştır. Dormansi gurupları: Çok dormant (FD 1, 2), dormant (FD 3, 4), az dormant (FD 5), yarı dormant (FD 6, 7), non-dormant (FD 8, 9), çok non-dormant (FD 10, 11) olarak belirtilmiştir (Djaman ve ark. 2020). Dormant çeşitler sonbaharda biçim sonrası yavaş gövde uzaması gösterdiklerinden dolayı yüksek derecede kış dayanıklılığına sahiptir. Buna karşın, dormant olmayan çeşitler sonbaharda kuvvetli bir şekilde büyür, uzun dik sürgünler oluşturur ve sonbaharda biçimden sonra hızlı sürgün uzamasına devam eder (Brummer ve ark., 2000; Dhont ve ark., 2002; Haagenson ve ark., 2003). Yonca ıslahında genotiplerin dormansi değeri seleksiyon kriteri olarak kullanılmaktadır (Fairey ve ark. 1996).

Bu çalışma, SDÜBAP-3190-D1-10 ve TUBİTAK 214 O 066 numaralı projelerden Sentetik Varyete Islah Yöntemi ile geliştirilen ve non-dormant grupta yer alan çeşit adayı yerli yoncanın tescilli/üretim iznli yonca çeşitleri ile verim ve kalite yönünden karşılaştırılması amacıyla yürütülmüştür.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu araştırma, 2018-2020 yılları arasında, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün Antalya-Aksu'da bulunan arazisinde (36° 93' K, 30° 89' D; rakım 10 m) ve Ondokuz Mayıs Üniversitesi'nin Samsun-Bafra'da bulunan deneme alanında (41° 56' K, 35° 86' D; rakım 15 m) yürütülmüştür.

Samsun-Bafra lokasyonunda toprak bünyesi killi tınlı, toprak reaksiyonu nötr (pH: 7.03), orta derecede kireçli (%6.5 CaCO<sub>3</sub>), organik maddece fakir (%1.20), yarayıslı fosfor düzeyi orta (7.5 kg da<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> fosfor), yarayıslı potasyumca zengin (120 kg da<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O), toplam tuz bakımından zararsız (%0.029) düzeydedir. Antalya-Aksu lokasyonunda ise toprak killi-tınlı bünyede, hafif alkali (pH 7.11), tuzsuz (%0.03), çok fazla kireçli (%28.75), organik madde (%1.82) ve yarayıslı fosfor düzeyi az (2.15 kg da<sup>-1</sup>), potasyum yönünden ise zengindir (78.65 kg da<sup>-1</sup>). Araştırmanın yapıldığı yıllara ait iklim verileri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Denemenin yürütüldüğü Antalya-Aksu ve Samsun-Bafra'ya ait iklim verileri

Table 1. Climate data of Antalya-Aksu and Samsun-Bafra where the research were conducted

Aylar	ANTALYA-Aksu						SAMSUN-Bafra					
	Yağış (mm)			Sıcaklık (°C)			Yağış (mm)			Sıcaklık (°C)		
	Uzun Yıllar	2018-2019	2019-2020	Uzun Yıllar	2018-2019	2019-2020	Uzun Yıllar	2018-2019	2019-2020	Uzun Yıllar	2018-2019	2019-2020
Kasım	176.6	157.0	126.0	14.4	15.7	15.8	88.3	54.6	35.8	12.0	11.7	14.6
Aralık	267.0	357.4	307.2	11.0	14.6	14.0	75.1	79.0	77.2	9.1	8.1	10.3
Ocak	208.7	426	142	9.6	10.6	10.1	59.9	63.6	94.8	7.2	7.3	6.6
Şubat	134.6	68.9	96.8	10.0	12.9	11.1	52.6	38.2	62.6	6.7	7.2	7.2
Mart	104	103	97.2	12.4	12.7	12.8	59.4	30.4	45.2	7.9	7.7	10.1
Nisan	62.7	48.0	50.4	16.0	15.9	16.3	54.0	56.8	27.6	11.1	11.1	10.1
Mayıs	31.4	29.0	32.1	20.6	20.3	20.5	49.9	42.0	12.2	15.4	16.9	16.7
Haziran	8.5	8.0	10.9	25.5	24.5	25.3	49.7	17.8	15.6	20.3	22.8	21.8
Temmuz	2.9	3.0	4.5	28.5	28.2	28.4	32.8	52.2	0.8	23.5	22.2	24.4
Ağustos	2.3	3.0	4.6	28.3	27.7	28.3	37.6	42.0	26.2	23.9	23.2	23.3
Eylül	11.5	11.0	18.1	24.7	24.8	25.1	47.8	33.4	4.4	20.2	20.4	22.7
Ekim	77.6	66.0	72.1	19.9	20.5	20.5	92.7	66.4	16.4	16.2	17.7	19.4
Toplam	1088	1280	962	-	-	-	699.8	576.4	418.8	-	-	-
Ortalama	-	-	-	18.4	19.0	19.0	-	-	-	14.5	14.7	15.6

Araştırmada kontrol olarak seçilen yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitleri sırasıyla Fortuna, Nimet, Green star, İsinde ve Golden West olup adı geçen tüm çeşitler yüksek dormansi (8 ve üzeri) grubunda yer almaktadırlar. Denemede yer alan çeşit adayı yonca ise 2010 yılında SDÜBAP-3190-D1-10 numaralı proje kapsamında; Batı Akdeniz sahil kuşağında yer alan Antalya iline ait 13 ilçede, toplam 26 farklı duraktan klon olarak toplanmış daha sonra öne çıkan genotipler TUBİTAK 214 O 066 numaralı projeye aktarılmıştır. Projenin sonunda tescile sunulmadan önce bölge verim performansını belirlemek amacıyla mevcut çalışmaya dahil edilmiş olup dormansi değeri 9'dur.

Her biçim sonrası toprak tarla kapasitesine gelinceye kadar ilk dört biçimden sonra 2 defa beşinci biçimden sonra ise 1 defa sulama yapılmıştır. Hasat sonrası alınan 500 g'lık taze ot örnekleri, kurutma dolabında 48 saat 70°C'de kurularak her bir çeşidin kuru ot verimleri (KOV) hesaplanmıştır (Albayrak ve ark., 2018).

Yonca örneklerinin ham protein oranları (HPO) (Kacar ve İnal, 2008) ADF, NDF ve ADL içerikleri ise ANKOM 220 Fiber Analyser cihazı yardımıyla ANKOM teknolojinin bildirdiği esaslara göre belirlenmiştir (Anonim, 2021). Nispi yem değerleri (NYD) Albayrak ve ark. (2018)'in bildirdikleri denkleme göre hesaplanmıştır.  $NYD = [120/NDF] \times [88.9 - (0.779 \times ADF)] \times [0.775]$ .

Denemelerin sonuçları her bir lokasyon için ayrı ayrı olarak Tesadüf Blokları Deneme Deseni'ne göre değerlendirilmiştir (SAS, 1998). Yıl birleştirmesinde ise Çınar ve ark. (2014) tarafından açıklanan Tesadüf Bloklarında Zamanda Bölünmüş Parseller Deneme Desenine uygun olarak varyans analizi yapılmıştır. Ortalamalar arasında önemli farklılıkların ortaya çıktığı durumlarda, ortalamaları karşılaştırmak için % 5 ve % 1 önemlilik düzeyinde LSD testi uygulanmıştır (Gülümser ve ark., 2006).

Kuru ot verimine ait stabilite analizi için SAS, 1998 programına ait proc REG modeli uygulanmıştır. Yonca çeşitlerinin kuru ot verimlerine ait stabilite parametreleri olarak ise ortalama verim ( $X_{ort}$ ), regresyon katsayısı (b), regresyon sabitesi (a), belirtme katsayısı ( $r^2$ ), varyasyon katsayısı (VK) ve regresyondan sapma ( $S^2d$ ) değerleri kullanılmıştır (Albayrak ve Yavuz, 2020).

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1 Kuru ot verimi

Varyans analiz sonuçlarına göre, hem Antalya hem de Samsun lokasyonunda yonca genotiplerinin kuru ot verimleri arasında % 1 önem düzeyinde farklılıklar belirlenmiştir (Çizelge 2). Antalya lokasyonunda Aday çeşit (3243 kg da<sup>-1</sup>) ile Fortuna (3183 kg da<sup>-1</sup>), Samsun lokasyonunda ise Aday çeşit, Fortuna ve Nimet (sırasıyla, 2853, 2775 ve 2752 kg da<sup>-1</sup>) en yüksek kuru ot verimleri vermişlerdir (Çizelge 3). Her iki lokasyonda da Golden West en düşük verimli çeşit olmuştur.

Yonca çok yıllık bir bitki olmasının yanı sıra yılda birden çok biçilmesinden dolayı elde edilen ot miktarı diğer yem bitkilerinden fazla olmaktadır. Elde edilen ot miktarında ise ekildiği bölgenin iklim şartları en önemli faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Yonca genotiplerinin kuru ot verimleri ekolojik koşullara ve biçim sayılarına bağlı olarak önemli varyasyonlar göstermektedir (Albayrak ve ark., 2018).

Çizelge 2. Varyans analiz sonuçları ve kareler ortalaması (2019-2020)  
Table 2. Results of variance analysis and mean squares (2019-2020)

Varyasyon Kaynakları	sd	KOV	HPO	ADF	NDF	ADL	NYD
<b>ANTALYA</b>							
Tekerrür	3	28964*	0.387	0.345	1.689	0.194	43.14
Çeşit	5	565567**	5.78*	12.84**	6.349	1.482*	255.00**
Hata 1	15	6309	1.336	1.326	3.869	0.452	50.52
Yıl	1	9427041**	0.8001	3.630	1.190	0.662	85.33
Yıl x Çeşit	5	15386	0.595	0.382	2.302	0.068	25.48
Hata 2	18	10140	1.612	0.951	2.148	0.464	35.79
<b>SAMSUN</b>							
Tekerrür	3	6702	0.601	1.137	0.513	0.462	18.07
Çeşit	5	611841**	10.06**	13.72*	8.175	2.476**	257.43*
Hata 1	15	9668	1.46	3.96	3.232	0.285	60.66
Yıl	1	460120**	0.061	9.04*	10.193*	0.083	256.68**
Yıl x Çeşit	5	21408	0.788	0.54	0.361	0.133	4.637
Hata 2	18	8728	0.798	1.69	1.882	0.252	24.92

sd: Serbestlik derecesi; \*0.05, \*\*0.01 düzeyinde önemlidir.

Yoncada kuru ot verimleri Karadeniz Bölgesi koşullarında 766-1456 kg da<sup>-1</sup> (Töngel ve Ayan, 2010), Doğu Anadolu'da 604-2426 kg da<sup>-1</sup> (Sabancı ve ark., 2013), Güney Doğu Anadolu'da 1594-2219 kg da<sup>-1</sup> (Gülcan ve Anlarsal, 1992), Orta Anadolu'da 873-1205 kg da<sup>-1</sup> (Altınok ve Karakaya, 2002), Akdeniz koşullarında 1467-1806 kg da<sup>-1</sup> (Avcı ve ark. 2010), Ege koşullarında 1102-1266 kg da<sup>-1</sup> (Cevheri, 1998) ve 2031-2680 kg da<sup>-1</sup> (Kavut ve Avcıoğlu 2015), Karadeniz iç geçit kuşağında 1131- 1518 kg da<sup>-1</sup> (Kır, 2010) ve Akdeniz iç geçit kuşağında 1480-1610 kg da<sup>-1</sup> (Albayrak ve Türk, 2013) arasında değişim gösterdiği farklı araştırmacılar tarafından bildirilmektedir.

Farklı ülkelerde yapılan çalışmalarda; Cavero ve ark. (2017) yoncada ilk yıl dekara 1700 kg olan kuru ot veriminin ikinci yıl 2200 kg'a yükseldiğini bildirmişlerdir. Li ve Su (2017) yoncada kuru ot verimini 960-1354 kg da<sup>-1</sup> aralığında bulmuştur. Garcia ve ark. (2017) 1335-2027 kg da<sup>-1</sup>, Min (2016) 1554-1779 kg da<sup>-1</sup> ve Jafarian ve ark. (2015) 750 kg da<sup>-1</sup> aralıklarında yoncada kuru ot verimini belirlemişlerdir. Hem Türkiye hem de farklı ülke şartlarında yapılan çalışmalarda görüldüğü üzere yoncunun kuru ot verimine çevre şartlarının etkisinin yüksek olduğu ayrıca kullanılan materyalin verim üzerine doğrudan etkili olduğu görülmektedir (Tucak ve ark., 2014).

Çizelge 3. Kuru ot verimi (KOV), ham protein oranı (HPO), Asit deterjan çözeltisinde çözünmeyen lif (ADF), Nötral deterjan çözeltisinde çözünmeyen lif (NDF), Asit deterjan çözeltisinden sonra kuvvetli asitte çözünmeyen lignin (ADL) ve Nispi yem değeri (NYD) ( 2 yılın ortalaması)

Table 3. Dry matter yield (DMY), crude protein (CP), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent lignin (ADL) and relative feed value (RFV) (average of 2 years).

	<b>KOV</b> (kg da <sup>-1</sup> )	<b>HPO</b> (%)	<b>ADF</b> (%)	<b>NDF</b> (%)	<b>ADL</b> (%)	<b>NYD</b> (%)
<b>ANTALYA</b>						
Aday	3243 a	21.87 a	28.71 d	39.17	7.25 b	158 a
Fortuna	3183 a	21.54 ab	29.01 cd	39.63	7.52 b	156 ab
Nimet	3094 b	21.64 ab	28.99 cd	39.07	7.47 b	158 a
Green star	2853 c	20.51 bc	30.19 cb	40.31	7.82 ab	151 ac
Isinde	2780 c	20.59 bc	31.24 ab	40.61	8.25 a	148 bc
Golden west	2557 d	19.68 c	31.67 a	41.35	8.29 a	145 c
VK (%)	3.41	6.05	3.25	3.66	8.77	3.92
<b>SAMSUN</b>						
Aday	2853 a	21.03 a	29.44 b	40.70	7.47 b	151 a
Fortuna	2775 a	19.97 ab	30.93 ab	41.31	7.60 b	146 ab
Nimet	2752 a	20.77 a	31.07 ab	41.73	7.79 b	144 ac
Green star	2396 b	18.98 bc	32.21 a	42.17	8.04 b	141 bd
Isinde	2339 b	18.79 bc	32.46 a	43.01	8.75 a	138 cd
Golden west	2188 c	18.29 c	33.05 a	43.35	8.72 a	136 d
VK (%)	3.66	4.55	4.13	3.26	6.23	3.50

\*Her bir sütunda aynı harfler ile gösterilen ortalamalar arasında P=0.05 düzeyinde farklılık yoktur.

### 3.2 Ham protein oranı

Yonca genotiplerinin ham protein oranları arasında istatistiki olarak Antalya lokasyonunda % 5, Samsun lokasyonunda ise % 1 düzeyinde farklılık belirlenmiştir (Çizelge 2). Her iki lokasyonda da Aday çeşit ile birlikte Fortuna ve Nimet çeşitleri diğer yonca çeşitlerinden daha yüksek ham protein oranına sahip oldukları tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Yonca hayvanlar için en ucuz ham protein kaynağıdır ve bitkinin protein içeriği gelişme dönemi ile doğrudan ilişkilidir (Radović ve ark. 2009). Farklı yonca çeşitleri ile farklı ekolojilerde yapılan çalışmalarda ham protein oranını; Albayrak ve Yavuz (2020) % 21.79-18.22, Albayrak ve Öten (2020) % 21.25-19.92, Kavut ve Avcıoğlu (2015) % 19.83-20.11, Kertikova ve ark., (2014) % 17.28-24.36, Aioanei ve Pop (2013) % 16.02-17.01, Çınar (2012) % 20.60, Dale ve ark., (2012) % 27.7, Muntianu ve ark., (2012) % 15.47, Vintu ve ark., (2012) % 21.17, Rimi ve ark., (2012) % 18.50, Monirifar (2011) % 21.31 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmamızda elde edilen ortalama ham protein oranları bazı araştırmacıların bildirdikleri sonuçlardan yüksek, bazılarınınkinden ise düşük olmuştur. Söz konusu farklılıkların ekolojik koşulların ve kullanılan materyal farklılıklarından kaynaklanabileceği söylenebilir (Albayrak ve ark., 2018).

### 3.3 ADF oranı

Yonca genotiplerinin ADF oranları arasında istatistiki olarak Antalya lokasyonunda % 1, Samsun lokasyonunda ise % 5 düzeyinde farklılık belirlenmiştir (Çizelge 2). Her iki lokasyonda da Aday çeşit ile birlikte Fortuna ve Nimet çeşitlerinin diğer çeşitlerden daha düşük ADF oranlarına sahip oldukları görülmüştür (Çizelge 3). Farklı yonca çeşitleri ile farklı ekolojilerde yapılan çalışmalarda ADF oranını; Aioanei ve Pop (2013) % 30.56-34.78, Dale ve ark. (2012) % 31.89, Muntianu ve ark., (2012) % 32.26, Rimi ve ark., (2012) % 37.50, Homolka ve ark., (2008) % 31.81, Holland ve Clive (2008) % 28.00 olarak belirlemişlerdir. Araştırma bulgularımız yukarıda belirtilen araştırmacıların sonuçlarıyla genel olarak benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte yoncada kullanılan çeşit ve ekolojik faktörler ile birlikte hasat zamanındaki değişimlerinde otun ADF oranının değişmesinde en etkili faktör olduğu da belirtilmektedir (Rimi ve ark., 2012).

### 3.4 NDF oranı

Yonca genotipleri arasında NDF oranları bakımından her iki lokasyonda da istatistiki olarak farklılık bulunmamıştır (Çizelge 2). Bununla birlikte yonca genotiplerinin NDF oranları % 43.35-39.17 aralığında değişim göstermiştir (Çizelge 3). Yoncada NDF oranını; Albayrak ve Yavuz (2020) % 43.22-39.81, Albayrak ve Öten (2020) % 40.88-38.24, Muntianu ve ark., (2012) % 40.21, Rimi ve ark., (2012) % 43.70, Homoka ve ark., (2008) % 41.12, Holland ve Clive (2008) % 37.00, Markoviç ve ark., (2007) % 43.59, Yu ve ark., (2003) % 46.90 olarak belirlemişlerdir. Araştırmamızda elde edilen ortalama NDF oranları bazı araştırmacıların bildirdikleri sonuçlardan yüksek, bazılarınınkinden ise düşük olmuştur. Söz konusu farklılıkların ekolojik koşulların ve kullanılan materyal farklılıklarından kaynaklanabileceği söylenebilir.

### 3.5 ADL oranı

Yonca genotiplerinin ADL oranları arasında istatistiki olarak Antalya lokasyonunda % 5, Samsun lokasyonunda ise % 1 düzeyinde farklılık belirlenmiştir (Çizelge 2). Her iki lokasyonda da Aday çeşit ile birlikte Fortuna ve Nimet çeşitlerinin diğer çeşitlerden daha düşük ADL oranlarına sahip oldukları görülmüştür (Çizelge 3). Lignin bitkilerin kuvvetli olmasını sağlayan ve bitki vasküler sisteminin sızıntı olmaksızın bitki suyunu nakletmesini etkileyen selülozik yapı olarak bilinmektedir (Webb ve ark., 1996). Lignin, yoncada olgunlaşmaya bağlı olarak artmaktadır. Lignin ruminantlar da ne sindirim enzimleri ile ne de mikrobiyal enzimler ile sindirilemediği için yemlerin sindirilme derecelerini ve yemden yararlanmayı azaltmaktadır (Naser ve ark., 2011; Undersander ve ark., 2009). Ayrıca lignin; selüloz ve hemiselüloz gibi polisakkaritlerin sindiriminde olumsuz etkilemek suretiyle yemden yararlanmayı azaltmaktadır (Sridhar ve Senani, 2011). Yonca otunun sindirilebilirliğini azaltan en önemli bileşik lignindir (Webb ve ark., 1996). Lignin oranının % 6.5-8.4 aralığından yüksek olması yonca otunun kalitesini doğrudan etkilediği ve yetiştirme döneminde yüksek sıcaklıklar bitkide lignin oranının artmasına neden olduğu bildirilmektedir (Shewmaker ve ark., 2009). Yoncada lignin oranının belirlenmesi için yapılan çalışmalarda; Malushi ve ark., (2017) % 7.4, Sulc ve ark., (2017) % 4.0-5.0, Boziskoviç ve ark., (2014) % 6.21, Kertikova ve ark. (2014) % 4.62-7.32, Yari ve ark., (2014) % 7.1-7.8 oranlarında lignin içerikleri belirlenmiştir. Araştırma bulgularımız yonca genotiplerinin ADL oranlarının makul sınırlar içerisinde olduğunu göstermektedir.

### 3.6 Nispi yem değeri

Yonca genotiplerinin NYD oranları arasında istatistiki olarak Antalya lokasyonunda % 1, Samsun lokasyonunda ise % 5 düzeyinde farklılık belirlenmiştir (Çizelge 2). Antalya lokasyonunda çeşitlerini NYD oranları % 145-158, Samsun lokasyonunda ise % 136-151 aralığında değişim göstermiştir (Çizelge 3).

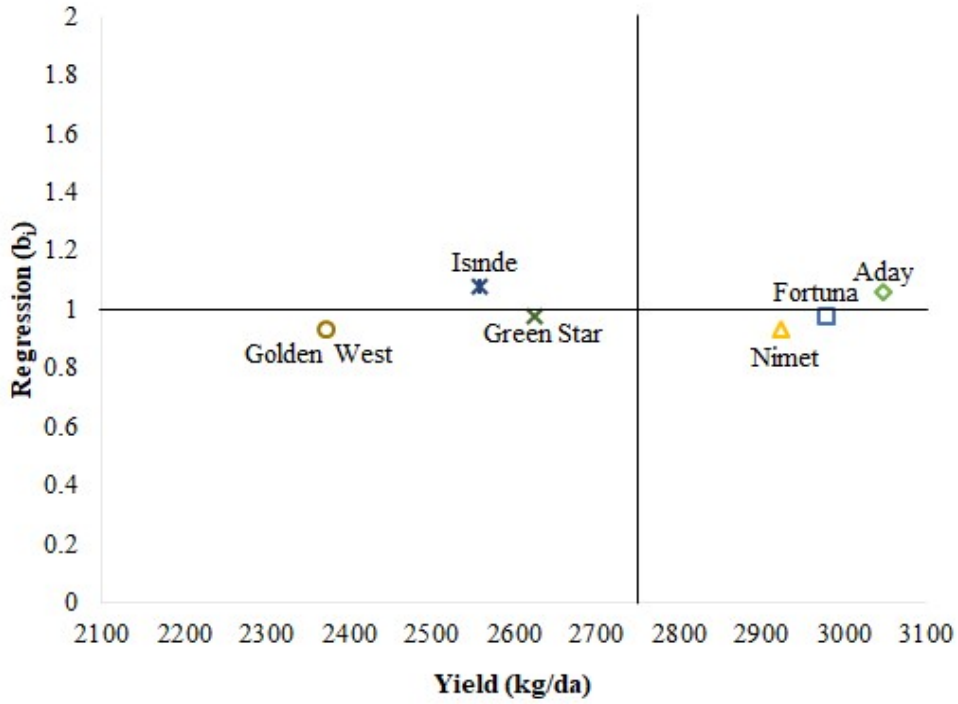
Kaliteli yonca otunda NYD 120-190 aralığındadır (Putman, 2010). Yonca otunun NYD 180'den büyük ise en üstün, 150-180 aralığında üstün, 125-150 aralığında iyi, 100-120 aralığında orta ve 100'den az ise düşük kaliteli sınıfa girdiği belirtilmiştir (Albayrak ve Öten, 2020). Araştırmamızda yer alan yonca genotipleri en üstün ve üstün gurupta yer almışlardır.

### 3.7 Stabilite analizi

Stabilite analizinde; ortalama verim ( $X_{ort}$ ) tüm çeşitlerin ortalamasında yüksek olan, Regrasyon katsayısı (b) 1'e yakın, regrasyon sabitesi (a) pozitif, belirtme katsayısı ( $r^2$ ) yüksek, varyasyon katsayısı ve regrasyondan sapma ( $S^2d$ ) değeri düşük olan çeşitler stabil olarak kabul edilir (Albayrak ve ark., 2005). Buna göre; Aday yonca çeşidi; en yüksek ortama kuru ot verimine sahip olup, b değeri (1.06), a değeri (116.32) pozitif,  $r^2$  yüksek VK ve  $s^2d$  değeri düşük olmasından dolayı diğer çeşitlere göre daha stabil olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4. Şekil 1).

Çizelge 4. Yonca çeşitlerinin toplam kuru ot verimi için stabilite parametrelerine ilişkin değerler  
Table 4. Values related to stability parameters of alfalfa cultivars for total dry matter yield

Çeşitler	$X_{ort}$	b	a	$r^2$	CV	$S^2d$
<b>Aday</b>	3048	1.06	116.32	0.99	1.02	966
<b>Fortuna</b>	2979	0.98	277.54	0.98	2.84	7170
<b>Nimet</b>	2923	0.93	353.76	0.97	3.36	9631
<b>Green star</b>	2625	0.98	-66.57	0.99	1.75	2632
<b>Isinde</b>	2559	1.08	-419.07	0.99	0.28	54.04
<b>Golden West</b>	2372	0.93	-200.14	0.99	0.54	164



Şekil 1. Kuru ot verimi ve regresyon katsayısına göre yonca çeşitlerinin stabilite durumları.  
Figure 1. Stability statues of alfalfa cultivars according to dry matter yield and regression coefficient.

#### 4. Sonuç

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, Aday çeşit, Fortuna ve Nimet çeşitleri ile birlikte hem Antalya hem de Samsun lokasyonunda en yüksek kuru ot verimine sahip olmuşlardır. Benzer şekilde aynı çeşitler ham protein oranı bakımından da diğer çeşitlerden üstünlük göstermişlerdir. Yonca otunun sindirilebilirliğinin ölçüsü olan ADF, NDF ve ADL içerikleri bakımından her iki lokasyonda da Golden West çeşidi diğer çeşitlerden daha yüksek değere sahip olmuştur. Araştırmamızda yer alan tüm çeşitler nispi yem değeri bakımından en üstün ve üstün grupta yer almışlardır. Stabilite analizi sonuçlarına göre Aday çeşidin diğer çeşitlerden kuru ot verimi bakımından daha stabil olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak; yaklaşık 10-12 yıllık bir ıslah programının sonucu olarak geliştirilmiş ve non-dormant özelliğe sahip yoncunun 2021 yılı içerisinde “T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Müdürlüğü’ne tescil için başvuru yapılmasına karar verilmiştir.

#### Kaynaklar

- Aioanei, N.M., Pop, I.M. 2013. Research on chemical composition of alfalfa hay obtained in different production systems (Conventional and Organic). University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine. 60: 60-64.
- Albayrak, S., Öten, M. 2020. Döl kontrolü parsellerindeki yonca (*Medicago sativa* L.) genotiplerinin verim ve kalite özellikleri ile genel kombinasyon yeteneklerinin belirlenmesi. Anadolu Tarım Bilim. Dergisi. 20(3): 353-360.
- Albayrak, S., Yavuz, T. 2020. Yield and quality characteristics of alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars. Turkish Journal of Range and Forage Science (TJRFS), 2020, 1(1): 1 – 6
- Albayrak, S., Türk, M., Sevimay, C.S., Öten, M., 2018. Türkiye'nin iç ve sahil bölgelerine uygun yerli yonca ıslahı. TUBİTAK Proje No: 214O066 Sonuç raporu.
- Albayrak, S., Öten, M., Türk, M., Alagöz, M. 2018. An investigation on improved source population for the alfalfa (*Medicago sativa* L.) breeding. Legume Research. 41(6): 828-832.
- Albayrak, S., Türk, M., 2013. Changes in the forage yield and quality of legume-grass mixtures throughout the vegetation period. Turk J. Agriculture and Forestry. 17(2): 139-147.
- Albayrak, S., Töngel, M.Ö., Güler, M. 2005. Orta Karadeniz bölgesinde çeşit adayı fiğ (*Vicia sativa* L.)'lerin verim öğelerinin belirlenmesi ve stabilite analizi. Omu. Ziraat Fakültesi Dergisi. 20(1): 50-55.
- Altınok, S., Karakaya, A., 2002. Forage yield of different alfalfa cultivars under Ankara conditions., Tr.J. of Agric. For., (26) s: 11-16.
- Anonim, 2021. www. ankom.com.

- Avcı, M., Çınar, S., Yücel, C., İnal, İ. 2010. Evaluation of some selected alfalfa (*Medicago sativa* L.) lines for herbage yield and forage quality. Journal of Food, Agriculture & Environment Vol.8 (3&4) : 545-549.
- Boziskoviç, A.D., Grubiç, G.A., Dordeviç, N.Z., Stojanoviç, B. D. 2014. Changes in alfalfa cell wall structure during vegetation. Journal of Agricultural Sciences. 59(3): 275-286.
- Brummer, E.C., Shah, M.M., Luth, D. 2000. Reexamining the relationship between fall dormancy and winter hardiness in alfalfa. Crop Sci., 40: 971-978.
- Cavero, J., Faci, J.M., Medina, E.T., Martínez-Cob, A. 2017. Alfalfa forage production under solid-set sprinkler irrigation in a semiarid climate, Agricultural Water Management , 191: 184–192.
- Chen, J.S., Zhu, R.F., Zhang, Y.X., Cao, G., Di, G.L. 2014. Yields of alfalfa varieties with different fall dormancy levels in northeast China. Pak. J. Bot., 46(1): 167-172.
- Çınar, S., Hatiboğlu, R., Gündel, F.D., Aktaş, A., Kılıçalp, N. 2014. Akdeniz iklim kuşağında bazı çok yıllık sıcak mevsim buğdaygil yem bitkilerinin yonca ile karışımlarının performanslarının belirlenmesi, TÜBİTAK Proje No: 110O695 Sonuç raporu.
- Çınar, S. 2012. Çukurova taban koşullarında bazı çokyillik sıcak mevsim buğdaygil yem bitkilerinin yonca (*Medicago sativa* L.) ile uygun karışımlarının belirlenmesi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora tezi), 151s, Adana.
- Cevheri, A.C. 1998. Investigations on the yield and other yield characteristics of 11 different alfalfa varieties under Bornova conditions. MSc Thesis. Ege University, Institute of Science, İzmir.
- Dale, L.M., I. Rotar., A. Thewıs., R.Vıdican., V. Florian., A. Ciure. 2012. Determination of alfalfa crude fiber, NDF, ADF and lignin content by NIR spectrometry. Agronomie. 5: 245-249.
- Dhont, C., Castonguay, Y., Nadeau, P., Belanger, G., Chalifour, F.P. 2002. Alfalfa root carbohydrates and regrowth potential in response to fall harvests. Crop Sci., 42: 754-765.
- Djaman, K., O'Neill, M.K., Koudahe, K. 2020. Evaluation of different fall dormancy rating alfalfa cultivars for forage yield in a semiarid environment. Agronomy. 10(1): <https://doi.org/10.3390/agronomy10010146>
- Fairey, D.T., Lefkovitch, L.P., Fairey, N.A. 1996. The relationship between fall dormancy and germplasm source in North American alfalfa cultivars. Can. J. Plant Sci., 76:429-432.
- Garcia, R., Adelaido, R., Nicolas, T.S. Santiago, J.C. 2017. Yield components of alfalfa (*Medicago sativa* L.) varieties. Agrociencia. 57(7): 697-708.
- Gülcan, H., Anlarsal, A. E. 1992, GAP Bölgesinde sulu koşullarında yetişebilecek yonca çeşitlerinin saptanması üzerinde araştırmalar, Ç.Ü.Z.F. Genel Yay. No:32, GAP Yay. No: 61, Adana.
- Gülümser, A., Bozoğlu, H., Pekşen, E., 2006. Araştırma ve Deneme Metotları. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı no: 48. (2. Baskı).
- Haagenson, D.M., Cunningham, S.M., Joern, B.C., Volenec, J.J. 2003. Autumn defoliation effects on alfalfa winter survival, root physiology, and gene expression. CropSci., 43: 1340-1348.
- Holland, T., Clive Wes, K. 2008 -Alfalfa Hay Management, Western Beef Resource Committee, Library Range and Pasture Section (pp.580-1 - 580-4). The CSU Beef Group.
- Homolka, P., V. Koukolova., Z. Nemeç., Z. Mudrik., B. Hucko., J. Sales. 2008. Amino acid contents and intestinal digestibility of lucerne in ruminants as influenced by growth stage. Czech Journal of Animal Science. 499–505.
- Jafarian, S., Chaichi, M.R., Ghahderijani, M.M.2015. Effects of surfactant and limited irrigation on forage yield and quality of alfalfa (*Medicago sativa* L.), Australian J. of Crop Science, 10(1):76-80.
- Kacar, B., İnal, A., 2008. Bitki Analizleri. Nobel yayınları. No: 1241, Ankara, 892 s.
- Kavut, Y.T., Avcioglu, R. 2015. Yield and quality performances of various alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars in different soil textures in a mediterranean environment, Turkish Journal of Field Crops, 20(1): 65-71.
- Kertikova, D., Naydenova, Y., Yankov, D. 2014. Evaluation of the productivity and quality of elite alfalfa clones. Agrarni Nauki. 6 (16): 25-31.
- Kır, H. 2010. Tokat-Kazova şartlarında bazı yonca çeşitlerinin performanslarının belirlenmesi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans tezi), 44s, Tokat.
- Li, Y., Su, D. 2017. Alfalfa water use and yield under different sprinkler irrigation regimes in north arid Regions of China. Sustainability 2017, 9: 1380, 1-1.
- Malinowski, D.P., Pinchak, W.E., Kramp, B.A., Zuo, H., Butler, T.J. 2007. Supplemental irrigation and fall dormancy effects on alfalfa productivity in a semiarid, subtropical climate with a bimodal precipitation pattern. Agron. J., 99:621-629.
- Malushi, N., Papa, L., Maia, M., Oliveira, H., 2017. Determination of chemical content and dry matter digestibility of some under-utilized feeds in ruminants feeding through two in vitro methods. Scientific Papers. Series D. Animal Science. Vol. LX: 91-96.
- Markoviç, J., Radoviç, J., Lugiç, Z., Sokoloviç, D. 2007 - The effect of development stage on chemical composition of alfalfa leaf and stem, Biotechnology in Animal Husbandry, 23 (5-6), 383 -388.

- Min, D., 2016. Effects of cutting interval between harvests on dry matter yield and nutritive value in alfalfa. *American Journal of Plant Sciences*. 7: 1226-1231.
- Monirifar, H. 2011. Path analysis of yield and quality traits in alfalfa. *Not Bot Horti Agrobo*, 39(2):190-195.
- Muntianu, I.C., Vintu, V., Samuil, C., Albu, A., Stavarache, M., Ciobanu, C. 2012. The chemical composition of the forage from a cultivated meadow of alfalfa and orchard grass. *Lucrări Științifice - Seria Zootehnie*, 58: 35-40.
- Naser M., Bayaz A., Ramin S., Alireza A., Abolfazı A., Mehdi M., 2011. Determining nutritive value of soybean straw for ruminants using nylon bags technique. *Pak. J. Nutr.*, 10, 838-841.
- Putman, D., 2010. Changing forage quality testing for alfalfa hay markets, California Alfalfa & Forage Symposium, Visalia, CA, Nov. 30-Dec 2, 2010, USA.
- Radoviç, J., Sokoloviç, D., Markoviç, J., 2009. Alfalfa-most important perennial forage legume in animal husbandry. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 25: 465-475.
- Rimi, F., Macolino, S., Leinauer, B., Lauriault, L.M., Ziliotto, U., 2012. Fall dormancy and harvest stage effects on alfalfa nutritive value in a subtropical climate. *Agron. J.* 104: 415-422.
- Russelle, M.P., Lamb, J.F.S., Turyk, N.B., Shaw, B.H., Pearson, B. 2007. Managing nitrogen contaminated soils. *Agron. J.* 99: 738-746.
- Sabancı, C.O., Ertuş, M., Çelebi, S.Z. 2013. Collection, conservation and evaluation for forage yield of alfalfa landraces grown in East Anatolia. *Turkish Journal of Field Crops*, 18(1), 46-51.
- SAS Institute. 1998. *INC SAS/STAT users' guide release 7.0*, Cary, NC, USA.
- Sridhar M., Senani S., 2011. Lignin in lignocellulosics - a boon or a bane for ruminants. *Everyman's Science*, 66, 227-232.
- Shewmaker, G.E., Chahine, M., Wilson, R., 2009. Parameters for good quality alfalfa hay. *Idaho Alfalfa Forage and Forage Conference*, 3-4 February, 6-10. USA.
- Sulc, R.M., Parker, A., Albrecht, K., Cassida, K., Hall, M., Min, D., Orloff, S., Xu, X., Undersander, D. 2017. Agronomic and nutritional attributes of reduced lignin alfalfa, *Tri-State Nutrition Conference*. April 17-19; 79-87.
- Töngel, M.Ö., Ayan, İ. 2010. Nutritional content and yield performances of lucerne (*Medicago sativa* L.) cultivars in Southern Black Sea Shores, *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 9: 2067-2073.
- Tucak, M., Popoviç, S., Çupiç, T., Krizmaniç, G., Őimiç, B., Megliç, V. 2014. Agromorphological and forage quality traits of selected alfalfa populations and their application in breeding, *Turkish Journal of Field Crops*, 19(1): 79-83.
- Undersander, D., McCaslin, M., Sheaffer, C. Whalen, D., Miller, D., Putnam, D., Orloff, S. 2009. Low lignin alfalfa: redefining the yield/quality tradeoff. *Western Alfalfa & Forage Conference*, December 2-4, 2009, Reno, Nevada.
- Vintu, V., Stavarache, M., Samuil, C., Muntean, I. 2012. Chemical composition dynamics of alfalfa (*Medicago sativa* L.) at different plant growth stages. *EGF 2012, Grassland Science in Europe*, 17, 394-396.
- Webb, D. H., Nutter, F. W., Jr., Buxton, D. R. 1996. Effect of acid detergent lignin concentration in alfalfa leaves on three components of resistance to alfalfa rust. *Plant Dis.* 80: 1184-1188.
- Yari, M., Valizadeh, R., Naserian, A.A., Jonker, A., Azarfar, A., Yu, P. 2014. Effects of including alfalfa hay cut in the afternoon or morning at three stages of maturity in high concentrations on dairy cows performance, diet digestibility and feeding behavior. *Animal Feed Science and Technology* 192 (2014) 62-72.
- Yu, P., Christensen, D. A., Mckinnon, J. J., Markert, J. D. 2003. Effect of variety and maturity stage on chemical composition, carbohydrate and protein subfractions, in vitro rumen degradability and crude energies of timothy and alfalfa. *Canadian Journal of Animal Science*, 279-290.





**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.883999

## Van Havzası İçerisinde Yer Alan Mera Arazilerinde SMAF Modeli Kullanılarak Toprak Kalitesinin Değerlendirilmesi

● Sena Pacci<sup>a</sup>, ● Nursaç Serda Kaya<sup>a</sup>, ● Orhan Dengiz<sup>a</sup>, ● İnci Demirağ Turan<sup>b\*</sup>

<sup>a</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Bölümü, Samsun, Türkiye

<sup>b</sup>Samsun Üniversitesi, İktisadi İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Samsun, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: dmrginci@gmail.com

Geliş/Received 21/02/2021

Kabul/Accepted 24/05/2021

### ÖZET

Toprağın karasal ekosistem için çok önemli olan üretkenlik fonksiyonunu sürdürülebilir bir şekilde yerine getirebilmesi, kalitesinin doğru anlaşılması ve izlenmesi ile mümkündür. Bu çalışmanın amacı, yarı kurak karasal ekosisteme sahip olan ve Van havzası içerisinde yer alan mera arazilerinde dağılım gösteren toprakların SMAF modeli kullanılarak fiziksel, kimyasal ve biyolojik kalite indeks değerleri ile toplam toprak kalite özelliklerini belirlemektir. Bu amaçla, 6024 ha büyüklüğündeki araştırma alanını temsil eden 150 adet yüzey (0-30 cm) toprak örnekleme yapılmıştır. SMAF modeli toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik indikatörleri kapsamında; yarayışlı su içeriği, su dolu gözenek hacmi, hacim ağırlığı, agregat stabilitesi, toprak organik karbon içeriği, toprak pH'sı, elektriksel iletkenlik, sodyum adsorpsiyon oranı, bitkiye yarayışlı fosfor ve potasyum, potansiyel mineralize olabilir azot, mikrobiyal biyokütle karbonu ve beta-Glukosidaz enzim aktivitesi indikatörleri olmak üzere toplam 13 indikatör içermektedir. Bu çalışma kapsamında potansiyel mineralize olabilir azot ve beta-Glukosidaz enzim aktivitesi dışında on bir adet indikatör kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre mera topraklarının kimyasal kalite indeksinin düşük sınıfta, biyolojik kalite indeksinin ise yüksek sınıfta olduğu belirlenmiştir. Fiziksel toprak kalite ve toplam kalite indeks değerlerinin ise orta düzeyde oldukları belirlenmiştir. Özellikle biyolojik kalite indeksi olmak üzere; tüm kalite sınıfları, alan içerisindeki dağılımları bakımından yüksek değişkenlik göstermektedir. Çalışma alanının orta kesimlerinin tüm kalite sınıfları için düşük düzeyde olduğu belirlenmiş olup, bu durumun özellikle eğimin fazla ve erozyonun yüksek olmasından kaynaklandığı belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler:

Toprak kalitesi  
Mera toprakları  
SMAF  
Van Havzası

### Soil Quality Assessment using SMAF Model in Pasture Land located in Van Basin

#### ABSTRACT

It is possible that the soil can sustainably perform the productivity function, which is very important for the terrestrial ecosystem, with the correct understanding and monitoring of its quality. The purpose of this study is to determine the distribution of physical, chemical, biological and total soil quality indexes or pasture soils located in Van Basin which has semi-arid terrestrial ecosystems. For this purpose, 150 soil samples were collected from surface soil (0-30 cm) in the study area which covers about 6024 ha. SMAF models includes 13 indicators such as aggregate stability, available water content, water-filled pore volume, total organic carbon, pH, electrical conductivity, the sodium adsorption ratio (SAR), microbial biomass carbon, available phosphorus, beta-Glukosidaz enzyme activity, potential mineralizable nitrogen and available potassium as physical, chemical and biological indicators. In this present study, 11 indicators were used in SMAF model except for beta-Glukosidaz enzyme activity, potential mineralizable nitrogen. According to obtained results, it is determined that while the chemical quality index of the meadow soils was in the low class, biological quality of them was found in high quality class. Apart from that, physical and total soil quality indexes were found as moderate quality class. Additionally, the distribution of biological soil quality index shows higher variation in the research area when it is compared with the other quality indexes. It is determined that the middle parts

Keywords:

Soil Quality  
Pasture soil  
SMAF  
Van Basin

© OMU ANAJAS 2021

of the research area is in a low class for all quality indexes and the reason of this situation is that the highness of slope and soil erosion.

## 1. Giriş

Toprak; insanlara, birçok bitki ve hayvana yaşam alanı sunan biyosferin bir parçası, gezegenimizin yaşayan, nefes alan, önemli ve yenilenemeyen doğal kaynaklarından (Doran ve Zeiss, 2000). Giderek artan dünya nüfusu, birim alandan maksimum verimliliği elde etmeyi acil bir gereklilik haline getirdiğinden küresel bir gıda güvenliği sorununa yol açmaktadır (Doran, 2002). Gelişmekte olan ülkelerde hızlı bir ekonomik kalkınmanın sağlanmasına yönelik arazilerin yoğun bir şekilde kullanımı toprakların sürdürülebilirliği konusunda ciddi kısıtlamalara neden olmuş ve toprak kalitesinde büyük bozulmalara yol açmıştır (Arshad ve Martin, 2002). Ayrıca arazilerin yoğun kullanımı; çevre ve gıda güvenliği, tarımsal verimlilik ve yaşam kalitesi üzerinde yarattığı olumsuz etkileri ile küresel bir sorun haline gelmiştir. Tarım arazilerinin miktarının artırılması, gıda talebini karşılamaya yönelik bir çözüm olarak görünebilir, ancak hem gıda talebini karşılamak hem de toprakların sürdürülebilir kullanımının devamlılığını sağlamak için ekilebilir arazi miktarını arttırmaktan ziyade, toprak kalitesini iyileştirmeye odaklanmak çok daha önem arz etmektedir (Rasheed ve ark., 1996; Yemefack ve ark., 2006).

Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA), toprak kalitesini doğal ve işleyen bir ekosistem içerisindeki bir toprağın; bitkisel ve hayvansal üretimini sürdürebilme, su ve hava kalitesini arttırabilme ve insan sağlığı için en uygun yaşam ortamını oluşturma kriterlerinin tamamını sağlayabilme kapasitesi olarak tanımlamıştır (Johnson ve ark., 1997). Bu kapasite toprağın kendi doğasında var olan karakteristik bir özellik olup (Karlen ve ark., 1998); toprak kalite parametrelerinden olan fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklere bağlı olarak topraktan toprağa farklılık göstermektedir (Obade ve Lal, 2016).

Toprak kalitesi, toprağın özellikleri ve dinamik değişkenlikleri ile belirlenmektedir. Bu değişiklikler agroklimatik faktörler, hidrojeoloji ve üretim tekniklerinin bir sonucu olarak meydana gelmektedir. Toprak derinliği, su tutma kapasitesi, hacim ağırlığı, alınabilir besin maddesi miktarı, organik madde miktarı, mikrobiyal kütle, karbon ve azot içeriği, tekstür ve infiltrasyon hızı gibi toprak kalitesini etkileyen birçok faktör vardır. Toprağın dinamik özelliklerinden olan organik madde ve mikrobiyal faaliyetler; tarımsal faaliyetler, arazi kullanım değişiklikleri (Carter, 2002) ve bu arazi kullanım değişikliklerinin toprak işlevi üzerinde yapacağı herhangi olumsuz bir etkiye karşı oldukça duyarlıdır (Emadi ve ark., 2009). Buna ek olarak, toprak özellikleri birbirleriyle ilişkilidir ancak farklı tarım uygulamaları toprak kalitesi ve verimliliğine etki ederek toprakların birbirinden farklı tepki vermesine neden olabilir. Bu da farklı yönetim faaliyetleri altındaki toprakların yorumlanmasında karışıklığa neden olabilmektedir (Raiesi, 2017).

Sürdürülebilir bir tarım için toprak kalite parametrelerinin belirlenmesi büyük bir önem arz etmektedir. Ülkemizde toprak kalitesinin belirlenmesine yönelik birçok çalışma yapılmıştır (Karaca ve ark., 2021; Dengiz ve ark., 2020; Everest ve ark., 2020; Gülnar ve Barik, 2019; Özdemir ve Atalay, 2019; Demirağ Turan ve ark., 2018a; Türkmen ve ark., 2013; Özbek, 2004; Bayramin, 2003; Dengiz ve Sarıoğlu, 2013). Nitekim Demirağ Turan ve ark., (2018b) 371 farklı noktadan 0-20 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre Trabzon ili tarım arazilerinin toprak kalite sınıfları belirlenmiş vetoplam tarım alanlarının %49.2'si düşük ve çok düşük düzeyde toprak kalitesine sahipken, % 50.8'inin orta ve yüksek toprak kalitesine sahip olduğunu bildirmiştir.

Toprak kalitesine etki eden değişik seviyelerde birçok parametre olmasına rağmen bu parametrelerin tümünün arazi kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılması neredeyse imkansızdır. Bunun için arazi kalitesinin belirlenmesine yönelik en uygun parametrelerin seçilmesi işlemi büyük bir titizlik gerektirmektedir (Negiş ve Şeker, 2019). Son 20 yıllık süre içerisinde, arazi kalite skorlarının belirlenmesi amacıyla; arazi kullanım kabiliyet sınıfları (Klingebiel ve Montgomery, 1961), arazi kalitesi indeks metodu (Doran ve Parkin, 1994; Doran ve Jones, 1996), dinamik çok değişkenli arazi kalitesi metodu (Larson ve Pierce, 1994), arazi kalite kartları ve test kitleri (Ditzler ve Tugel, 2002), SMAF (Soil Management Assessment Framework-Toprak Amenajmanı Değerlendirme Çerçevesi) (Andrews ve ark., 2004) ve CSHA (Cornell Soil Health Assessment-Cornell Toprak Sağlığı Değerlendirmesi) (Gugino ve ark., 2009) metodları geliştirilmiştir. Bunlardan SMAF, ABD'de geliştirilmiş ve gerek o bölgede gerekse de dünyanın başka yerlerinde arazi kullanımları ve tarım uygulamaları tarafından tetiklenen toprak kalitesi-toprak sağlığındaki değişiklikleri değerlendirmek ve ölçmek için bir araç olarak kullanılmıştır. Toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik indikatörlerini kullanan SMAF; indikatör seçimi, indikatörlerin skorlanması ve indikatörlerin bir indeks içerisinde birleştirilmesi aşamalarından oluşmaktadır.

Meralar, dünya üzerindeki tüm tarım arazilerinin %67'sini oluşturmaktadır. Sığır üretimi, küresel gıda sisteminin önemli bir bileşeni olarak öne çıkmaktadır. Aşırı otlama, toprak bozulmasına ve su kalitesinin düşmesine neden olmakta ve bu da uzun vadedeki sığır üretiminin sürdürülebilirliğini bozabilmektedir (Chaubey ve ark., 2010; Lal, 2015). Özellikle, yoğun otlama faaliyetleri toprak yapısına zarar vererek (Çetiner ve ark., 2012; Pulido ve ark., 2018; Vasques ve ark., 2019) toprak erozyonuna ve yüzey akışına sebep olarak (Pilon ve ark., 2017) su

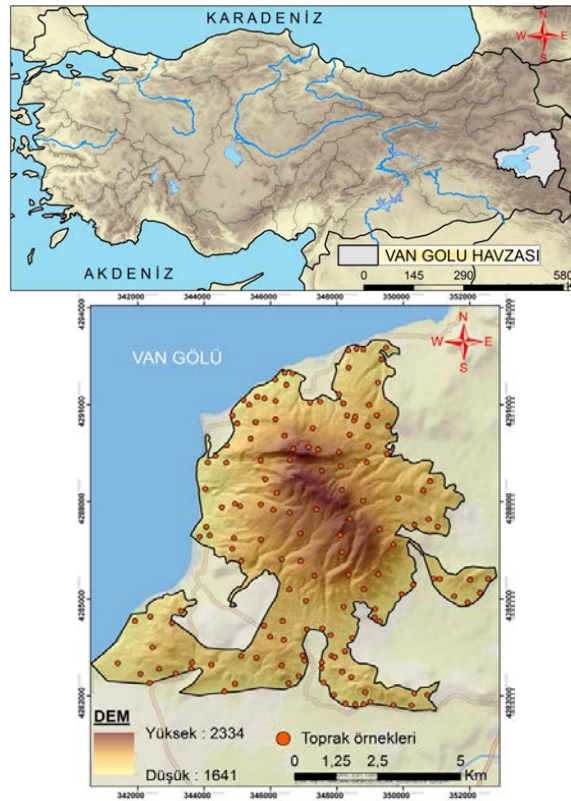
kaynaklarının kirlenmesine yol açmaktadır. Yoğun otlatma faaliyetlerinin tersine sürdürülebilir bir mera yönetimini esas alan otlatma uygulamaları ile, aşırı otlatmanın toprak ve su kalitesi üzerindeki olumsuz etkileri azaltılabilir (Machmuller ve ark., 2015). Örneğin rotasyonel otlatma, sürekli otlatılmış alanlara kıyasla daha fazla bitki örtüsünün geri kazanımına izin vererek (Bilotta ve ark., 2007); toprak yapısının iyileştirilmesine, suyun iyi infiltre edilmesine ve besin döngüsüne olumlu yönde katkıda bulunmaktadır (Proffitt ve ark., 1995; Drewry, 2006; Byrnes ve ark., 2018). Andrews ve ark., (2004) tarafından geliştirilen SMAF, uzun vadeli otlatma yönetimi uygulamalarının toprak kalitesi üzerindeki etkilerini araştırmak ve toprak kalitesi ile su kalitesi arasındaki bağlantıları değerlendirmek için de kullanılmaktadır. Amorim ve ark., (2020) uzun vadede (15 yıllık) mera alanlarını korumaya yönelik yönetim uygulamalarında toprak kalite indeks değerlerini SMAF modeli kullanarak değerlendirmiş ve arazi kalite indeksleri arasındaki farklılıkların çoğunlukla pH, elektriksel iletkenlik, fosfor ve potasyum konsantrasyonlarındaki değişikliklerden kaynaklandığı belirtilmiştir. Araştırma sonucu kullanılan modellerin, sırasıyla fosfor ve toplam organik karbon akış yüklerindeki değişimin %34 ve %28'inin SMAF yöntemi ile açıklanabildiği ve SMAF yöntemi kullanılarak uzun vadeli mera yönetimi uygulamalarının arazi kalitesi üzerindeki etkilerine ve potansiyel faydalarına yönelik projeksiyonlar geliştirilebileceği belirtilmiştir.

Bu çalışmanın amacı, yarı kurak karasal ekosisteme sahip olan ve Van havzası içerisinde yer alan mera arazilerinde dağılım gösteren toprakların SMAF modeli kullanılarak fiziksel, kimyasal ve biyolojik kalite indeks değerleri ile toplam toprak kalite özelliklerini belirlemektir.

## 2. Materyal ve Yöntem

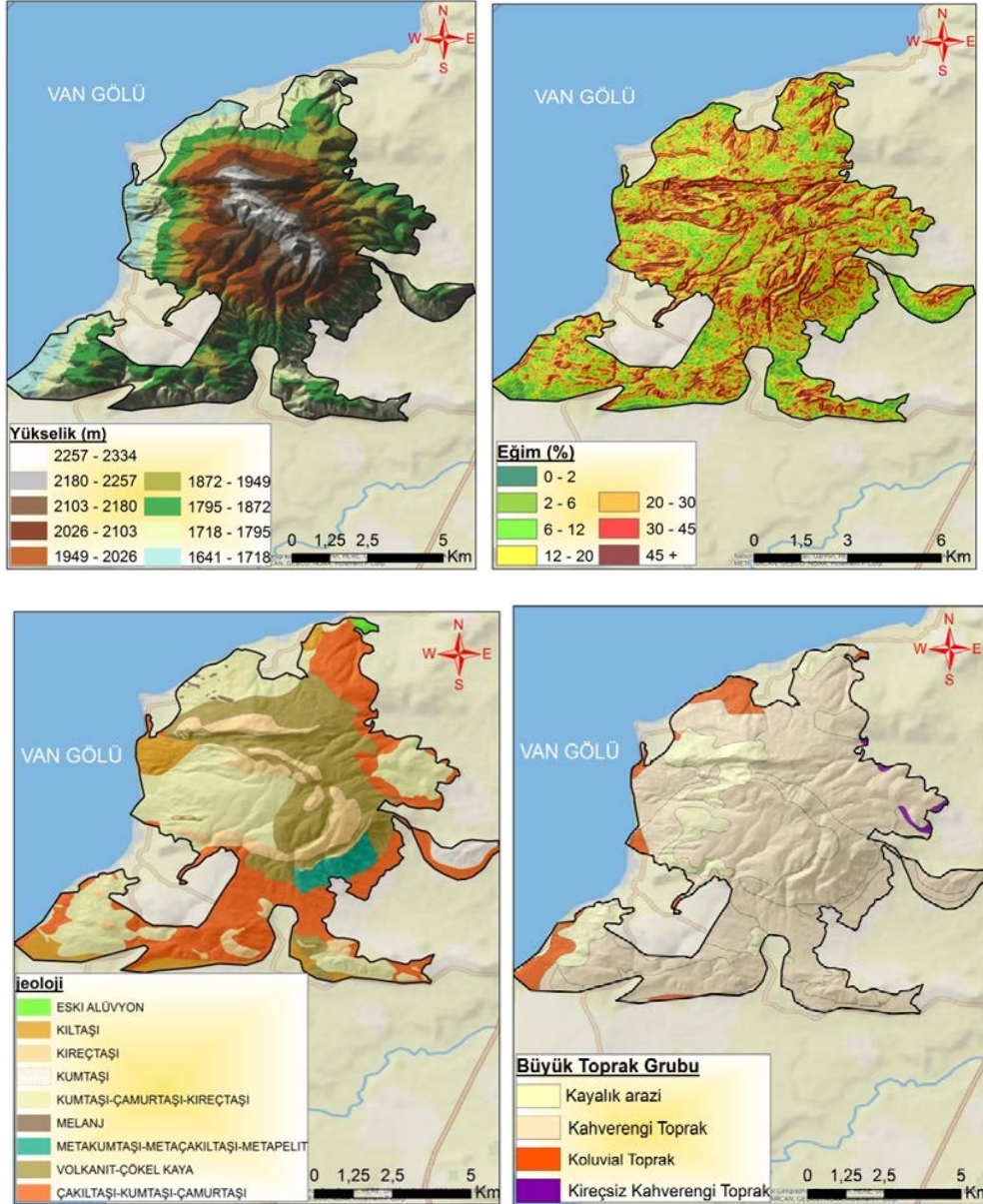
### 2.1. Araştırma alanı genel özellikleri

Çalışma alanı Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesinde yer alan Van Gölü havzası içerisinde ve Türkiye'nin en büyük gölü olan Van gölünün doğu kıyısında bulunmaktadır (Şekil 1). Araştırma sahası 4282000-4292000K ve 340000-354000D (WGS-84, UTM-m, 38 Zone) koordinatları arasındadır.



Şekil 1. Çalışma alanı lokasyon ve toprak örnekleri haritası  
Figure 1. Study area location and soil samples map

Çalışma alanına ait yükseklik, eğim, jeoloji ve toprak haritaları Şekil 2’ de verilmiştir. Çalışma alanı yaklaşık 6024 ha alan kaplamakta olup deniz seviyesinden 1641 m ile 2334 m yükseklikte bulunmaktadır. Çalışılan mera arazilerinin çoğunlukla orta ve doğu kısımlarında eğim artışı olduğu görülmektedir. Alana ait jeoloji haritasına göre alanda baskın olan Tersiyer ve Kuaterner dönemlerine ait konglomeratik alüvyon materyaller, kumtaşı, çamur taşı kireç taşları ile volkanik çökeller yer almaktadır (Stockhecke ve ark., 2014). Ayrıca alanda yaygın olarak kahverengi, kireçsiz kahverengi ve kolüvyal topraklar yayılım göstermektedir. Van gölüne yakın bazı küçük alanlarda ise alüvyal topraklar yer almaktadır (Karaca ve ark., 2021). Uzun yıllar (1939-2019) meteorolojik verilere göre (MGM, 2021), yıllık ortalama sıcaklık 9.4 oC ve yıllık ortalama yağış miktarı ise 396 mm’ dir. Newhall simülasyon modeline göre (Van Wambeke, 2000) toprak nem rejimi mesic ve sıcaklık rejimi xeric (dry xeric) olarak belirlenmiştir (Karaca ve ark., 2021).



Şekil 2. Çalışma alanına ait eğim, yükseklik, jeoloji ve toprak haritaları  
Figure 2. Slope, elevation, geology and soil maps of the study area

Çalışma alanı, Türkiye'nin en büyük üç flora bölgesinden biri olan İran-Turan fito-coğrafik bölgesinde yer almaktadır (Ünal ve Behçet 2007). Bununla birlikte, araştırma alanının doğal florası; antropojenik faktörler, özellikle erken ve aşırı otlama, toprak sıkışması, erozyon vb. nedenlerden dolayı zarar görmüştür. Araştırma alanında orman vejetasyonu bulunmamaktadır. Bölge; bozkır, çayır ve subalpin-Alp olmak üzere üç bitki örtüsü türünü içerir. Bölgenin en büyük kısmı step alanlarla kaplıdır. Toprak örneklemesinin yapıldığı yerlerde gözlemlenen yaygın mera bitki türleri şunlardır: Bromus sp., Festuca sp., Poa sp., Astragalus sp., Salvia sp., Lolium Sp., Achillea sp., Artemisia sp., Carex acuta sp., Ranunculus sp., Alyssum sp., Taraxacum sp., Dactylis sp., Onobrychis sp., Phleum sp., Plantago sp.

## 2.2. Yöntem

Mera topraklarının kalite çalışmasında, Amerika Tarım Bakanlığı personeli tarafından geliştirilmiş "Toprak Amenajmanı Değerlendirme Çerçevesi" (SMAF) modelinden yararlanılmıştır (Andrews ve ark., 2004). Modelin temel yaklaşımı, toprakların tarımsal üretkenlik ve ekolojik fonksiyonlarını karşılama yeteneklerinin değerlendirmesidir. Bu nedenle model, toprağın oluşumsal özelliklerine yönelik kalitesinden daha çok mevcut ve geçmişteki toprak yönetim uygulamalarının etkisini yansıtan dinamik toprak kalitesini göz önünde bulundurmaktadır. SMAF modeli toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik indikatörleri kapsamında; yarıyışlı su içeriği, su dolu gözenek hacmi, hacim ağırlığı, agregat stabilitesi, toprak organik karbon içeriği, toprak pH'sı, elektriksel iletkenlik, sodyum adsorpsiyon oranı, bitkiye yarıyışlı fosfor ve potasyum, potansiyel mineralize olabilir azot, mikrobiyal biyokütle karbonu ve beta-Glukosidaz enzim aktivitesi indikatörleri olmak üzere 13 indikatör içermektedir. Bu çalışma kapsamında potansiyel mineralize olabilir azot ve beta-Glukosidaz enzim aktivitesi dışında on bir indikatör kullanılmıştır.

Model içerisinde skorlamada doğrusal olmayan skorlama fonksiyonları kullanılmaktadır. Yaygın olarak kullanılan bu kavram, ilk defa Karlen ve Stott (1994) tarafından toprak indikatörlerinin gerek yorumlamalarında gerekse de skorlama işlemlerinde kullanılmıştır. Bu amaçla araştırmacılar üç ana skorlama eğrisi kullanmışlardır. Bu skorlama eğrileri "daha fazla daha iyidir", "daha az daha iyidir" ve "orta nokta optimumdur" şeklinde tanımlanmaktadır. Her SMAF skorlama eğrisinin bir algoritması veya alternatif algoritma ile mantıksal bir ifadesi bulunmaktadır. Model içerisinde algoritmalar, ölçülen indikatörlerin ampirik değerleri ile normalize edilmiş skorlar arasındaki kantitatif ilişkilerdir. Model içerisinde mera dahil olmak üzere yaklaşık 150 ürün çeşidi bulunmaktadır. Dolayısıyla, yetiştirilen ürün çeşidine bağlı olarak indikatörlerin skorlama değerleri değişebilmektedir.

SMAF modeli kullanılarak indikatörlerin skor hesaplamalarında, toprakların taksonomik sınıfları, iklim, çalışmanın yapıldığı sahada yetiştirilen ürünün çeşidi ve sezonu yanı sıra; nem rejimi, toprak sınıfına göre demir oksit sınıfı, ayrışma sınıfı, toprağın içerdiği mineral çeşidi vb. gibi çalışma yapılan alanın bazı pedogenetik özelliklerine ait bilgilerin elde edilmesi gerekmektedir. Andrews ve ark. (2004) toprak kalitesi için belirledikleri indikatörler için en önemlilerinin seçilmesi amacıyla uyguladıkları minimum veri seti ve sonrasında SMAF modeli için kullanılan indikatörlerin skorlanması için kullanılan fonksiyonel eşitlikler Çizelge 1' de verilmiştir.



Çizelge 1. İndikatörlerin yorumlanmasında kullanılan algoritmalar (Andrews ve ark., 2004)  
Table 1. Algorithms used in the interpretation of indicators (Andrews et al., 2004)

İndikatör	Skorlama Algoritması	Sabit Parametreler	Bölgeye Özgü Parametreler
AGG	Eğer $AGG > 50$ ve $[y=a+b*\cos(c*AGG-d)<1]$ ise $y=1$ 'dir. Değil ise $y=a+b*\cos(c*AGG-d)$	$a=-0.8, b=1.799, c=0.0196$	$d=f(iOM\#, \text{tekstür}\dagger\dagger, Fe_2O_3\ddagger\ddagger)$
AWC	Eğer bölge kuraksa $y=(a*b+c*AWC^d)/(b+AWC^d)$ , Değil ise $y=a+b*\cos(c*AWC+d)$	$a=0.0114; c=1.088;$ $d=2.182 a=0.477; b=0.527;$ $c=6.878$	bölge§§, $b=f(\text{tekstür}, iOM);$ $d=f(\text{tekstür})$
Db	Eğer tekstür $> \%35$ 'den fazla kil içeriyorsa, $y=a-b*e^{(-c*Db)}$ , Aksi halde $y=a-b*e^{(-c*Db)}$	$a=0.994$ $a=0.994$	$b, c, d=f(\text{tekstür}, \text{mineraloji}\¶¶);$ $b, c, d=f(\text{tekstür})$
EC	Eğer $EC \leq 0.3$ ise $y=EC*3.33$ Eğer $0.3 < EC < T$ ise, $y=1$ Eğer $EC \geq T$ ise, $y=a+b*EC$	$a=1-bT$	$T\#\#= f(\text{metot}\dagger\dagger\dagger, \text{ürün}\ddagger\ddagger\ddagger, \text{tekstür}); b= f(T)$
MBC	$y=a/[1+b*e^{(-c*MBC)}]$	$a=1.0; b=40.478$	$c= f(iOM, \text{tekstür}, \text{mevsim}\§§§)$
pH	$y=a*e^{[-(pH-b)/(2*c^2)]}$	$a=1.0$	$b, c= f(\text{ürün})$
PMN	$y=a/[1+b*e^{(-c*PMN)}]$	$a=1; b=50.1;$	$c= f(iOM, \text{tekstür}, \text{iklim}\¶¶¶)$
SAR	Eğer $EC \leq 0.2$ ise, $y=1/[a+b(SAR^c)];$  Eğer $0.2 < EC \leq 0.55$ ise, $y=a+b*SAR+c*SAR^2+d*SAR^3+e*SAR^4+f*SAR^5+g*SAR^6;$  Eğer $EC > 0.55$ ise $y=a+b*SAR+c*SAR^2+d*SAR^3+e*SAR^4$	$a=4.06; b=0.79; c=3.05$ $a=0.8; b=0.013; c=0.07;$ $d=0.03; e=0.005$ $f=5.5*10^{-4}; g=-2.1*10^{-5}$ $a=1.0; b=-0.07; c=0.012;$ $d=-6.8*10^{-4};$ $e=-2.39*10^{-5}$	EC  EC  EC
P	Eğer $P \leq \max$ (ürün ve metot için) ise, $y=(a*b+c*P^d)/(b+P^d);$	$a=9.26*10^6; c=1.0; d=3.06$ $a=1; b=4.5; d=-2$	$b= f(\text{ürün}, \text{TOC}, \text{tekstür}, \text{metot}\dagger\dagger\dagger) c= f(\text{eğim}\###, \text{TOC}, \text{tekstür}, \text{metot})$
TOC	$y=a/[1+b*e^{(-c*TOC)}]$	$a=1, b=50.1$	$c= f(iOM, \text{tekstür}, \text{iklim})$

Makroagregat Stabilitesi (AGG-%), Yarıyışlı Su Kapasitesi (AWC-g g<sup>-1</sup>), Hacim Ağırlığı (Db-g cm<sup>-3</sup>), Elektriksel iletkenlik (EC-dS m<sup>-1</sup>), Mikrobiyal Biyomas Karbon (MBC) (mg kg<sup>-1</sup>), pH (-log H<sup>+</sup>), Mineralize Edilebilir Azot (PMN-mg kg<sup>-1</sup>), Sodyum Absorpsiyon Oranı (SAR), Fosfor (P-mg kg<sup>-1</sup>), Total Organik Karbon (TOC-%) ve her göstergenin bulunduğu örnek çalışmaların minimum veri kümesi (MDS).

† Puanlama algoritmaları, verileri toprak fonksiyonunun performansına göre dönüştürür; burada gösterge kısaltması gözlemlenen ölçü (x) ve y gösterge puanıdır. Bu algoritmalarındaki diğer değişkenler, bitişik sütunlarda sabit parametreler veya bölgeye özgü parametreler olarak tanımlanmaktadır.

‡ Skorlama algoritmasındaki sabit değişkenler.

§ Skorlama algoritmasındaki araziye bağlı değişkenler ve bu değişkenlere bağlı olarak değişen toprak tipleri veya iklim.

¶ Minimum veri kümesinde (MDS) belirtilen göstergeleri içeren örnek çalışmaların listesi.

#iOM= Toprak alt sınıflarına göre gruplandırılmış doğal organik madde seviyeleri.

†† Tekstür= Toprak tekstürü beş sınıfa ayrılır.

‡‡ Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>= Sınıf; ultik alt grup ve Ultisollerini içerir.

§§ Bölge= Ana arazi kaynakları; kurak ve kurak olmayan veya Kuzey ve Güney olarak gruplandırılmıştır.

¶¶ Kil mineralojisi smektetik, camsı ve diğer olarak gruplandırılmıştır.

##T= Ürüne ve EC metoduna dayalı eşik değeri seviyesi, bu seviyenin üzerine çıktığında verim düşüşlerinin gerçekleşmesi beklenir.

††† Metot= Belirtilen uygulama için kullanılan metodoloji

‡‡‡ Ürün= Mevcut ürün için gereksinimler ya da, EC için, bir rotasyondaki ürünlerden en düşük eşik değerine sahip ürün.

§§§ Mevsim= İklimle bağlı olarak gerçekleşmesi beklenen mevsimsel değişiklikler.

¶¶¶ İklim= Yıllık ortalama yağışa ve donma derecesinin üzerinde sıcaklığa sahip günlere bağlı olarak sınıflandırılmış ana arazi kaynak alanları.

### Eğim= fonksiyonun eğimi.

İndikatörlerin aldığı değerlerin tek indeks içine dâhil edilmesi işlemi, toprak kalitesinin bir bütün olarak değerlendirilmesini ve toprak fonksiyonları üzerine uygulanan amanjman uygulamalarının etkilerini anlamamızı mümkün kılacaktır. Bu amaçla SMAF modeli eklemeli indeks yöntemini kullanılmaktadır. Eklemeli indeks hesabında her bir indikatörden gelen değer toplanmakta ve indikatör sayısına bölünmektedir. Sonuç 100 ile çarpıldığında ise toprağın belirlenen fonksiyonu gösterme kapasitesi olarak ifade edilen toprak kalitesi yüzde olarak belirlenmektedir. Toprak kalite indeksi aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır.

$$TKI = \left[ \frac{\sum_i^n Xi}{n} \right] \times 100$$

TKİ: Toprak kalite indeksi, Xi: skorumaya yapılan indikatör değeri, n: indikatör sayısı

Toprak kalite skorlamasına yönelik sınıflarda ise eğer sonuçlar 40'ın altında ise çok düşük, 40-55 arasında ise düşük, 55-70 arasında ise orta, 70-85 arasında yüksek ve > 85 ise çok yüksek olarak değerlendirilmiştir (Gugino ve ark., 2009).

2018 yılının Nisan-Mayıs ayları arasında gerçekleştirilen arazi çalışmasında mera arazilerinden 0-30 cm derinlikten toplam 150 toprak örnekleme yapılmıştır (Şekil 1). Her bir toprak örneği, biyolojik parametrelerin analiz edilmesinden önce 4 °C'de analiz yapılmaya kadar saklanmıştır. Geriye kalan numuneler laboratuvar şartlarında havayla kurutulmuş, 2 mm elekten geçirilmek üzere öğütülmüş, iyice karıştırılmış ve analiz için saklanmıştır. Toprak örneklerinde hacim ağırlığı Blake ve Hartge, (1986) tarafından bildirilen yöntemle, tarla kapasitesi ve solma noktası Klute (1986)'a göre, toprakların yarayışlı su içeriği ise tarla kapasitesindeki toprağın nem içeriğinin solma noktasındaki nem içeriğinden çıkarılması ile hesaplanmıştır (Klute, 1986). Agregat stabilitesi Kemper ve Rosenau (1986)'a göre, organik madde Nelson ve Sommers (1982) tarafından belirtilen modifiye edilmiş Walkey-Black metoduna göre yapılmıştır. Yarayışlı fosfor, Olsen ve ark. (1954) tarafından bildirilen yöntemle hesaplanırken, ekstrakte edilebilir potasyum ise 1 N amonyum asetat çözeltisi kullanılarak belirlenmiştir (Thomas, 1982). Toprakların pH ve Elektriksel iletkenlik (EC) değerleri, doygunluk çamurunda pH-EC metreyle ölçülmüştür (Rhoades ve ark., 1999). SAR değeri ise, saturasyon çamurundan elde edilen süzüklerden hesaplanan Na, Ca ve Mg konsantrasyonları ile aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak belirlenmiştir (Soil Survey Staff, 1996).

$$SAR = \frac{[Na]}{\sqrt{([Ca]+[Mg])/2}}$$

Toprak özelliklerine ait tanımlayıcı parametreler en küçük, en büyük, ortalama, standart sapma, varyasyon katsayısı, çarpıklık ve basıklık değerleri SPSS programı (SPSS 23) yardımı ile hesaplanmıştır. Dağılım haritalarının oluşturulmasında ise ArcGIS 10.5v programı kullanılmış ve en uygun dağılım modelinin seçilmesinde ise en düşük karekök ortalama hata değerini veren (RMSE) yöntem, en uygun yöntem olarak değerlendirilmiştir. Karekök ortalama hatanın hesaplanmasında aşağıda verilen formül kullanılmıştır.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (z_i^* - z_i)^2}{n}}$$

Zi: tahmin edilen değer, Zi\*: ölçülen değer ve n: örnek sayısını ifade etmektedir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Toprakların fiziko-kimyasal özellikleri ve kalite skorları arasındaki korelasyon

Çalışma alanından alınan 150 toprak örneğinde on yedi fizikokimyasal ve biyolojik kalite faktörleri incelenmiştir. Faktörlere ait değerler, simetrik bir dağılım göstermeleri durumunda normal dağılım olarak nitelendirilmektedir. Fakat normal dağılımda simetrikliğin bozulma derecesi çarpıklık (skewness) olarak adlandırılmaktadır. Bu dağılım sağa uzun kuyruklu durumda sağa (pozitif) çarpık, sola uzun kuyruklu durumda ise sola (negatif) çarpık olarak nitelendirilmektedir. Ayrıca, normal dağılım eğrisinin sivrilik veya yuvarlaklık derecesi de basıklık (kurtosis) olarak adlandırılmaktadır (Yıldız ve ark., 1998). Çalışmada indikatörlerin değişkenlik katsayılarına da bakılmıştır. Dengiz ve ark., (2015) ve Wilding'e (1985) göre, toprak özelliklerindeki değişimlerin açıklanmasında önemli bir gösterge olarak kabul edilen değişkenlik katsayısı, aldığı değerlere göre düşük (< %15), orta (% 15-35) ve yüksek (> %35) olarak sınıflandırılmaktadır.

Tanımsal istatistik sonuçlarına göre Çizelge 2 incelendiğinde çarpıklık katsayıları pH, silt, kum, YS, P, K, fiziksel, kimyasal, biyolojik kalite skoru ve toprak kalite indeksi skoru normal dağılım sergilerken, diğer özellikler ise normal dağılımdan uzak olarak belirlenmiştir. Normal dağılımdan uzak hacim ağırlığı (HA), pH, kum, P, fiziksel kalite skoru negatif (sola) çarpıklığa sahipken, diğer normal dağılmayan özellikler ise pozitif (sağa) çarpıktır. Değişkenlik katsayısı ise çalışma alanı topraklarında pH, EC, HA, yarayışlı su (YS), fosfor (P), toprak organik karbon (TOK), organik madde (OM) için düşük silt, kum, kil, mikrobiyal biomas karbon, fiziksel kalite skoru, kimyasal kalite skoru ve toprak kalite skoru orta değişkenlikte, diğer toprak özellikleri ise yüksek değişkenliktedir. Mera topraklarında pH 7.74-8.91 arasında değişirken EC değerleri ise 0.08-0.90 dS m<sup>-1</sup> arasında değişmekte ve ortalama EC değeri ise 0.21 dS m<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Kil miktarı % 11.60- 40.00, silt % 7.60-28.00 ve kum % 44.00-76.40 arasında değişmekte olup, EC, OM, kil ve silt sağa çarpık; buna karşın pH, kum, HA ve fosforun ise



sola çarpık dağılım gösterdiği görülmektedir. Çalışma alanındaki mera topraklarının hacim ağırlığı değerleri 1.46 ile 1.61 g cm<sup>-3</sup> arasında değişmekte olup, ortalama hacim ağırlığı, killi topraklar için beklenen daha yüksek olarak belirlenmiştir. Toprakların kimyasal kalite skoru ortalama 51.55 iken biyolojik kalite skor ortalama değeri 72.32 olarak belirlenmiştir. Tüm toprakların ortalama toprak kalite indeks değerleri ise 46.62-67.62 arasında değişmektedir.

Çizelge 2. Toprakların fiziko-kimyasal özellikleri ile fiziksel, kimyasal, biyolojik kalite skoru ve toprak kalite skoru değerlerine ait tanımsal istatistik değerleri

Table 2. Descriptive statistical values for physico-chemical properties of soils and physical, chemical, biological quality score and soil quality score values

Tanımlayıcı İstatistikler	Ort.	S.S	D.K*	Varyans	E.D.D	E.Y.D	Çar.**	Bas.
pH	8.33	0.20	1.17	0.04	7.74	8.91	-0.09	0.22
EC (dS m <sup>-1</sup> )	0.21	0.09	0.82	0.00	0.08	0.90	3.32	18.30
Silt (%)	18.74	4.00	20.40	16.07	7.60	28.00	0.17	-0.39
Kum (%)	59.29	5.64	32.40	31.87	44.00	76.40	-0.04	-0.06
Kil (%)	21.63	3.50	28.40	12.27	11.60	40.00	0.86	4.95
HA gr/cm <sup>3</sup>	1.55	0.02	0.15	0.00	1.46	1.61	-0.87	0.82
YS (%)	0.09	0.01	0.07	0.00	0.07	0.14	0.31	0.84
AS (%)	42.60	14.68	74.72	215.65	14.70	89.42	0.73	0.69
P (mg/kg)	3.86	1.40	6.07	1.98	1.15	7.22	-0.08	-0.70
MBK	12.60	6.33	33.20	40.12	2.80	36.00	1.10	1.19
TOK (%)	0.80	0.36	1.78	0.13	0.21	1.99	0.81	0.50
K (mg/kg)	396.48	117.84	564.78	13886.59	153.89	718.67	0.30	-0.29
OM (%)	1.41	0.63	3.11	0.40	0.38	3.49	0.81	0.51
FKS	55.84	5.49	27.66	30.20	41.48	69.14	0.05	-0.31
KKS	51.55	5.95	31.17	35.47	39.12	70.29	0.30	-0.20
BKS	72.32	8.77	39.21	76.96	55.64	94.85	0.42	-0.37
TKI	55.12	4.09	21.00	16.78	46.62	67.62	0.17	-0.44

Ort.: Ortalama. S.S.: Standart sapma. D.K.: Değişkenlik katsayısı. EDD: En Düşük Değer. EYD: En Yüksek Değer. Çar: Çarpıklık. Bas: Basıklık. TOK: Toprak Organik Karbon. MBK: Mikrobiyal Biyomas Karbon. HA: Hacim Ağırlığı. FSK: Fiziksel Kalite Skoru. KKS: Kimyasal Kalite Skoru. BKS: Biyolojik Kalite Skoru. TKI: Toprak Kalite İndeksi

\*Değişkenlik Katsayısı: < 15 = Düşük Değişkenlik. 15-35 = Orta Değişkenlik. >35 = Yüksek Değişkenlik

\*\*Çarpıklık: < | $\bar{F}$ 0.5 | = Normal Dağılım. 0.5- 1.0 = Veri setine karakter dönüşümü uygulanır. ÇK > 1.0 → Logaritma dönüşümü uygulanır.

Ayrıca yapılan Spearman korelasyon analiz sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Buna göre kimyasal kalite skoru ile toprak özelliklerinden 8 adedi, fiziksel kalite skoru ile toprak özellikleri arasında 7 adedi, biyolojik kalite skoru ile toprak özellikleri arasında 6 adedi ve mera topraklarının toprak kalite skoru ile indikatörler arasında 8 adedi istatistiksel olarak anlamlı (p<0.05; p<0.01) bulunmuştur.

Fiziksel kalite skoru ile silt (0.417\*\*), kil (0.364\*\*), YS (0.592\*\*), AS (0.780\*\*) TOK (0.312\*\*) ve OM (0.310\*\*) %1 düzeyinde pozitif bir ilişki varken, kum (-0.519\*\*) ve HA (-0.383\*\*) ile %1 düzeyinde negatif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Kimyasal kalite skorunun toprak özellikleri arasındaki ilişkide ise pH (-0.413\*\*) ve BD (-0.460\*\*) ile %1 düzeyinde negatif bir ilişki söz konusu iken AS (0.222\*\*), MBK (0.305\*\*), TOK (0.762\*\*), K (0.351\*\*) ve OM (763\*\*) ile %1 düzeyinde pozitif bir ilişki söz konusudur. Biyolojik kalite skoru ile toprak özellikleri arasında pH (-0.487\*\*) ve BD (-0.403\*\*) ile % 1 düzeyinde negatif bir ilişki, kil (-0.194\*) ile % 5 düzeyinde negatif bir ilişki varken, kum (0.216\*\*), MBK (1.00\*\*) ve K (0.418\*\*) arasında % 1 düzeyinde pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Mera toprak kalite değerleri ve indikatörler arasındaki ilişkide pH (-0.421\*\*) ve BD (-0.440\*\*) ile % 1 düzeyinde negatif bir ilişki varken, AS (0.527\*\*), P (0.219\*\*), MBK (0.400\*\*), TOK (0.722\*\*), K (0.341\*\*) ve OM (0.722\*\*) % 1 düzeyinde pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Fiziksel, kimyasal, biyolojik ve toprak kalite skorları ile indikatör ve toprak özellikleri arasındaki korelasyon analizi sonuçları

Table 3. Results of correlation analysis between physical, chemical, biological and soil quality scores, indicator and soil properties.

İndikatörler	FKS	KKS	BKS	TKI
pH	-0.056	-0.413**	-0.487**	-0.421**
EC dS m <sup>-1</sup>	-0.059	0.050	0.093	0.057
Silt %	0.417**	-0.119	-0.154	-0.127
Kum %	-0.519**	0.127	0.216**	0.139
Kil %	0.364**	-0.100	-0.194*	-0.096
HA gr/cm <sup>3</sup>	-0.383**	-0.460**	-0.403**	-0.440**
YS %	0.592**	-0.029	-0.089	-0.048
AS %	0.780**	0.222**	-0.071	0.527**
P mg / kg	0.121	0.160	0.147	0.219**
MBK	-0.065	0.305**	1.000**	0.400**
TOK %	0.312**	0.762**	0.024	0.722**
K mg/kg	-0.119	0.351**	0.418**	0.341**
OM %	0.310**	0.763**	0.024	0.722**

\*: p<0.05; \*\*: p<0.01

MBK: Mikrobiyal Biyomas Karbon. HA: Hacim Ağırlığı. TOK: Toprak Organik Karbon. FSK: Fiziksel Kalite Skoru. KKS: Kimyasal Kalite Skoru. BKS: Biyolojik Kalite Skoru. TKI: Toprak Kalite İndeksi

### 3.2. Toprak kalite indeksi ve konumsal dağılımı

Toprak parametreleri; toprakların fonksiyonel durumlarını sağlıklı bir şekilde yerine getirmelerinde, çok sayıda ve farklı katkı oranlarında etkide bulunmaktadır. Fakat çok iyi bilinmemektedir ki, bu parametrelerin tümünün toprak kalite değerlendirme çalışmalarında göz önünde bulundurulması, imkân, zaman, maliyet gibi hususlardan dolayı mümkün olmadığı gibi gerekli de değildir. Bu nedenle uygun indikatörlerin belirlenmesi büyük önem arz etmektedir.

Çalışmada mera toprak kalitesine yönelik ele alınan indikatörlerin, birçok farklı toprak kalite çalışmalarında da ele alındığı görülmektedir (Arshad ve Martin, 2002; Qi ve ark., 2009; Swanepoel ve ark., 2014; Mukhopadhyay ve ark., 2014; Rahmanipour ve ark., 2014; Ahmed ve ark., 2014, 2016; Sanchez-Navarro ve ark., 2015; Chen ve ark., 2013; Linlin ve ark., 2017; Nabiollahi ve ark., 2017; Demirağ Turan ve ark; 2019; Dengiz 2020; Karaca ve ark., 2021). İndikatörlerin toprak fonksiyonuna katkısı göz önüne alındığında, model içerisinde skorlama eğrilerinde toprak organik

karbon içeriği, agregat stabilitesi, yarayışlı su içeriği, su dolu gözenek hacmi, bitkiye yarayışlı fosfor ve potasyum, mikrobiyal biyomas karbonu “daha fazla daha iyidir”, elektriksel iletkenlik, sodyum adsorpsiyon oranı ve hacim ağırlığı “daha az daha iyidir” ve toprak pH’sı ise “orta nokta optimumdur” şeklinde ele alınmıştır. Toprakların fiziksel, kimyasal, biyolojik ve toplam kalite skorlarına yönelik sınıflamada Gugino ve ark., (2009) belirlediği skor değerlerinin sınıflandırılması yöntemi ele alınmıştır. Ayrıca alan içerisinde, konumsal dağılım alanlarının belirlenmesinde kullanılan on beş adet enterpolasyon modellerinden en uygun olanları belirlenerek Çizelge 4’de sunulmuş, dağılım haritaları ise Şekil 3’de verilmiştir. Kalite skorlarına ait dağılım haritalarının oluşturulmasında fiziksel ve kimyasal kalite skor dağılımı için Kriking’in basit semivariogramına ait Gaussian en uygun model olarak belirlenirken, biyolojik kalite skor dağılımı için ise yine aynı semivariogramına ait Exponential modelde en düşük RMSE değeri elde edilmiştir. Toplam mera toprak kalite skor dağılımında ise yine Kriking’e ait universal semivariogramına ait Gaussian modeli en uygun model olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4. Fiziksel kimyasal, biyolojik ve toplam kalite skorlarına ait en uygun semivariogram modellerin RMSE değerleri

Table 4. RMSE values of the most suitable semivariogram models for physical, chemical, biological and total quality scores

Modeller	Semivariogramlar	RMSE değerleri			
		FKS	KKS	BKS	TKI
Ters Mesafe Ağırlıklandırma (IDW)	1	5.589	5.393	7.383	3.759
	2	6.059	5.638	7.605	3.855
	3	6.570	5.990	7.925	4.071
Radyal Tabanlı Fonksiyon (RBF)	Thin Plate Spline	8.750	7.071	8.784	4.939
	Completely Regularized Spline	5.822	5.470	7.326	3.751
	Spline with Tension	5.748	5.434	7.306	3.739
Kriging	Ordinary				
	Gaussian	5.466	5.320	7.562	3.708
	Exponential	5.475	5.369	7.304	3.744
	Spherical	5.484	5.343	7.398	3.727
	Simple				
	Gaussian	<b>5.403</b>	<b>5.297</b>	7.395	3.680
	Exponential	5.444	5.378	<b>7.235</b>	3.722
	Spherical	5.416	5.319	7.314	3.698
	Universal				
	Gaussian	5.466	5.320	7.562	<b>3.708</b>
	Exponential	5.475	5.369	7.304	3.744
	Spherical	5.484	5.343	7.398	3.727

Toprakların fiziksel kalite skor değeri dağılımına bakıldığında 41.48 ile 69.14 arasında değişmekte olup, ortalama 55.84 ile orta sınıfa girmektedir. Alan içerisindeki dağılımı ise Şekil 3’de görüldüğü üzere özellikle çalışma alanının orta ve güneydoğu kesimlerinde fiziksel kalite skorunun en düşük düzeylerde dağılım sergilerken, kuzey ve güneybatı kesimlere doğru fiziksel kalite skorunda artış olduğu görülmektedir. Bu durum özellikle topoğrafik değişimle de yakınlık göstermekte olup, eğimin dikleştiği ve bitki örtüsünce zayıf sığ toprakların dağılım gösterdiği alanlardır. Mera topraklarının agregat stabilite skoru 5.84 ile 77.30 arasında değişmekte ve ortalama agregat stabilite skoru 40.1 ile düşük sınıfta yer almaktadır. Bunun nedeni, mera toprak örneklerinin yaklaşık %77’sinin düşük ve çok düşük agregat stabilite skoruna sahip olmasıdır. Çünkü, bu topraklar genellikle eğimli, su erozyonu etkisi altında kalan, sığ derinliğe sahip konumlarda bulunmaktadır. Toprakların kum içeriği yüksek ve organik madde kapsamı düşüktür. Ayrıca; alanın yağış miktarının düşük, yarı kurak iklim özelliğine sahip olması sonucu vejetasyon yoğunluğunun az ve toprakların agregatlaşmasını sağlayacak kadar zamanın geçmemesi gibi nedenler sıralanabilir. Bu nedenle, alanda özellikle aşırı otlatmanın azaltılması ve otlatma periyotlarının ve kapasitesinin belirlenmesinin yanı sıra mera ıslah çalışmaları yapılması gerekmektedir. Diğer bir fiziksel kalite indikatörü olan toprakların yarayışlı su kapasitesi skorunun ortalama 50.8 ile düşük seviyede olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeni, agregat stabilitesinde olduğu gibi toprakların su tutma kapasiteleri üzerine özellikle organik madde ve kil çeşidi miktarının önemli oranda etki etmesidir. Düşük organik madde ve kil miktarı ayrıca, toprakların hacim ağırlığı değerinin artışına da neden olmaktadır ve 47.2 skor değeri ile düşük sınıf içerisinde olduğu belirlenmiştir. Çok iyi bilinmektedir ki; toprakların hacim ağırlığının düşürülmesi, su tutma kapasitesinin, infiltrasyon oranının ve agregat stabilitesinin iyileştirilmesi, su ve toprak kaybını önlemek için ana faktörlerdir. Bu nedenle, toprakların yarayışlı su kapasitesi değeri ve dolayısıyla skorunun artırılması, özellikle su kısıntısının yaşandığı yarı kurak-kurak bölgelerde toprakların daha fazla su depolayacağı anlamına gelmesi nedeniyle son derece önemlidir. Toprakların fiziksel toprak kalitelerinin artırılmasına yönelik olarak toprak strüktür gelişimi ve organik madde artışı sağlayacak mera ıslah çalışmalarına yer verilmesi gerekmektedir.

Toprakların kimyasal kalite skorlarının belirlenmesinde mera topraklarına ait EC, pH, yarayışlı fosfor, potasyum, SAR ve OM skorları değerlendirilmiştir. Fakat birçok toprak özelliği ile doğrudan veya dolaylı etkileşime sahip olan toprak organik maddesi, bazı çalışmalarda biyolojik toprak kalite faktörleri arasında değerlendirilmektedir (Doran ve Parkin, 1996; Martinez-Salgado ve ark. (2010). Toprakların kimyasal kalite indeks değerleri 39.12 ile 70.29 arasında değişmekte olup ortalama 51.55 ile düşük sınıf içerisinde yer almaktadır. Kimyasal kalite indeks skor değerlerinin alan içerisinde göstermiş olduğu desenin fiziksel toprak kalite dağılımına paralellik göstermekte olduğu görülmektedir (Şekil 3). Özellikle erozyona maruz kalmış, eğimli, organik madde içeriği az ve genellikle kaba bünyeli olan orta kesimlerin kimyasal kalite indeks değerleri de düşük olarak belirlenmiştir. Kimyasal kalite indeksi

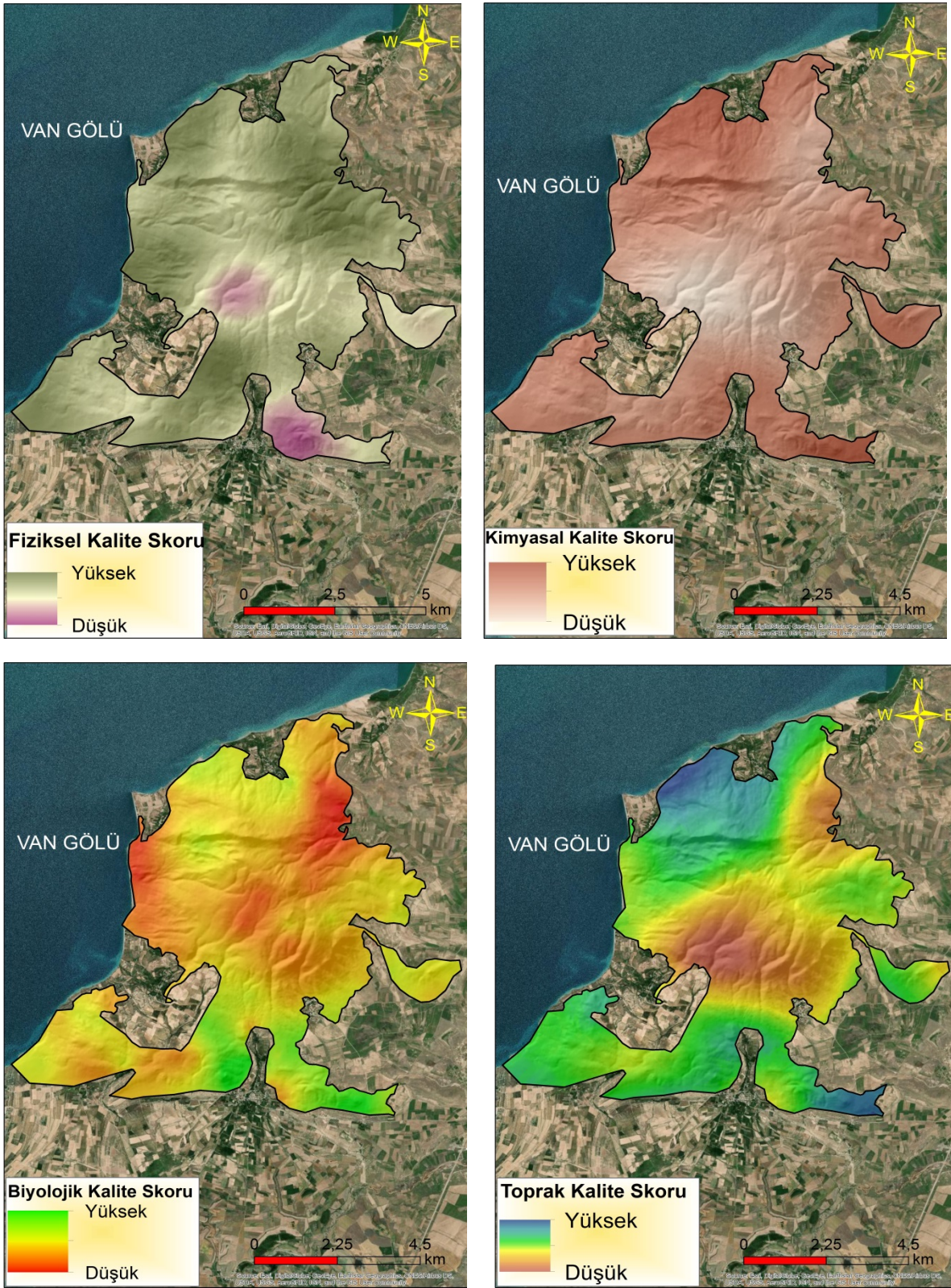
için ele alınan indikatörlerden toprakların yarıyıllık fosfor içeriği 31.1 ile (çok düşük) en düşük skor değerine sahip iken, EC ve SAR ise en yüksek skor değerlerine sahiptir. Toprak organik karbon skor değerinin ise 40.3 ile düşük sınıfta olduğu belirlenmiştir. Meralarda bilinçsiz otlatma toprakların organik madde kaynaklarının azalmasına neden olabileceği gibi özellikle toprağın sıkışması, agregatların zayıflaması sonucu olarak da toprağın su ve hava sirkülasyonunu azaltmakta, bitki kök gelişimine olumsuz etki yapmaktadır. Toprakların tuz içeriklerinin düşük ve pH özelliklerinin ise hafif alkali-alkali arasında değişmekte olması nedeniyle problem gözükmemesine karşın özellikle fosfor içerikleri dolayısıyla, kalite skor değerlerinin düşük seviyede olduğu belirlenmiştir. Bunun en büyük sebebi ise mera topraklarının besin elementlerinin özellikle de az olan fosforun, erozyonla ortamdaki uzaklaşmasıdır.

Toprak erozyonunun en önemli etkisi, toprağın organik madde içeriği ve biyolojik bakımından en zengin üst toprağın kaybına neden olduğu çok iyi bilinmektedir. Pimentel ve Kounang (1998), erozyonla taşınan toprağın geride kalan topraktan 1.3-5 kat daha fazla organik madde içerdiği ve toprak organik maddesinin bitki gelişiminde hayati önemi olan azotun %95'ini, fosforun %25-50'sini ve toprak mikroorganizmalarının büyük bölümünü oluşturduğunu belirtmişlerdir. Yüksek oranda besin içeren bu katmanın kaybı topraktaki organik madde miktarının azalmasına yanı sıra, besin elementlerinin özellikle fosfor içeriklerinin de ciddi şekilde düşmesine neden olur.

Mera arazilerinde biyolojik göstergeler, aşırı otlatma, erozyon, amaç dışı kullanımlar gibi olaylardan dolayı hızlı bir şekilde olumsuz yönde etkilenebilmektedir. Çünkü bu olaylar, daha fazla substrat sağlayarak mikrobiyal gelişim için tercih edilen toprak durumunu kolayca değiştirebilir. Bu nedenle, biyolojik özellikler, herhangi bir yönetim uygulamasına veya diğer tarımsal faaliyetlere duyarlıdır (Franchini ve ark., 2007; Filip, 2002) ve toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değiştirilmesi için uzun vadeli ve yoğun aktiviteye ihtiyacı olması nedeniyle, toprak kalitesi üzerindeki etkilerinin biyolojik özelliklerden daha az olduğunu belirtmiştir. Biyolojik kalite skor indikatörü olarak özellikle ele alınan mikrobiyal biyomas karbon skor değeri 55.64 ile 94.85 arasında olup, ortalama 72.32 ile fiziksel ve kimyasal kalite indeks skor değerleri ile karşılaştırıldığında yüksek sınıf içerisinde olduğu belirlenmiştir. Fakat bu durum alan içerisinde homojen olarak dağılım göstermeyip, Çizelge 2'de de görüleceği üzere değişkenliği oldukça yüksektir. Fiziksel ve kimyasal kalite indekslerinde olduğu gibi çalışma alanının orta kesimlerinde düşük skor değerleri yer alırken özellikle alanın kuzeydoğu ve batı kesimlerinde de düşük biyoloji kalite indeks değerleri olduğu görülmektedir (Şekil 3).

Çalışma alanında dağılım gösteren mera topraklarının ortalama toprak kalite indeks skoru 55.12 ile orta düzeyde olduğu belirlenmiştir. Toprak kalite indeks skor değerleri, alan içerisindeki mekansal dağılımlarına bakıldığında (Şekil 3), diğer kalite indeks skorlarında olduğu gibi merkez alanda oldukça düşük iken, özellikle kuzey ve batıya doğru artış gösterdiği görülmektedir. Benzer şekilde güneybatı ve güneydoğu kesimlerde az da olsa skor değerinde artış olabilmektedir. Nitekim Karaca ve ark., (2021) yarı kurak ekosistemde mera topraklarının çok kriterli ağırlıklandırma yaklaşımına dayalı kalite değerlendirmesi sonucunda elde edilen dağılım haritalarına göre, alanın orta kesimlerinde toprak kalite değerinin en düşük seviyede olduğu ve bu çalışma ile benzer bir desen sergilemiş olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda mera toprak kalite skoru ile Mayıs ve Haziran aylarındaki REOSAVI biyokütle değerleri arasında istatistiksel olarak kayda değer bir ilişki bulunduğu bildirilmiştir.





Şekil 3. Mera topraklarına ait fiziksel, kimyasal, biyolojik ve toprak kalite skorlarına ait dağılım haritaları  
Figure 3. Distribution maps of the physical, chemical, biological and soil quality scores of pasture soils

#### 4. Sonuç

Çalışma alanında SMAF modeline göre kalite skorlaması yapılan 150 adet toprak örneğinin kimyasal toprak kalite indeksi değeri düşük sınıfta belirlenmiş iken biyolojik toprak kalite indeksi yüksek sınıf içerisine girmektedir. Fiziksel toprak kalite sınıfı ve toplam toprak kalite sınıfının ise orta kalite sınıfında oldukları belirlenmiştir. Kalite indekslerinin alan içerisindeki dağılımlarına bakıldığında özellikle biyolojik toprak kalite sınıfı yüksek sınıf içerisinde yer almasına karşın, yüksek değişkenliğe sahip olması nedeniyle alan içerisinde homojen olarak dağılım göstermemektedir. Alan içerisinde özellikle tüm kalite sınıfları için orta kesimler düşük kalite sınıflarının olduğu yer olarak belirlenmiştir. Kısıtlı yağış rejimine bağlı vejetasyonun az olması doğal nedeninin yanında, özellikle uzun yıllardır mera olarak kullanılan alanların aşırı ve plansız otlatma ile erozyona maruz kalmaları sonucu toprakların üretkenlik fonksiyonlarını yitirmesinden kaynaklandığı değerlendirilmiştir. Bu nedenle özellikle bozunuma uğramış bu alanlarda mera ıslah çalışmalarının bir an önce hayata geçirilmesi ve çalışma alanı içerisinde dağılım gösteren mera arazilerinin sürdürülebilir kullanımın sağlanması amacıyla mera arazi planlama çalışmalarının yapılması önerilmiştir.

#### Kaynaklar

- Ahmed, A., Khalid, N., Ahmad, A., Abbasi, N. A., Latif, M. S. Z. ve Randhawa, M. A., 2014. Phytochemicals and biofunctional properties of buckwheat: A review. *Journal of Agricultural Science*, 152(3), 349–369. doi:10.1017/S0021859613000166.
- Ahmed, G.B., Shariff, A.R.M., Balasundram, S.K., Fikri bin Abdullah, A., 2016. Agriculture land suitability analysis evaluation based multi criteria and GIS approach. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 37, 012044, doi:10.1088/1755-1315/37/1/012044.
- Amorim H.C.S., Ashworth A.J., Moore P., Wienhold B.J., Savin M.C., Owens P.R., Jagadamma S., Carvalho T.S., Xu S., 2020. Soil quality indices following long-term conservation pasture management practices. *Agriculture Ecosystems & Environment* 301(12):107060. doi: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107060>.
- Andrews, S.S., Karlen, D., Cambardella, C.A., 2004. The soil management assessment framework: a quantitative soil quality evaluation method. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 68: 1945–1962.
- Arshad, M., Martin, S., 2002. Identifying critical limits for soil quality indicators in agro-ecosystems. *Agriculture Ecosystems & Environment* 88(2):153-160. doi: [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00252-3](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00252-3).
- Arshad, M.A., Martin, S., 2002. Identifying critical limits for soil quality indicators in agro-ecosystems. *Ecosystems & Environment*. 88, 153-160. doi: [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00252-3](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00252-3).
- Bayramin, İ., 2003. Beypazarı Topraklarının Medulus Metoduna Göre Toprak Kalite Toprak Kalite İndekslerinin Belirlenmesi Harran Üniv. Ziraat Fak. Derg., 7 (3-4):29.
- Bilotta, G.S., Brazier, R.E., Haygarth, P.M., 2007. The impacts of grazing animals on the quality of soils, vegetation, and surface waters in intensively managed grasslands. *Adv. Agron.* 237–280. doi: [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(06\)94006-1](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(06)94006-1).
- Blake, G.R., Hartge, K.H., 1986. Particle density. In *Physical and Mineralogical Methods*, Edited by: Klute, A. 377–382. Madison: Soil Science Society of America.
- Byrnes, R.C., Eastburn, D.J., Tate, K.W., Roche, L.M., 2018. A global meta-analysis of grazing impacts on soil health indicators. *J. Environ. Qual.* 47, 758–765. doi: <https://doi.org/10.2134/jeq2017.08.0313>.
- Carter, M.R., 2002. Soil Quality for Sustainable Land Management: Organic Matter and 442 Aggregation Interactions that Maintain Soil Functions. *Agronomy* 94, 38-47.
- Chaubey, I., Chiang, L., Gitau, M.W., Mohamed, S., 2010. Effectiveness of best management practices in improving water quality in a pasture-dominated watershed. *J. Soil Water Conserv.* 65, 424–437. doi: <https://doi.org/10.2489/jswc.65.6.424>.
- Chen, Y.D., Wang, H.Y., Zhou, J.M., Xing, L., Zhu, B.S., Zha, Y.C., Chen, X.Q., 2013. Minimum data set for assessing soil quality in farmland of Northeast China, *Pedosphere*, 23(5), 564–576.
- Çetiner, M., Gökkuş, A., Parlak, M., 2012. Yapay bir merada otlatmanın bitki örtüsü ve toprak özelliklerine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 27(2): 80-88.
- Demirağ Turan, İ., Dengiz O., Özyazıcı M.A., 2018a. Land Quality Assessment For Agricultural Activities In Sinop Province. *International Asian Congress On Contemporary ScienceS*. April 15-24, 2019, Mecca – SAUDI ARABIA. Congress Proceedings Book, Pages 56-71.
- Demirağ Turan, İ., Dengiz O., Özyazıcı M.A., 2018b. Trabzon İli Tarım Topraklarının Toprak Kalite İndeksinin Değerlendirilmesi. *TUCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu International Geography Symposium on the 30th Anniversary of TUCAUM* October 3-6, 2018, Ankara. Proceedings Book, Pages 651-661.



- Demirag, Turan, I., Dengiz, O., Özkan, B., 2019. Spatial assessment and mapping of soil quality index for desertification in the semiarid terrestrial ecosystem using MCDM in interval type-2 fuzzy environment. *Computers and Electronics in Agriculture*, 164, 104933. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.104933>.
- Dengiz, O., 2020. Soil quality index for paddy fields based on standard scoring functions and weight allocation method. *Archives of Agronomy and Soil Science* 66(3), 301-315. doi: <https://doi.org/10.1080/03650340.2019.1610880>.
- Dengiz, O., İç, S., Saygın, F., İmamoğlu, A., 2020. Assessment of Soil Quality Index for Tea Cultivated Soils in Ortaçay Micro Catchment in Black Sea Region. *Journal of Agricultural Sciences* 26; 42-53.
- Dengiz, O., M.A. Özyazıcı., Sağlam, M. 2015. Multi-Criteria assessment and geostatistical approach for determination of rice growing suitability sites in Gokirmak Catchment. *Paddy Water Environment*, 13; 1–10. <https://doi.org/10.1007/s10333-013-0400-4>.
- Dengiz, O., Sarioğlu, F. E. 2013. Parametric Approach with Linear Combination Technique in Land Evaluation Studies. *Journal of Agricultural Sciences*, 19; 101-112
- Ditzler, C.A., Tugel. A.J., 2002. Soil Quality Field Tools: Experiences of USDA-NRCS Soil Quality Institute. *Agronomy Journal* 94: 33-38.
- Doran, J, Parkin, T.P., 1996. Quantitative Indicators of soil quality: A minimum data set. In: Doran J, Jones, A., editor. *Methods for assessing soil quality*. Wisconsin: Soil Science Society of America; 1996. p. Chapter 2.
- Doran J.W., 2002. Soil health and global sustainability: translating science into practice. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 88 (2002) 119–127.
- Doran J.W., Zeiss M., 2000. Soil health and sustainability: Managing the biotic component of soil quality. *Applied Soil Ecology* 15(1):3-11.
- Doran, J. W., Jones, A. J. (Eds.) 1996. *Methods for Assessing Soil Quality*. SSSA Special Publication No. 49. Soil Sci. Soc. America. Madison, Wisc.
- Doran, J.W., Parkin, T.B., 1994. Defining and Assessing Soil Quality. *Defining Soil 451 Quality for a Sustainable Environment*, 3-21.
- Drewry, J.J., 2006. Natural recovery of soil physical properties from treading damage of pastoral soils in New Zealand and Australia: a review. *Agric. Ecosyst. Environ.* 114, 159–169. doi: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.11.028>.
- Emadi, M., Baghernejad, M., Memarian, H.R., 2009. Effect of land-use change on soil 453 fertility characteristics within water-stable aggregates of two cultivated soils in northern 454 Iran. *Land Use Policy* 26, 452-457.
- Everest T., Sungur A., Özcan H., 2020. MEDALUS Yöntemi Kullanılarak Karacabey Tarım İşletmesi Toprak Kalite İndeksinin Değerlendirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 7(1): 120–131. doi: <https://doi.org/10.30910/turkjans.680030>.
- Filip, Z., 2002. International approach to assessing soil quality by ecologically-related biological parameters. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 88, 169-174.
- Franchini, J.C., Crispino, C.C., Souza, R.A., Torres, E., Hungria, M., 2007. Microbiological parameters as indicators of soil quality under various soil management and crop rotation systems in southern Brazil. *Soil Till. Res.*, 92:18-29. doi: <https://doi.org/10.1016/j.still.2005.12.010>.
- Gugino B K, Abawi G S, Idowu O J, Schindelbeck R R, Smith L L, Thies J E, Wolfe D W, Van Es H M, 2009. *Cornell soil health assessment training manual*. Cornell University College of Agriculture and Life Sciences.
- Gülнар, M., Barik, K., 2019. Farklı Arazi Kullanımı Altındaki Podzolik Toprakların Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 50 (2): 128-135. doi: [10.17097/ataunizfd.480971](https://doi.org/10.17097/ataunizfd.480971).
- Johnson, P. N., S. K. Misra, R. T. Ervin. 1997. A Qualitative Choice Analysis of Factors Influencing Post-CRP Land Use Decisions. *Journal of Agriculture and Applied Economics* 29:163-173, July.
- Karaca, S., Dengiz, O., Turan, İ.D., Özkan, B., Dedeoğlu, M., Gülser, F., Sargin, B., Demirkaya, S., Ay A., 2021. An assessment of pasture soils quality based on multi-indicator weighting approaches in semi-arid ecosystem. *Ecological Indicators* 121. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107001>.
- Karlen, D.L., Gardner, J.C., Rosek. M.J., 1998. A soil quality framework for evaluating the impact of CRP. *J. Prod. Agric.* 11:56–60.
- Karlen, D.L., Stott, D.E., 1994. A framework for evaluating physical and chemical indicators of soil quality. Pages 53-72, In: Doran, J.W.; Coleman, D.C.; Bezdicek, D.F. and Stewart, B.A. (Editors) *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*. SSSA Special Publication no.35, Soil Science Society of America, Madison, WI.
- Kemper, W.R., Rosenau. R.C., 1986. Aggregate stability and sized distribution. p. 425–442. In A. Klute (ed.) *Methods of soil analysis*. Part 1. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA, SSSA, CSSA, Madison, WI.
- Klingebiel, A.A., Montgomery, P.H., 1961. *Land Capability Classification*. US Department of Agriculture Handbook 210, Government Printer, Washington DC, US.

- Klute, A., 1986. Water retention: Laboratory methods. p. 635-662. In A. Klute (ed.) *Methods of soil analysis*. Part I. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Lal, R., 2015. Restoring soil quality to mitigate soil degradation. *Sustainability* 7, 5875–5895. doi: <https://doi.org/10.3390/su7055875>.
- Larson, W. E., Pierce, F. J., 1994. The Dynamics of Soil Quality as a Measure of Sustainable Management, In *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*. SSSA Special Publication 35, Soil Science Society of America and American Society of Agronomy, 37-51.
- Linlin, J., Guangming, H., Lan, Y., Liu, S., Gao, J., Yang, X., 2017. Corn con biochar increasing soil culturable bacterial abundance without enhancing their capacities in utilizing carbon source in Biolog Eco-plates. *J. Integr. Agric.* 16(3), 713-724
- Machmuller, M.B., Kramer, M.G., Cyle, T.K., Hill, N., Hancock, D., Thompson, A., 2015. Emerging land use practices rapidly increase soil organic matter. *Nat. Commun.* 6, 1–5. <https://doi.org/10.1038/ncomms7995>.
- Martinez-Salgado, M.M., Gutiérrez-Romero, V., Janssens, M., Ortega-Blu, R., 2010. Biological soil quality indicators: a review. *Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology A. Méndez-Vilas (Ed.)*, p319-328.
- MGM. 2021. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=VAN> (Erişim tarihi Ocak 2021)
- Mukhopadhyaya, S., Maiti, S.K., Masto, R.E., 2014. Development of mine soil quality index (MSQI) for evaluation of reclamation success. A Chrono-sequence study. *Eco Eng.* 71, 10–20.
- Nabiollahi, K., Taghizadeh-Mehrjardi, R., Kerry, R., Moradian, S., 2017. Assessment of soil quality indices for salt-affected agricultural land in Kurdistan Province, Iran, *Ecological Indicators*, 83, 482-494.
- Negiş, H., Şeker, C., 2019. Improving Soil Quality Card For Soil Sustainability in Konya, Turkey. 6th International Conference on Sustainable Agriculture and Environment October 3-5, 2019, City of KONYA – TURKEY. *Proceedings Book*, Pages 183-185.
- Nelson, D.W., Sommers L. E., 1982. Total Carbon, Organic Carbon and Organic Matter. In *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties* (Ed. A, Klute). American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Obade V.P., Lal R., 2016. Towards a standard technique for soil quality assessment . *Geoderma* 265 (2016) 96–102.
- Olsen, S.R., Cole, V., Watanabe, F.S., Dean, L.A., 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U.S.D.A. Circular no. 939. Washington D.C.
- Özbek, A.K., 2004. Aşağı Pasinler Ovası Topraklarının Toprak Kalite İndeks Parametreleri Bakımından Değerlendirilmesi. *Ekoloji*, 2004, Issue 51, Pages: 39-44.
- Özdemir, N., Atalay, T., 2019. Konvansiyonel ve organik çay tarımı uygulamalarının bazı toprak kalite parametreleri ve erozyona duyarlılık üzerine etkileri. *Anadolu Tarım Bilim. Dergisi*, 34, 397-405. doi: <https://doi.org/10.7161/omuanajas.557976>.
- Pilon, C., Moore, P.A., Pote, D.H., Martin, J.W., DeLaune, P.B., 2017. Effects of grazing management and buffer strips on metal runoff from pastures fertilized with poultry litter. *J. Environ. Qual.* 46, 402–410. doi: <https://doi.org/10.2134/jeq2016.09.0379>.
- Pimentel, D., Kounang, N., 1998. Ecology of Soil Erosion in Ecosystems, *Ecosystems* 1, (1998): 416–426.
- Proffitt, A.P.B., Bendotti, S., McGarry, D., 1995. A comparison between continuous and controlled grazing on a red duplex soil. I. Effects on soil physical characteristics. *Soil Tillage Res.* 35, 199–210. doi: [https://doi.org/10.1016/0167-1987\(95\)00486-6](https://doi.org/10.1016/0167-1987(95)00486-6).
- Pulido, M., Schnabel, S., Lavado Contador, J.F., Lozano-Parra, J., González, F., 2018. The impact of heavy grazing on soil quality and pasture production in rangelands of SW Spain. *Land Degrad. Dev.* 29, 219–230. doi: <https://doi.org/10.1002/ldr.2501>.
- Qi, Y., Darilek, J.L., Huang, B., Zhao, Y., Sun, W., Gu, Z., 2009. Evaluating soil quality indices in an agricultural region of Jiangsu Province, China. *Geoderma*, 149, 325-334.
- Raiesi, F., 2017. A minimum data set and soil quality index to quantify the effect of land 504 use conversion on soil quality and degradation in native rangelands of upland arid and 505 semiarid regions. *Ecological Indicators* 75, 307-320.
- Rahmanipour, F., Marzaioli, R., Bahrami, H.A., Fereidouni, Z., Bandarabadi, S.R., 2014. Assessment of soil quality indices in agricultural lands of Qazvin Province, Iran. *Ecol. Indicators* 40, 19–26. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.12.003>.
- Rasheed, S.A., Prabhu, N.T., Munshi, A.K., 1996. Electromyographic and ultrasonographic observations of masseter and anterior temporalis muscles in children. *J. Clin. Pediatr. Dent.* 20: 127–132.
- Rhoades, J., Chandavi, D., Lesch, S. F., 1999. *Soil Salinity Assessment Methods and Interpretation of Electrical Conductivity Measurement* FAO Irrigation and Drainage, Paper 57, Rome.



- Sanchez-Navarro, A., Gil-Vazquez, J.M., Delgado-Iniesta, M.J., Marin-Sanleandro, P., Blanco-Bernardeau, A., Ortiz-Silla, R., 2015. Establishing an index and identification of limiting parameters for characterizing soil quality in Mediterranean ecosystems. *Catena*, 131, 35–45.
- Soil Survey Staff. 1996. *Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*, Agriculture Handbook, 436, Soil Conservation Service, US Department of Agriculture, Washington DC.
- Stockheche, M., Kwiecien, O., Vigliotti, L., Anselmetti, S.F., Beer, J., Çağatay, M.N., Channell, E.T.J., Kipfer, R., Lachner, J., Litt, T., Pickarski, N., Sturm, M., 2014. Chronostratigraphy of the 600,000 year old continental record of Lake Van (Turkey). *Quaternary Science Reviews*, 104, 8-17. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2014.04.008>.
- Swanepoel, P.A., Preez, C.C., Botha, P.R., Snyman, H.A., Habig, J., 2014. Soil quality characteristics of kikuyuryegrass pastures in South Africa. *Geoderma* 232, 589–599. doi: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2014.06.018>.
- Thomas, G.W., 1982. *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties*, Page, A.L., Miller, R.H. Keeney, D.R. (ed) 2nd edition. S.S.S. of America Inc. Publisher, Madison, Wisconsin pp159-164.
- Türkmen C., Müftüoğlu N.M., Kavdır Y., 2013. Değişik Yöntemlerle Islah Edilen Meralarda Bazı Toprak Kalite Özelliklerinin Değişimi (Change of Some Soil Quality Characteristics under Different Pasture Reclamation Methods of Rangelands). *Tarım Bilimleri Dergisi – Journal of Agricultural Sciences* 19 (2013) 245-255.
- Ünal, M., Behçet, L., 2007. Flora of Pirreşit Mountain (Van, Turkey). *Turkish Journal of Botany*. 31: 193-223.
- Vasques, I.C.F., Souza, A.A., Morais, E.G., Benevenuto, P.A.N., Silva, L., de C.M, d., Homem, B.G.C., Casagrande, D.R., Silva, B.M., 2019. Improved management increases carrying capacity of Brazilian pastures. *Agric. Ecosyst. Environ.* 282, 30–39. doi: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.05.017>.
- Van Wambeke, A.R., 2000. *The Newhall Simulation Model for Estimating Soil Moisture & Temperature Regimes*. Department of Crop and Soil Sciences, U.S. Department of Agriculture, Ithaca, N.Y. Washington, DC.
- Yemefack, M., Jetten, V.G., Rossiter, D.G., 2006. Developing a minimum data set for characterizing soil dynamics in shifting cultivation systems. *Soil and Tillage Research*. Volume 86, Issue 1, March 2006, Pages 84-98.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.885020

## Kurt Üzümünde Çelik Alma Zamanı, Çelik Tipi ile IBA Dozlarının Kök ve Sürgün Gelişimi Üzerine Etkileri

Hüseyin Çelik<sup>a\*</sup>, Figen Yayla Çetin<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun-Türkiye

<sup>b</sup>DSİ Bölge Müdürlüğü, Aksaray, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: huscelik@omu.edu.tr

Geliş/Received 22/02/2021

Kabul/Accepted 24/05/2021

### ÖZET

Bu çalışma 2017-2018 yılları arasında yürütülmüş ve kurt üzümünün (*Lycium barbarum* L.) çelikle çoğaltılmasında çelik alma zamanı ile Indol-3-butirik-asit (IBA) dozlarının çeliklerdeki kök ile sürgünlerin büyüme ve gelişmesi üzerine etkileri saptanmıştır. Aksaray İli, Karkın Köyünde yetişmekte olan üç yaşındaki 2 farklı kurt üzümü çeşidine (NQ7 ve Damaye) ait bitkilerden 4 farklı zamanda (Ağustos-15, Ekim-15, Aralık-15 ve Şubat-15) alınan yarı odun ve odun çeliklerine farklı dozlarda (0, 500, 1000 ve 2000 ppm) indole-3-butiric asit (IBA) uygulanarak sera ortamında mistleme ünitesine ve perlit ortamında köklendirilmiştir. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü ve her tekerrürde 25 çelik olacak şekilde kurulmuştur. Sera ortamında, alttan ısıtılmalı tavalarda köklendirilmeye alınan çeliklerde kök sayısı (adet), kök uzunluğu (cm), köklenme derecesi (1-9), sürgün uzunluğu (cm) ve sürgün çapı (mm) tespit edilmiştir. Deneme sonuçlarına göre Ağustos ayında alınarak 1000 ppm IBA dozu uygulanan çeliklerdeki kök sayısı (10.80), kök uzunluğu (5.29 cm), köklenme derecesi (6.39) ve sürgün çapı (1.48 mm) en yüksek olmuştur. Kurt üzümü çeliklerindeki kök ve sürgün gelişimi üzerine incelenen tüm özellikler bakımından en iyi sonuçlar Damaye çeşidinden alınırken, en iyi kök ve sürgün gelişimi gösteren çeliklerin Ağustos ayında alınan yarı odunsu çelikler olduğu ve 1000 ppm IBA dozunun da en uygun doz olduğu tespit edilmiştir.

### Anahtar Sözcükler:

Goji berry  
Çoğaltma  
Çelik tipi  
IBA  
Kök ve sürgün

## The Effects of Cutting Type and IBA Doses on Root and Shoot Development in Goji Berry Cuttings

### ABSTRACT

This study was carried out between 2017-2018 and the effect of cutting collecting time and IBA doses on root and shoot growth and development of goji berry (*Lycium barbarum* L.) cuttings were determined. Cuttings collected three years old Damaye and NQ7 goji berry cultivars grown in Karkın Village of Aksaray Province. Semi-hardwood and hardwood cuttings collected at 4 different times (August-15, October-15, December-15 and February-15) and applied with 4 different Indole-3-butiric acid (IBA) doses (0, 500, 1000 and 2000 ppm) in bottom heated trays with perlite medium and over misting under high tunnel. They planted in trays with perlite medium under misting and bottom heating for rooting. The study planned with three replications and 25 cuttings for each replication under randomized complete block design under greenhouse. Cuttings were mowed after two months and root length (cm), root number, rooting degree (1-9), shoot length (cm) and diameter (mm) were determined. According to the results of the experiment, the number of roots (10.80), root length (5.29 cm), rooting degree (6.39) and shoot diameter (1.48 mm) were the highest in August semi-hardwood cuttings from Damaye and with 1000 ppm IBA dose. In terms of the properties examined for root and shoot growth and development of goji berry cuttings, the best results were obtained from Damaye variety, while the best cutting taking time was August, semi-hardwood cuttings and the IBA dose was 1000 ppm.

### Keywords:

Goji berry  
Propagation  
Cutting type  
IBA  
Root and shoot

© OMU ANAJAS 2021

## 1. Giriş

Anavatanı Asya olan kurt üzümü (*Lycium barbarum*, L.) dünyanın tropik ve subtropik bölgelerinde yetişebilen ve *Solanaceae* familyasına giren bir türdür (Levin ve Miller, 2005; Anonim, 2016). Goji berry veya wolfberry de denilen kurt üzümü geleneksel tıp ve gıda alanında kullanılan, kırmızı renkli ve yumuşak meyveleri olan, çalı formu bir bitkidir (Potterat, 2010). Tropik bölgelerde bulunmakla birlikte çoğunlukla kurak ve yarı kurak bölgelerde, az da olsa hafif tuzlu alanlarda da yayılış gösteren (Fukuda ve ark., 2001) kurt üzümü bitkileri genelde dikenli çalı formunda olup, 1-4 m'ye kadar boylanırlar (Bryan ve ark., 2008). Kurt üzümü yer bakımından seçici olmamakla beraber kurak yaz günlerini tolere edebilir, hafif-kumlu, orta-kuvvetli ve ağır-killi vb. toprak tiplerinde iyi gelişim gösterir (Anonim, 2015). Kurt üzümü genellikle kurutulmuş meyve olarak tüketilir. Çikolata, pasta, tatlı, salata ve müsli'lere tat ve renk vermek veya pasta, kek ve kurabiyelerde kullanılmaktadır (Çelik ve Yayla Çetin, 2017). Yaşlanmayı önleyici, hücre metabolizmasını artırıcı, cildi yenileyici ve hücre büyümesini hızlandırarak cildin canlılığını ve elastikiyetini artırıcı özelliğinden dolayı birçok kozmetik ürünüde kullanılmaya başlanmıştır. İçerdiği güçlü antioksidan ve vitaminler sayesinde güneş lekeleri, yara izleri, sivilce ve sivilce lekelerine karşı da etkili olduğu ifade edilmektedir (Yi ve Dong, 2013).

Türkiye için yeni bir bitki olan kurt üzümü fidanlarının üretilmesinde iyi tiplerden alınacak çelikler, köklendirilmede kullanılacak ortam, oksin ve diğer uygulamalar konusunda temel bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Kurt üzümü tohum veya yeşil aksamdan alınan çelikleriyle çoğaltılabilmektedir. Kurt üzümü tohumla çoğaltılması Yılmaz ve Kınay (2016) tarafından belirlenmeye çalışılmıştır. Oksin uygulamasının köklenme oranını artırdığı ancak kök uzunluğunu da azalttığını ortaya koyan araştırmacılar Alsup ve ark. (2004) gibi farklı doz ve çelik alma zamanlarının denenmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Kurt üzümünün tohum veya vegetatif olarak çoğaltıldığını belirten Demchak (2004), tohumdan elde edilen bitkilerin fenolojik, morfolojik ve meyve özellikleri bakımından farklılıklar gösterebileceğini, tip veya çeşitlerin çelikle çoğaltılması gerektiğini belirtmektedir. Kurt üzümü olarak bilinen *Lycium barbarum* L.'nin iki farklı tipi ile *Lycium chinense* Mill'in bir tipini sert odun çelikleri ile çoğaltan Adrian ve ark. (2016), çelik kalınlığı, köklenme ortamı (torf, kum ve perlit) ile bazı hormonların (IBA 500, 100 ve 1500 ppm, Razormin ve Rhizopan) köklenme üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada *Lycium* genotiplerinde çelik kalınlığının sürgün uzunluğu ve kök hacmi üzerine olumlu etkisinin olduğu, ortamdaki torfun çeliklerdeki kök kalitesini artırdığı, Razormin ve 1500 ppm IBA dozlarının da iyi sonuçları verdiğini ortaya koymuşlardır. Çalı formundaki bitkilerin çeliklerinin perlit:torf (3:1 v/v) ortamında iyi köklendiğini belirten Lonnee ve ark. (2011), ortamın nem içeriğinin uygun olması ve aşırı su tutmaması ve alttan ısıtma yapılması ve köklenme ortamında 21-25°C arasında bir sıcaklık olması gerektiğini de bildirmektedir. İlkbahar ve yaz aylarında alınacak olan yapraklı çeliklerin mistleme sistemi altında kolayca köklendirilebileceğini belirten Hartmann ve ark. (2014), herdemyeşil veya yarı herdemyeşil özellik gösteren türlerin yaprağını döken türlere göre yapraklı çelikle çoğaltılmasında köklenmenin çok daha iyi olduğunu ve 1000-3000 ppm IBA uygulamasının da köklenmeyi olumlu bir şekilde artıracaklarını saptamışlardır. Araştırmacılar, *Cotoneaster buxifolius* türünde ise yarı odunsu çeliklere 4000-6000 ppm IBA uygulandığında ve perlit içine dikildiklerinde köklenme oranının en yüksek olarak gerçekleştiğini de tespit etmişlerdir. Çelikle çoğaltmada kullanılan çeliklerin dip kısımlarında yapılacak yaralamalar ile etiolleştirmenin de köklenme üzerine etkili olduğunu belirten Beyl ve ark. (2015), bu uygulamaların kontrole göre köklenmeyi hızlandırdığını ve çeliklerin daha kolay kök oluşturduğunu tespit etmiştir. Öte yandan köklenmesi zor olan türlerde IBA uygulaması yapılmadan köklenme olmayacağı ve yaralamaya göre etiolleştirmenin köklenme üzerine daha fazla etki ettiği de aynı araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur. Süs bitkileri gibi çalı formundaki bitkilerin çelikle çoğaltılmasında köklenmeyi teşvik eden oksin grubu hormonlar, çelik tipi ve çeliğin alındığı yer ile ana bitkinin yaşının yanında çeliğin dikildiği ortamın da önemli olduğunu saptayan Beyl ve ark. (2015), en iyi köklenme ortamını 3-4 kısım perlit ve 1 kısım torf veya vermikülit ile karıştırarak elde etmişlerdir.

Bu çalışma ile ülkemiz ekonomisi ve insan sağlığı için önemli bir gelecek vaat eden kurt üzümünün çelikle çoğaltılmasında çelik alma zamanı ile IBA dozlarının etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla 15 Ağustos tarihinden 15 Şubat tarihine kadar iki aylık periyotlarla dört farklı zamanda alınan çelikler dört farklı IBA dozu (0, 500, 1000 ve 2000 ppm) ile muamele edilerek çeliklerdeki kök ve sürgün gelişimi üzerine olan etkileri saptanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada Aksaray İli, Kargın Köyünde yetişmekte olan 3 yaşındaki NQ7 ve Damaye kurt üzümü çeşitlerine ait bitkilerinden 4 farklı zamanda yarı odun çeliği (Ağustos ve Ekim aylarında) ve odun çeliği (Aralık ile Şubat aylarında) şeklinde alınan 15-20 cm uzunluk ve 1 cm çapındaki odun veya yarı odun çeliklerine 4 farklı dozda (0, 500, 1000 ve 2000 ppm) Indole-3-butrik asit (IBA) uygulanarak alttan ısıtmalı (24°C) tavalardaki perlit ortamında köklendirmeye alınmıştır. Polietilen örtülü yüksek tünel içinde ve otomatik kontrollü mistleme sulama sistemi altında tesis edilmiş olan tavalardaki perlit ortamına dikilmiş olan çeliklerde ortam neminin %70, sıcaklığın ise

22°C'nin üzerinde tutulması sağlanmış, havalandırma ve gölgelendirme uygulamaları ile sera içi kontrol altına alınmıştır. Dikim tarihinden üç ay sonra sökülen çeliklerde kök sayısı (adet/çelik), kök uzunluğu (cm), köklenme derecesi (1-9; 1: Köklenmemiş, 3: Zayıf köklenme, 5: Orta derecede köklenme, 7: Kuvvetli derecede köklenme ve 9: Çok kuvvetli derecede köklenme) ile sürgün uzunluğu (cm) ve sürgün çapı (mm) ölçümleri yapılmıştır (Şekil 1 ve 2).

Polietilen örtülü yüksek tünelde tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulan denemede her tekrerde 25 çelik kullanılmıştır. Denemeden elde edilen %'de verilere açı (arcsin√x) transformasyonu uygulanarak istatistiki analizler bu veriler üzerinden yapılmıştır. Denemeden elde edilen veriler SPSS programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş (SPSS, 2017), ortalamalar arasındaki farklılıklar ise Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile %1 düzeyinde değerlendirilmiştir.



Şekil 1. Kurt üzümü çeliklerinin hazırlanması ve alttan ısıtılmalı tavalardaki perlit ortamına dikilmesi

Figure 1. Preparation of goji berry cuttings and planting into the perlite on benches with bottom heating

### 3. Bulgular ve Tartışma

Farklı zamanlarda alınarak değişik dozlarda IBA ile muamele edilmiş olan kurt üzümü (*Lycium barbarum* L.) çeliklerindeki kök sayısı (adet), kök uzunluğu (cm), köklenme derecesi (1-9), sürgün uzunluğu (cm) ve sürgün çapının (mm) çelik alma zamanı, IBA dozu ve çeşit interaksyonuna göre değişimi Çizelge 1'de verilmiştir. Buna göre Damaye kurt üzümü çeşidinden Ağustos ayında alınarak 1000 ppm IBA dozu uygulanan yarı odunsu çeliklerdeki kök sayısı (10.80 adet), kök uzunluğu (5.29 cm), köklenme derecesi (6.39) ve sürgün çapı (1.48 mm) bakımından en yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sürgün uzunluğu ise yine Damaye çeşidinden ve Ağustos ayında alınan ancak 2000 ppm IBA uygulanan yarı odunsu çeliklerde 13.67 cm ile en yüksek değeri vermiş ancak istatistiksel olarak 1000 ppm uygulanmış çelikler ile aynı grupta yer almıştır (Çizelge 1). Öte yandan Aralık ayında Damaye çeşidinden alınan ve IBA uygulanmayan veya 2000 ppm IBA uygulanan odun çeliklerinde, NQ7 çeşidinden Aralık ayında alınarak 1000 veya 2000 ppm uygulanmış olan odun çeliklerinde köklenme olmadığı için tüm değerler sıfır olarak belirlenmiştir. Damaye çeşidinden Aralık ayında alınan ve 1000 ppm uygulanmış olan odun çelikleri ile NQ7 çeşidinden Aralık ve Şubat ayında alınarak kontrol ile 500 ppm IBA uygulanmış olan odun çeliklerinde de sürme meydana gelmediği saptanmıştır (Çizelge 1).

Çeşit ve çelik alma zamanları etkileşimine göre Damaye kurt üzümü çeşidinden Ağustos ayında alınan yarı odunsu çeliklerdeki kök sayısı (8.53 adet), kök uzunluğu (4.21 cm), köklenme derecesi (4.67), sürgün uzunluğu (11.22 cm) ve sürgün çapı (1.40 mm) en yüksek iken, Damaye çeşidinden Aralık ayında alınan odun çeliklerdeki kök sayısı (0.39 adet), kök uzunluğu (0.20 cm) ve köklenme derecesi (1.05) en düşük olmuştur. NQ7 çeşidinden Aralık ayında alınmış olan odun çeliklerinde ise sürme meydana gelmemiştir (Çizelge 2).

Çeşit ve IBA dozları dikkate alındığında ise 1000 ppm IBA dozu uygulanan Damaye çeşidinden alınan çeliklerdeki kök sayısı (4.87 adet), kök uzunluğu (2.81 cm), köklenme derecesi (2.70) ve sürgün uzunluğu (5.72 cm) en yüksek değerleri verdiği ortaya konulmuştur. Sürgün çapı bakımından çeşit x IBA doz interaksyonları arasında istatistiki fark olmamasına rağmen NQ7 çeşidinden alınan ve 500 ppm IBA uygulanmış olan çeliklerde 0.99 mm sürgün çapının en yüksek olduğu ortaya konulmuştur. Damaye ile NQ7 çeşidinden alınarak IBA uygulanmayan kontrol çeliklerindeki kök ve sürgün özellikleri en düşük seviyede kalmıştır (Çizelge 3).

Çelik alma zamanı ve IBA doz interaksyonuna dikkate alındığında ise Ağustos x 2000 ppm IBA uygulamasının yapıldığı çeliklerdeki kök sayısı (9.87 adet), kök uzunluğu (4.24 cm) ve sürgün uzunluğu (11.15 cm) bakımından öne çıkarken, köklenme derecesi (4.89) ve sürgün çapı bakımından ise Ağustos ayında alınarak 1000 ppm IBA uygulanmış olan çeliklerin öne çıktığı belirlenmiştir. Aralık ayında alınarak IBA uygulanmış veya uygulanmamış odun çeliklerindeki incelenen tüm özelliklerin ise sıfır veya sıfıra yakın olduğu da belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 1. Farklı çeşitlerinden değişik zamanlarda alınarak farklı IBA konsantrasyonları ile muamele edilen kurt üzümü çeliklerinde kök sayısı (adet), kök uzunluğu (cm), köklenme derecesi (1-9), sürgün uzunluğu (cm) ve sürgün çapının (mm) çelik alma zamanı, IBA dozu ve çeşitlere göre değişimi

Table 1. The root number and length (cm), rooting degree (1-9), shoot length (cm) and diameter (mm) of goji berry cuttings taken in different times and applied with different IBA doses.

Çeşit	Zaman	IBA	Kök sayısı (Adet)	Kök uzunluğu (cm)	Köklenme Derecesi (1-9)**	Sürgün Uzunluğu (cm)	Sürgün Çapı (mm)
Damaye	Ağustos	0	5.46	3.17 bcd*	3.35 c	7.93 bcd*	1.39 ab*
		500	7.73	3.16 bcd	4.57 b	9.84 ab	1.37 ab
		1000	10.80	5.29 a	6.39 a	13.42 a	1.48 a
		2000	10.14	5.20 a	4.36 b	13.67 a	1.37 ab
	Ekim	0	0.00	0.00 k	1.00 e	0.00 g	0.00 e
		500	1.91	0.83 g-k	1.37 e	2.75 d-g	0.79 a-e
		1000	4.67	1.90 c-i	2.20 d	5.71 b-f	1.34 ab
		2000	2.56	1.21 e-j	1.24 e	4.21 c-g	0.89 bcd
	Aralık	0	0.00	0.00 k	1.00 e	0.00 g	0.00 e
		500	0.58	0.35 jk	1.11 e	2.05 efg	0.45 cde
		1000	1.00	0.44 ijk	1.11 e	0.00 g	0.00 e
		2000	0.00	0.00 k	1.00 e	0.00 g	0.00 e
Şubat	0	1.67	1.71 d-j	1.11 e	5.00 b-g	0.85 a-e	
	500	3.00	3.33 bc	1.11 e	0.00 g	0.00 e	
	1000	3.00	3.61 b	1.11 e	3.77 c-g	0.84 a-e	
	2000	1.22	0.81 g-k	1.13 e	2.08 efg	0.59 b-e	
NQ7	Ağustos	0	3.33	1.73 d-j	1.35 e	5.23 b-g	1.29 ab
		500	3.33	2.56 b-f	2.15 d	10.13 ab	1.29 ab
		1000	6.07	2.92 bcd	3.40 c	7.03 b-e	1.41 ab
		2000	9.60	3.27 bc	4.17 b	8.63 abc	1.37 ab
	Ekim	0	1.33	0.97 g-k	1.16 e	8.53 abc	1.25 abc
		500	2.25	1.08 f-k	1.24 e	5.95 b-f	1.34 ab
		1000	3.17	0.45 h-k	1.11 e	1.47 fg	0.42 cde
		2000	1.73	1.32 e-k	1.19 e	1.38 fg	0.42 cde
	Aralık	0	1.40	1.99 c-h	1.19 e	0.00 g	0.00 e
		500	1.00	0.53 h-k	1.05 e	0.00 g	0.00 e
		1000	0.00	0.00 k	1.00 e	0.00 g	0.00 e
		2000	0.00	0.00 k	1.00 e	0.00 g	0.00 e
Şubat	0	4.64	2.71 b-e	1.32 e	0.00 g	0.00 e	
	500	4.28	3.01 bcd	1.29 e	5.23 b-g	1.32 ab	
	1000	2.50	2.26 b-g	1.16 e	1.83 efg	0.40 de	
	2000	2.78	2.99 bcd	1.19 e	0.00 g	0.00 e	

\*Aynı sütunda yer alan ve aynı harf ile işaretli olan ortalamalar arasında %1'e göre fark yoktur.

\*\*1-9 skalası : 1=Köklenme yok. 3=Zayıf köklenme. 5=Orta derecede köklenme. 7=Kuvvetli derecede köklenme ve 9=çok kuvvetli derecede köklenme

Kurt üzümünün tohum ve *in vitro* koşullarda doku kültürü ile çoğaltılması pratik olarak çok tercih edilmememekle birlikte, en çok tercih edilen çoğaltma yöntemi çelikle çoğaltmadır. Çelikle çoğaltılabilen kurt üzümünde ise yeşil çeliklerin tercih edilmediği ve yaz aylarında alınan yarı odunsu veya kış aylarında alınan odun çelikleri ile çoğaltılabileceği belirtilmektedir. Ayrıca, çeliklere köklenmeyi artıran oksin grubu büyümeyi düzenleyici maddelerin uygulanması da köklenme başarısını arttırdığı saptanmıştır (Adrian ve ark., 2016).

Kurt üzümü bitkisinin çelikle çoğaltılmasında köklenmenin yanında kök kalitesi için köklerin uzunluğu, çapı, kök sayısı ve kapladıkları hacim ile köklenme derecelerine de bakılmaktadır. Alttan ısıtılmalı tavalarda perlit ortamında köklendirdiğimiz kurt üzümü çeliklerinde çeşit, çelik alma zamanı ve IBA dozu uygulamalarının kök uzunluklarına etkisi de oldukça önemli olmuştur. Nitekim Damaye kurt üzümü çeşidinden Ağustos ayında alınarak 1000 ppm IBA dozu uygulanan yarı odunsu çelikler en uzun kök uzunluğuna (5.29 cm) ulaşmışlardır. Bununla birlikte, Damaye çeşidinden Ekim ayında alınarak IBA uygulanmayan odun çelikleri ile Aralık ayında alınan ve kontrol grubu ile 2000 ppm IBA uygulanan odun çeliklerinde köklenme olmadığı için kök uzunluğu 0.00 cm ile en düşük olmuştur. NQ7 çeşidi kurt üzümü çelikleri incelendiğinde ise Aralık ayında alınarak 1000 ve 2000 ppm IBA dozu uygulanan odun çeliklerinde hiç köklenme olmamış ve kök uzunlukları 0.00 cm ile en düşük seviyede kalmıştır (Çizelge 1). Çeliklerdeki kök sayısı, kök uzunluğu, köklenme derecesi, sürgün uzunluk ve çapının da kurt

üzümü çeşitlerine göre farklı olduğu ve Damaye çeşidine ait çeliklerdeki verilerin (sırasıyla 3.36 adet, 1.94 cm, 2.07, 4.40 cm ve 0.71 mm) NQ7 çeşidine göre daha yüksek olduğu saptanmıştır (Şekil 3).

Çizelge 2. Farklı çeşitlerinden değişik zamanlarda alınarak farklı IBA konsantrasyonları ile muamele edilen kurt üzümü çeliklerinde kök sayısı (adet), kök uzunluğu (cm), köklenme derecesi (1-9), sürgün uzunluğu (cm) ve sürgün çapının (mm) çelik alma zamanı ve çeşitlere göre değişimi

Table 2. The variation of root number and length (cm), rooting degree (1-9), shoot length (cm) and diameter (mm) according to the cultivar and cutting time of goji berry cuttings

Çeşit	Zaman	Kök sayısı (Adet)	Kök uzunluğu (cm)	Köklenme Derecesi (1-9)**	Sürgün Uzunluğu (cm)	Sürgün Çapı (mm)
Damaye	Ağustos	8.53 a*	4.21 a*	4.67 a*	11.22 a	1.40
	Ekim	2.28 cd	0.99 c	1.45 c	3.17 cd	0.76
	Aralık	0.39 e	0.20 c	1.05 c	0.51 de	0.11
	Şubat	2.22 cd	2.36 b	1.11 c	2.71 cde	0.57
NQ7	Ağustos	5.58 b	2.62 b	2.77 b	7.76 b	1.33
	Ekim	2.12 cde	0.96 c	1.17 c	4.33 c	0.86
	Aralık	0.60 de	0.63 c	1.06 c	0.00 e	0.00
	Şubat	3.55 c	2.74 b	1.24 c	1.77 cde	0.43

\* Aynı sütunda yer alan ve aynı harf ile işaretli olan ortalamalar arasında %1'e göre fark yoktur.

\*\*1-9 skalası : 1=Köklenme yok. 3=Zayıf köklenme. 5=Orta derecede köklenme. 7=Kuvvetli derecede köklenme ve 9=çok kuvvetli derecede köklenme

Çizelge 3. Farklı çeşitlerinden değişik zamanlarda alınarak farklı IBA konsantrasyonları ile muamele edilen kurt üzümü çeliklerinde kök sayısı (adet), kök uzunluğu (cm), köklenme derecesi (1-9), sürgün uzunluğu (cm) ve sürgün çapının (mm) çeşit ve IBA dozlarına göre değişimi

Table 3. The variation of root number and length (cm), rooting degree (1-9), shoot length (cm) and diameter (mm) according to the cultivar and IBA doses of goji berry cuttings

Çeşit	IBA	Kök sayısı (Adet)	Kök uzunluğu (cm)	Köklenme Derecesi (1-9)**	Sürgün Uzunluğu (cm)	Sürgün Çapı (mm)
Damaye	0	1.78 b*	1.22 b*	1.61 ab*	3.23	0.56
	500	3.31 ab	1.92 ab	2.04 ab	3.66	0.65
	1000	4.87 a	2.81 a	2.70 a	5.72	0.92
	2000	3.48 ab	1.80 ab	1.93 ab	4.99	0.71
NQ7	0	2.68 ab	1.85 ab	1.25 b	3.44	0.63
	500	2.71 ab	1.80 ab	1.43 ab	5.33	0.99
	1000	2.93 ab	1.41 ab	1.67 ab	2.58	0.56
	2000	3.53 ab	1.90 ab	1.89 ab	2.50	0.45

\* Aynı sütunda yer alan ve aynı harf ile işaretli olan ortalamalar arasında %1'e göre fark yoktur.

\*\*1-9 skalası : 1=Köklenme yok. 3=Zayıf köklenme. 5=Orta derecede köklenme. 7=Kuvvetli derecede köklenme ve 9=çok kuvvetli derecede köklenme

Çelik alma zamanı bakımından incelenen tüm özellikler açısından Ağustos ayı çeliklerinin diğer zamanlara göre çok daha yüksek değerlere ulaştığı, daha sonraki aylarda alınmış olan çeliklerin tüm özellikler bakımından daha düşük değerler verdiği ve özellikle Aralık ayında alınan çeliklerdeki değerlerin en düşük değerlere ulaştığı ortaya konulmuştur (Şekil 4). Buna göre Ağustos ayı çeliklerinin 7.06 adet köke sahip olduğu, 3.41 cm kök uzunluğuna ulaştıkları, köklenme derecesinin 3.71 ile zayıf-orta derecede bir köklenme gösterdikleri, sürgün uzunluklarının 9.49 cm'ye ulaştığı ve 1.37 mm'lik bir sürgün çapı oluşturdukları saptanmıştır. Öte yandan Aralık ayında alınan çeliklerin kök ve sürgün gelişimi bakımından en düşük rakamlarda kaldığı da tespit edilmiştir (Şekil 4).

Denemede kullanılan ve köklenmeyi teşvik etmek amacıyla kurt üzümü çeliklerine uygulanan IBA dozları arasında kök sayısı ve köklenme derecesi bakımından istatistiki olarak önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Buna göre 1000 ppm IBA uygulanmış çeliklerdeki kök sayısı (3.90 adet), kök uzunluğu (2.11 cm) ve köklenme derecesi (2.18) bakımından en iyi sonuçları verirken sürgün uzunluk ve çapı 500 ppm de daha yüksek olmuştur. Kontrol yani 0 ppm IBA dozu ise en düşük değerleri vermiştir (Şekil 5).

Bu sonuçlar değerlendirildiğinde kök uzunluklarının çeliklerin alındığı çeşit, IBA uygulaması ve çelik alma zamanlarına göre değişebileceği görülmektedir. Çelik ve Karasakal (2018), yayılcı dağ muşmulasının tohum ve çelikle çoğaltılması amacıyla yaptıkları çalışmada, Ağustos ayında alınarak 1000 ppm IBA uygulandıktan sonra torf



ortamına dikilen yayılıcı dağ muşmulası çeliklerin 8.64 cm ile en uzun kökleri verdiğini belirtmektedirler. Bu sonuçlar yaptığımız çalışma ile paralellik göstermektedir. Ayrıca herdemyeşil olan karayemiş tiplerinde kök uzunluklarının çelik alma zamanı ile IBA dozlarına göre değişebileceği Çelik ve ark. (2015) tarafından da ortaya konulmuştur. Hartmann ve ark. (2014) ise çelik alınan damızlık bitkinin yaşı, çelik alma zamanı ve oksin uygulamalarının çelikteki kök kalitesini (uzunluk ve sayı) etkileyebileceğini ve bu durumun ortam tipi ile sıcaklığa da bağlı olduğunu belirtmektedir. Denemedeki kök uzunluğu sonuçlarımız, çeliklerdeki kök uzunluğunun çelik alma zamanı, IBA dozu, genotip, çeliğin alındığı bitkinin taç pozisyonu, çelik tipi (basit ve ökçeli), çelik uzunluğu ve damızlık bitki yaşına (Brock, 2014), damızlık bitkinin bulunduğu lokasyona, bölgeye ve kullanılan oksin tipine (Alsup ve ark., 2004; Beyl ve ark., 2015) göre değişebileceğini bildiren araştırmacıların sonuçlarına paralellik göstermiştir. Nitekim bazı çalı türü bitkileri çelikle çoğaltan Yılmaz ve Yıldız (2020), 2000-8000 ppm IBA uyguladıkları çeliklerdeki kök gelişimi üzerine bitki türlerine göre farklı etki yaptığını da saptamışlardır. Denememizde ise farklı zamanlarda alınan çeliklerdeki kök gelişimi üzerine IBA dozlarının etkilerinin de farklı olduğu tespit edilmiştir.

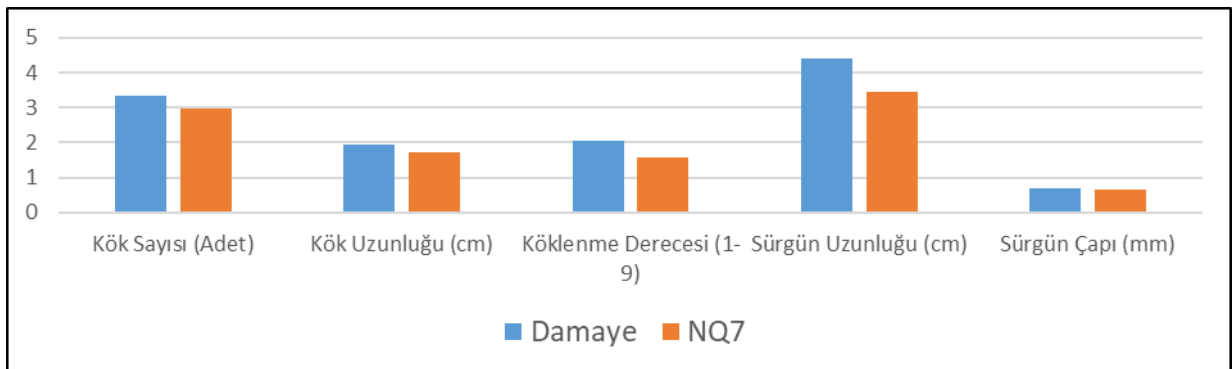
Çizelge 4. Farklı çeşitlerinden değişik zamanlarda alınarak farklı IBA konsantrasyonları ile muamele edilen kurt üzümü çeliklerinde kök sayısı (adet), kök uzunluğu (cm), köklenme derecesi (1-9), sürgün uzunluğu (cm) ve sürgün çapının (mm) çelik alma zamanı ve IBA dozlarına göre değişimi

Table 4. The variaton of root number and length (cm), rooting degree (1-9), shoot length (cm) and diameter (mm) according to the cutting taking time and IBA doses of goji berry cuttings

Zaman	IBA	Kök sayısı (Adet)	Kök uzunluğu (cm)	Köklenme Derecesi (1-9)**	Sürgün Uzunluğu (cm)	Sürgün Çapı (mm)
Ağustos	0	4.40 bc*	2.45	2.35 c*	6.58	1.34
	500	5.53 b	2.86	3.36 b	9.99	1.33
	1000	8.44 a	4.11	4.89 a	10.28	1.44
	2000	9.87 a	4.24	4.27 a	11.15	1.37
Ekim	0	0.67 def	0.49	1.08 d	4.27	0.62
	500	2.08 c-f	0.96	1.31 d	4.35	1.07
	1000	3.92 bc	1.18	1.65 cd	3.59	0.88
	2000	2.15 c-f	1.27	1.21 d	2.80	0.65
Aralık	0	0.70 def	0.10	1.09 d	0.00	0.00
	500	0.79 def	0.44	1.08 d	1.02	0.23
	1000	0.50 ef	0.22	1.05 d	0.00	0.00
	2000	0.00 f	0.00	1.00 d	0.00	0.00
Şubat	0	3.16 bcd	2.13	1.21 d	2.50	0.43
	500	3.64 bc	3.17	1.20 d	2.61	0.66
	1000	2.75 cde	2.93	1.13 d	2.80	0.62
	2000	2.00 c-f	1.90	1.16 d	1.04	0.30

\*Aynı sütunda yer alan ve aynı harf ile işaretli olan ortalamalar arasında %1'e göre fark yoktur.

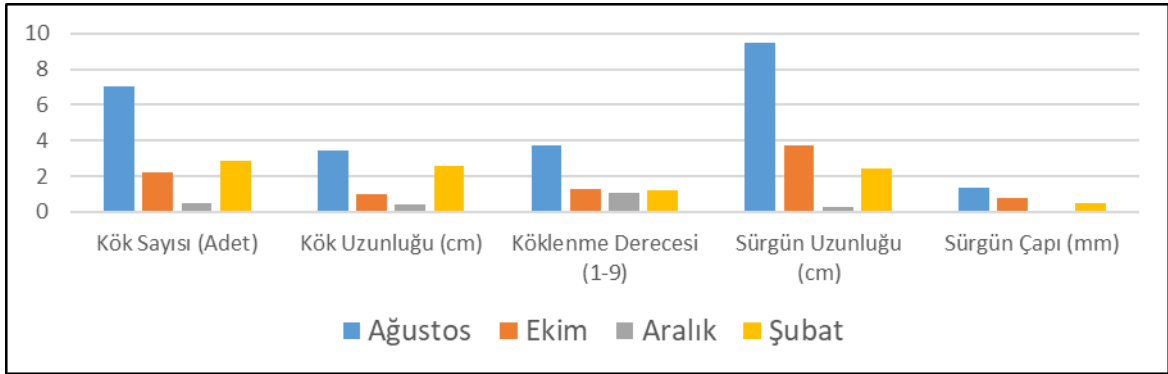
\*\*1-9 skalası : 1=Köklenme yok. 3=Zayıf köklenme. 5=Orta derecede köklenme. 7=Kuvvetli derecede köklenme ve 9=çok kuvvetli derecede köklenme



Şekil 3. Goji berry çeliklerindeki kök sayısı, kök uzunluğu, köklenme derecesi, sürgün uzunluğu ve çapının çeşitlere göre değişimi

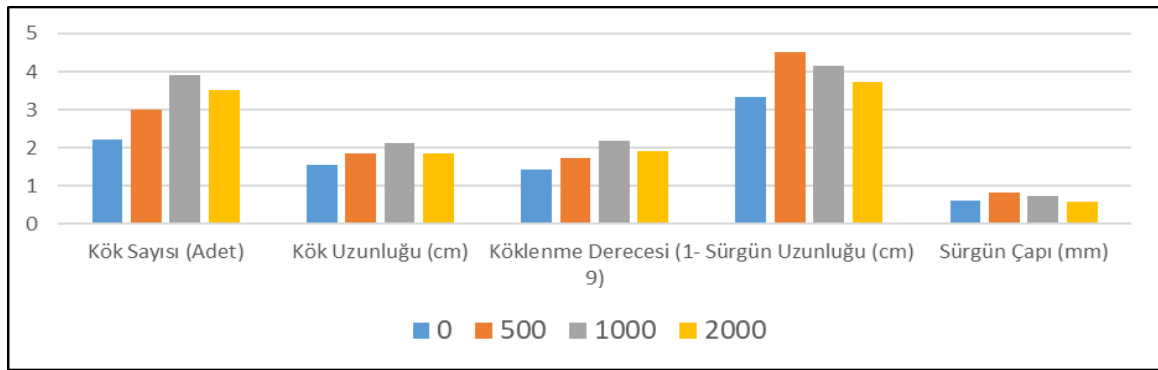
Figure 3. Variation of root number, root length, rooting degree, shoot length and diameter according to varieties in goji berry cuttings





Şekil 4. Goji berry çeliklerindeki kök sayısı, kök uzunluğu, köklenme derecesi, sürgün uzunluğu ve çapının çelik alma zamanlarına göre değişimi

Figure 4. Variation of root number, root length, rooting degree, shoot length and diameter according to cutting time in goji berry cuttings



Şekil 5. Goji berry çeliklerindeki kök sayısı, kök uzunluğu, köklenme derecesi, sürgün uzunluğu ve çapının IBA dozlarına göre değişimi

Figure 5. Variation of root number, root length, rooting degree, shoot length and diameter according to IBA doses in goji berry cuttings

Vejetatif çoğaltma yöntemleri arasında en çok tercih edilen çelikle çoğaltma yönteminde köklenme oranındaki başarıya ek olarak köklenmiş olan çeliklerin oluşturdukları kök sayısı, çapı, uzunluk ve kapladıkları alanın yanı sıra yaş ve kuru kök ağırlıklarına da bakılarak kök kalitesi ortaya konulmaktadır. Bu kalite özelliklerinden kök sayısı da oldukça önem arz etmekte olup, denememiz sonuçlarına göre Damaye kurt üzümü çeşidinden Ağustos ayında alınarak 1000 ppm IBA dozu uygulanmış olan çeliklerdeki kök sayısı 10.80 adet ile en fazla olmuştur. Bununla birlikte Damaye çeşidinden Ekim ayında alınan ve IBA uygulanmayan ve Aralık ayında alınarak 0 veya 2000 ppm IBA dozu uygulanan çeliklerde köklenme olmamış ve kök sayısı sıfır olarak kaydedilmiştir. Bu sonuçları NQ7 çeşidi açısından değerlendirecek olursak Ağustos ayında alınarak 2000 ppm IBA uygulanan yarı odunsu çeliklerdeki kök sayısı 9.60 adet ile en fazla olmuştur. Fakat Aralık ayında alınan odun çeliklerinde 1000 ve 2000 ppm IBA dozu uygulanan çeliklerde köklenme meydana gelmediği için kök sayısı sıfır olarak kaydedilmiştir (Çizelge 1). Nitekim çeliklerdeki kök sayısının alttan ısıtma sıcaklığına (Ball ve Zylstra, 1998), çelik alma zamanı (Çelik ve ark., 2015; Ruter, 2015), IBA dozuna (Çelik ve ark., 2016; Ersoy ve ark., 2016), genotipe, çeliğin alındığı bitkinin taç pozisyonu ve çelik tipine (basit ve ökçeli), çelik uzunluğu ve damızlık bitkinin yaşına (Henry ve ark., 1992) göre değişebileceği bilinmektedir.

Çelik ile çoğaltılan ve kültürü yapılan bir çok bahçe bitkisinde kök sayısı, kök uzunluğu ve çapı ile köklerin çeliğin dip kısmındaki yayılışı ve yan dallanma gösterme durumu dikkate alınarak köklenme derecesi skala değerleri (1-9) oluşturulmakta ve köklenme dereceleri rakamsal olarak hesaplanmaktadır (Çelik ve ark., 2015; Çelik ve ark., 2016; Çelik ve Çelik, 2017). Skala değerleri olan 1-9'a göre hesaplanan köklenme derecesinde 1, 3, 5, 7 ve 9 rakamları sırasıyla köklenme olmadığını, zayıf, orta, kuvvetli ve çok kuvvetli köklenme olduğunu göstermektedir. Buna göre yaptığımız çalışmada kullanılan tüm faktörler (Çeşit x Zaman x IBA dozu) dikkate alındığında Damaye

kurt üzümü çeşidinden Ağustos ayında alınarak 1000 ppm IBA dozu uygulanan yarı odunsu çeliklerin “orta-kuvvetli” arasında ve 6.39’luk bir köklenme derecesi ile en yüksek köklenme derecesi değerine ulaştığı saptanmıştır. Öte yandan, Damaye kurt üzümü çeşidinden Ekim ayında alınarak IBA uygulanmayan kontrol grubu çelikleri ile Aralık ayında alınarak 0 ve 2000 ppm IBA dozu uygulanan çelikler ile NQ7 çeşidinden Aralık ayında alınarak 1000 ve 2000 ppm IBA dozu uygulanmış çeliklerdeki köklenme derecesi 1.00 değeri ile “köklenme yok” şeklinde en düşük seviyede kaydedilmiştir (Çizelge 1). Çelik alma zamanı ve IBA dozu etkileşiminde Ağustos ayında alınarak 1000 ppm IBA uygulanan yarı odunsu çeliklerde “zayıf-orta” (4.89) köklenme derecesi ile öne çıkarken Aralık ayında alınarak 2000 ppm IBA dozu uygulanan odun çeliklerinde 1.00 ve “köklenme yok” skala değerinde kalarak en düşük değeri vermiştir. Çeşit x IBA dozu interaksyonu incelendiğinde ise Damaye kurt üzümü çeşidinden alınarak 1000 ppm IBA dozu uygulanan çeliklerin köklenme derecesi diğer uygulamalara nazaran 2.70 ile “köklenme yok-zayıf” aralığında kalarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3). Sadece çeşit bakımından köklenme dereceleri değerlendirildiğinde ise Damaye kurt üzümü çeşidinin 2.07’lik derece ile NQ7 kurt üzümü çeşidinden (1.56) daha iyi köklenme derecesi performansı gösterdiği saptanmıştır (Şekil 1). Köklenme derecesinin hesaplanmasında kullanılan kök sayısı, kök uzunluğu ile kök çapını etkileyen çelik alma zamanı (Çelik ve ark., 2015; Ruter, 2015), IBA dozu (Çelik ve ark., 2016; Ersoy ve ark., 2016), çeşit veya tip ile çelik tipi (basit ve ökçeli), çeliğin uzunluğu ve damızlık bitkinin yaşı da (Henry ve ark., 1992) köklenme derecesini etkileyebilecektir. Bu sebeple denememizden elde edilen köklenme dereceleri IBA dozu, çeşit ve çelik alma zamanlarından etkilenecek farklı seviyelerde olmuştur.

#### 4. Sonuç

Sonuç olarak, kurt üzümü çeliklerinde zaman ve IBA dozlarının kök ve sürgün gelişimini olumlu veya olumsuz olarak etkileyebileceği, Damaye çeşidinden Ağustos ayında alınan ve 1000 ppm IBA uygulanmış olan yarı odunsu çeliklerdeki kök ve sürgün gelişiminin en yüksek değerlere ulaştığı, Aralık ayında alınan odun çelikleri ve kontrol veya 500 ppm IBA uygulamalarının ise kurt üzümü çeliklerindeki kök ve sürgün gelişimi bakımından olumsuz sonuçlar verdiği ortaya konulmuştur. Kurt üzümü çeliklerinde kök ve sürgün gelişimi bakımından çeşit olarak Damaye, çelik alma zamanı olarak Ağustos ayı ve doz olarak 1000 ppm IBA dozunun öne çıktığı saptanmıştır.

#### Teşekkür

Çalışmanın yürütülmesi aşamasında kurt üzümü bahçesini bizlere sunan, deneme materyallerini temin eden, deneme ortamı olan yüksek tünel ve sera içi alttan ısıtmalı tavaları kurarak köklenme ortamını temin eden HZR Fidan, Tarım A.Ş.’nin sahibi Sayın Mehmet ÇEKİL’e teşekkür ederiz.

#### Kaynaklar

- Adrian, A., Valerica, T., Ionut, T.R., Alexandru, I., Violeta, Z., Daniel, T.A. 2016. Results on hardwood cuttings propagation of some lycium sp. genotypes. Fruit Growing, 32: 63-70.
- Alsop, C. M., Cole, J. C. ve Claypool, P.L. 2004. Stem cuttings from caddo sugar maple trees differ in their rooting potential. Acta horticulturae. 630: 263-269. doi: 10.17660/ActaHortic.2004.630.32.
- Anonim, 2015. Gojiberry Nasıl Yetiştirilir. <http://gojiberryorganik.com/index.php?s=icerik&id=26> (Erişim Tarihi : 02.09.2019)
- Anonim, 2016. Why we should grow goji berry. BioTree <http://paulowniatrees.eu/learn-more/why-we-should-grow-goji-berry/> (Erişim Tarihi:20.01.2016)
- Beyl, C.A., Burger, D.W., Cheng Z-M. 2015. Plant Growth Substances Used In Propagation. Chapter 4, In: Introduction to Plant Propagation and Laboratory Exercises (Ed: Beyl, C.A., Trigiano, R.N.), 47-63.
- Brock, J.A., 2014. Rooting stem cuttings of shantung maple (*Acer thunocatum*), mound layering shantung and caddo sugar mapples (*Acer saccharum*) and using eastern redcedar (*Juniperus virginiana*) as a substrate component in stem cuttings propagation. MsC Thesis, Kansas State Univ., 95p.
- Bryan, J. K., Costa, D., Giese, N., Nummy, K., Rapp, C., Seamon, E. 2008. Goji (*Lycium spp*) in natural standard monograph. Natural Standard.
- Çelik, H., Çelik, D., 2017. Güzyemişi (*Elaeagnus umbellata* Thunb.) çeliklerinde köklenme üzerine çelik alma zamanı ve IBA dozlarının etkisi. BAHÇE 46 (Özel Sayı 1): 155-162.
- Çelik, H., İslam, A., Kalkışım, Ö. 2015. Effect of cutting time and IBA application on rooting of edible cherry laurel (*Prunus laurocerasus* cv. ‘Kiraz’) cuttings. Anaolu Tarım Bilimleri Dergisi. 30:215-220.
- Çelik, H., İslam, A., Kalkışım, Ö., Deligöz, H., Ateş, S., 2016. Karayemiş tepe çeliklerinin köklenmesi üzerine kesim şekli ve dışsal oksin uygulamasının etkileri. BAHÇE Dergisi, 45(1): 428-433. doi: 10.7161/anajas.2015.30.3.215-220.

- Çelik, H., Karasakal, Ö. 2018. Yayılıcı dağ muşmulası'nın (*Cotoneaster horizontalis* dnce.) tohum ve çelikle çoğaltılması. OMÜ Fen Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi, 180p.
- Çelik, H., Yayla Çetin F., 2017. Süper meyve gojiberry (kurt üzümü). Köyüm Bitkisel Üretim ve Hayvancılık Dergisi. 2(20): 76-80
- Demchak, K. 2014. Goji Berry Culture. New York Berry News, 12(9): 27-28.
- Ersoy, N., Kalyoncu, İ.H., Özer, N. 2016. Rooting of apical softwood cuttings of *Cotoneaster horizontalis* Decne with application of IBA and air humidity. Selçuk journal of agriculture and food sciences. 30:2, 67-73
- Fukuda, T., Yokoyama, J. and Ohashi, H. 2001. Phylogeny and biogeography of the genus *Lycium* (Solanaceae): inferences from chloroplast DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 19(2): 246–58. Guo D.J., Cheng H.L., Chan S.W., Yu P.H.F. 2008. Antioxidative activities and the total phenolic contents of tonic Chinese medicinal herbs. *Inflammopharmacology*, 16, 201–207.
- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T., Geneva, R.T. 2014. *Plant Propagation. Principles and Practices*. Pearson New Int. Ed. England, Eight Ed., 922p.
- Levin, R. A., Miller, S. A., 2005. Relationships within tribe Lycieae (Solanaceae): paraphyly of *Lycium* and multiple origins of gender dimorphism. *American Journal of Botany* 92(12): 2044-2053. doi: 10.3732/ajb.9212.2044
- Lonnee, D., Rose, D., Selinger, D., Whitman, J. 2011. *Growing Shrubs and Small Trees in Cold Climates*. Univ. Of Minnesota Press., 81-84.
- Potterat, O. 2010. Goji (*Lycium barbarum* and *L. chinense*): Phytochemistry, Pharmacology and Safety in the perspective of traditional uses and recent popularity, *Planta Med*, 76, 7-19.
- Ruter, J. 2015. Cloning Plants by Rooting Stem Cuttings. Chapter 17, In: *Introduction to Plant Propagation and Laboratory Exercises* (Ed: Beyl, C.A., Trigiano, R.N.), s:219-229.
- SPSS, (2017). *IBM SPSS Statistics 25.0 for Windows*. Armonk, NY.
- Yılmaz, G., Kınay, A., 2016. Goji Beri (*Lycium barbarum* L.) Fidesi Üretimine Farklı Ortamların Etkileri. *GOP Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(1): 111-115.
- Yılmaz G., Yıldız K., 2020. Bazı önemli dış mekan süs bitkilerine ait yeşil çeliklerin köklenme performansı. *Akademik Ziraat Dergisi*, 9(2): 373-380
- Yi, R., Liu, X. and Dong, Q. (2013). A Study of *Lycium barbarum* polysaccharides (LBP) extraction technology and its anti-aging effect. *African Journal of Traditional Complementary and Alternative medicine*, 10(4): 171–174. doi: 10.4314/ajtcam.v10i4.27. eCollection 2013.



## Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.886642

# Kadmiyumun Küçük Balmumu Güvesi Larvalarında Protein, Lipit ve Karbohidrat Miktarları ile Etkileşimi

Yeliz Yılmaz<sup>a</sup>, Nevran Eylem Akman Gündüz<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Samsun, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: [gunduzeylem@gmail.com](mailto:gunduzeylem@gmail.com)

Geliş/Received 25/02/2021 Kabul/Accepted 24/05/2021

## ÖZET

Kadmiyumun küçük balmumu güvesi, *Achroia grisella* Fabricius, 1794 (Lepidoptera: Pyralidae) larvalarının protein, lipit ve karbohidrat miktarlarına etkisi laboratuvar koşullarında araştırılmıştır. Larvalar kadmiyumun üç farklı konsantrasyonu (50, 100 ve 200 mg kg<sup>-1</sup> besin) ile kontamine edilmiş yapay besin ortamında yetiştirildi. Kontrol grubundaki böcekler bal peteği (200 g), kepek (860 g), gliserol (300 ml), bal (150 ml) ve saf su (150 ml) içeren ancak kadmiyum içermeyen besinle beslendi. Böceklerin tümü 25 ± 2 °C sıcaklık, % 60 ± 5 bağıl nem ve 16A: 8K fotoperiyot koşullarında yetiştirildi. Biyokimyasal analizler için son evre *A. grisella* larvaları tartılıp ayrı mikrosantrifüj tüplerine konularak -20 °C'de tutuldu. Bu çalışmanın sonuçları 50 ve 200 mg kg<sup>-1</sup> kadmiyum konsantrasyonlarında kontaminasyonun larvaların protein seviyesinde önemli bir düşmeye neden olduğunu göstermiştir. Karbohidrat miktarı sadece 50 mg kg<sup>-1</sup> kadmiyum konsantrasyonunda kontrol ile karşılaştırıldığında önemli ölçüde azalmıştır. Kadmiyum uygulanan larvaların lipit miktarı, 50 ve 200 mg kg<sup>-1</sup> kadmiyum konsantrasyonlarında çok değişmediği halde, 100 mg kg<sup>-1</sup> da önemli ölçüde düşmüştür.

Anahtar Sözcükler:  
*Achroia grisella*  
Biyokimyasal  
kompozisyon  
Ağır metal

## The Interaction of Cadmium with Protein, Lipid and Carbohydrate Concentrations in Lesser Wax Moth Larvae

## ABSTRACT

The influence of cadmium on protein, lipid and carbohydrate levels of lesser wax moth, *Achroia grisella* Fabricius, 1794 (Lepidoptera:Pyralidae) larvae was examined under laboratory conditions. Larvae were reared on an artificial diet medium contaminated with three different concentrations of cadmium (50, 100 and 200 mg kg<sup>-1</sup> diet). In the control group the insects fed on cadmium-free diet containing honeycomb (200 g), bran (860 g), glycerol (300 ml), honey (150 ml) and distilled water (150 ml). All of the insects were kept at 25 ± 2 °C temperature, 60 ± 5 % relative humidity and 16L:8D photoperiod conditions. Last instar *A. grisella* larvae were weighed, placed individually into microcentrifuge tubes and stored at -20 °C for the biochemical analysis. The results of this study showed that cadmium contamination caused a significant reduction in the protein level of the larvae at 50 and 200 mg kg<sup>-1</sup> concentrations. Carbohydrate level reduced significantly at only 50 mg kg<sup>-1</sup> cadmium concentration compared with control. Lipid level of the cadmium-treated larvae considerably reduced <sup>1</sup>at 100 mg kg<sup>-1</sup> concentration, while it remained more or less unaffected at 50 and 200 mg kg<sup>-1</sup> cadmium concentrations.

Keywords:  
*Achroia grisella*  
Biochemical  
composition  
Heavy metal

© OMU ANAJAS 2021

## 1. Giriş

Günümüzde insan sağlığını tehdit eden en önemli tehlikelerden biri çevre kirliliğidir. Ağır metaller çevre kirliliğine sebep olan en önemli faktörler arasındadır. Bunlar, çok çeşitli kaynaklardan ortaya çıkabilmeleri, kolaylıkla besin zincirine girerek canlıların yapılarında birikmeleri nedeniyle diğer doğal ve kimyasal kirleticiler arasında önemli bir yere sahiptir (Kayış ve Emre, 2012). Ağır metaller çok eski zamanlardan günümüze kadar insanlar tarafından farklı amaçlarla işlenmiş ve kullanılmıştır. Madencilik, demir-çelik sanayi, cam ve seramik sanayi, kağıt endüstrisi, petrokimya sanayi, enerji üretimi ve gübre üretimi gibi günümüzün önemli endüstriyel faaliyetleri ağır metallerin en çok kullanıldığı alanlardır. Bu endüstriyel faaliyetlerin kontrolsüz devamı ve bunun yanında imha edilmek yerine doğaya atılan şehirselleşen atıklar ağır metal kirliliğini hızla artırmıştır (Yavuz ve Sarıgül, 2016).

Daha önce yapılan bazı çalışmalarda ağır metallerin böceklerin değişik özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Raina ve ark. (2001), *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) larvalarını 6 farklı ağır metale maruz bırakarak post embriyonik gelişim ve ergin çıkışının olumsuz etkilendiğini ayrıca ağır metal uygulanan larvalardan elde edilen neslin üreme potansiyelinin de oldukça azaldığını belirlemiştir. Borowska ve ark. (2004) bakır, çinko, kurşun ve kadmiyum ile kontamine edilen yapay besin ortamında yetiştirilen *M. domestica* larvalarında, ağır metallerin vücutta biriktiğini ve bu birikmenin larval gelişimi, metamorfozu, larva ve pupların hayatta kalma oranını olumsuz etkilediğini göstermişlerdir. Aynı çalışmada ağır metallerin toplam hemosit sayısını ve hemositlerin adhezyon yeteneklerini de azalttığını belirtmişlerdir. Filipiak ve ark. (2010) çinko uygulamasının *M. domestica* ve *Drosophila melanogaster* (Diptera:Tephritidae) türlerinde fagositozu arttırdığını ve programlanmış hücre ölümünü etkilediğini göstermişlerdir. Mırčić ve ark. (2010) üç farklı konsantrasyonda kadmiyum çözeltisi kullanarak, kadmiyumun çingene güvesinde larva süresini değiştirmediğini, pup süresini kısalttığını ve pup büyüklüğünü azalttığını belirlemiştir. Shakunthala ve Shalini (2018) kurşun asetat ve çinko klorürün sublethal konsantrasyonlarının *D. melanogaster* türünde ömür uzunluğunu azalttığını belirlemiştir. Ayrıca Suganya ve ark. (2016) kadmiyum ve kurşunun *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) larvaları üzerinde toksik etkisi olduğunu ve antioksidan enzim faaliyetlerinde önemli bir artışa neden olduğunu gözlemlemiştir. El-Sheikh ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae) larvalarının ölüm yüzdesinin ağır metal konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak arttığını göstermişlerdir. Başka bir çalışma da Gao ve ark. (2012) kadmiyumun tahıl biti, *Sitobion avena* Fabricius (Hemiptera: Aphididae)'un hayatta kalma ve üreme özelliklerini olumsuz etkilediğini tespit etmişlerdir.

Küçük Balmumu Güvesi olarak bilinen, *Achroia grisella* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Pyralidae) arı kovanlarına ciddi zarar veren ve bal arısı popülasyonlarını tehdit eden kozmopolit bir zararlı türdür (Mahgoup ve ark., 2015). Özellikle zayıflamış kovanlarda güvelerin daha zararlı olduğu bilinmektedir. Bal arılarının olduğu hemen hemen her yerde bulunabilirler ve dişiler normal koşullarda yumurtalarını bal kovanlarının içindeki yarıklara bırakırlar. Gelişmekte olan larvalar polen, bal ve balmumu ile beslenir, bu nedenle arıcılık endüstrisinde ağır ekonomik hasara neden olurlar. Gelişim süresinin kısa olması, kolay üretilebilmesi ve üzerinde çeşitli parazitoid ve predatörlerin yetişmesine olanak tanınması gibi nedenlerle *A. grisella* türünün biyolojisi, davranış özellikleri ve kontrolü konusunda bazı çalışmalar yapılmıştır (Greenfield ve Coffelt, 1983; Nurulloğlu, 2003). *A. grisella* ayrıca böcek fizyolojisi, genomik ve proteomik araştırmalarda da model organizma olarak kullanılmıştır (Ellis ve ark., 2013; Mahgoup ve ark., 2015; Gleason ve ark., 2016; Çelik ve ark., 2017). *A. grisella*'nın farklı özellikleri ile ilgili olarak yapılan bu çalışmalar bazı önemli bilgiler sağlamış olmasına rağmen, kadmiyumun *A. grisella* larvalarının protein, karbohidrat ve lipit miktarı üzerindeki etkileri çok iyi bilinmemektedir. Bu nedenle bu çalışmada oldukça toksik bir ağır metal olan kadmiyumun *A. grisella* larvalarının protein, karbohidrat ve lipit miktarlarına etkileri araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Küçük balmumu güvesi kültürlerinin hazırlanması

Denemelerde Küçük Balmumu Güvesi, *A. grisella*'nın son evre larvaları kullanılmıştır. Larvaların beslenmesinde Sak ve ark. (2006)'nın Bronskill (1961) besininde düzenleme yaparak elde ettikleri petek, kepek, bal, gliserol ve saf sudan oluşan karışım kullanıldı. Hazırlanan besin yarım litre hacmindeki cam kavanozlara konularak kavanozların her birine 10-15 adet *A. grisella* ergini ilave edildi ve kavanozların üst kısımları böceklerin kaçmasını engellemek için hava sirkülasyonunu önlemeyecek şekilde uygun bir bez parçası ile kapatıldı. Hazırlanan kavanozlar % 60±5 nispi nem, 26±2 °C sıcaklık ve 16:8 (A:K) fotoperiyot koşullarındaki laboratuvar ortamında

bekletildi. Böylece *A. grisella* stok kültürleri oluşturuldu. Kadmiyumun larvaların protein, lipit ve karbohidrat miktarlarına etkisini belirlemek için önce 2000 ppm kadmiyum içeren stok çözelti hazırlandı. Bu stok çözelti kullanılarak hazırlanan farklı konsantrasyondaki kadmiyum çözeltileri 50, 100 ve 200 mg kg<sup>-1</sup> olacak şekilde *A. grisella* besinine ilave edildi. Hazırlanan besinlerden yarım litrelik cam kavanozlara yeterince konulup, her kavanoza 10-15 adet *A. grisella* ergini yerleştirildi. Bu kavanozlardan elde edilen son evre larvalar tartılarak -20 °C'de stoklandı ve biyokimyasal analizlerde kullanıldı. Kontrol grubunun oluşturulmasında ise besine kadmiyum ilave edilmedi ve stok kültürlerin hazırlanmasında kullanılan besin içeriğinin aynısı kullanıldı.

## 2. 2. Biyokimyasal analizler

Larvalardaki protein miktarının belirlenmesinde Lowry ve ark. (1951)'nin yöntemi kullanıldı. Bunun için tartıldıktan sonra -20 °C'de stoklanan larva örnekleri dondurucudan çıkarılarak 500 µl tampon çözeltide homojenize edildi. Bu homojenatlar tamponla 1000 µl ye tamamlanarak +4 °C'de 3500 devir/dakikada 15 dakika santrifüj edildi. Süpernatanttan 100 µl alınarak üzerine 900 µl tampon ilave edildi, böylece örneklerde 10 kat sulandırma yapıldı. Sulandırılan örneklerden 100 µl alınarak Lowry metodu uygulandı. Hazırlanan numunelerin absorpsiyon değerleri 695 nm dalga boyunda okundu. Elde edilen absorpsiyon değerleri sığır serum albumin çözeltisi kullanılarak hazırlanan standart protein grafiğinde bulunan değerler ile karşılaştırılarak larvalardaki protein miktarı belirlendi.

Larvalarda lipit ve karbohidrat miktarının belirlenmesi için, daha önce farklı araştırmacılar (Olson ve ark., 2000; Fadamiro ve Heimpel, 2001; Lee ve ark., 2004) tarafından kullanılan van Handel (1985a ve 1985b)'den modifiye edilmiş yöntemlerden yararlanıldı. Karbohidrat ve lipit miktarının belirlenmesi için, -20 °C'de mikrosantrifüj tüplerinde bekletilen larvalar dondurucudan çıkarıldı. Her bir mikrosantrifüj tüpüne 100 µl %2'lik sodyum sülfat çözeltisi ilave edilerek larvalar homojenize edildi. Homojenatlara 900 µl kloroform-metanol (1:2) karışımı eklenerek karıştırıldı. Karışım 14000 devir/dakikada 2 dakika santrifüj edildi. Santrifüj işlemi sonunda oluşan süpernatanttan 100 µl alınarak bir tüpe aktarıldı ve kloroform-metanol (1:2) karışımı ile 10 kat daha sulandırıldı. Bu karışımın 100 µl alınarak karbohidrat analizinde, diğer 100 µl ise lipit analizinde kullanıldı.

Karbohidrat analizi için, içerisinde 100 µl numune bulunan tüp 90 °C sıcaklıktaki su banyosunda yaklaşık 50 µl çözelti kalana kadar bekletildi. Tüp içerisinde kalan çözelti üzerine 950 µl antron reaktifi eklendikten sonra tüpler tekrar 90 °C'deki su banyosuna yerleştirildi ve 15 dakika bekletildi. Tüpteki örneğin absorpsiyon değeri 625 nm dalga boyunda okunarak, farklı konsantrasyonda glukoz çözeltileri kullanılarak hazırlanan standart karbohidrat grafiği ile karşılaştırıldı ve larvalardaki karbohidrat miktarı belirlendi.

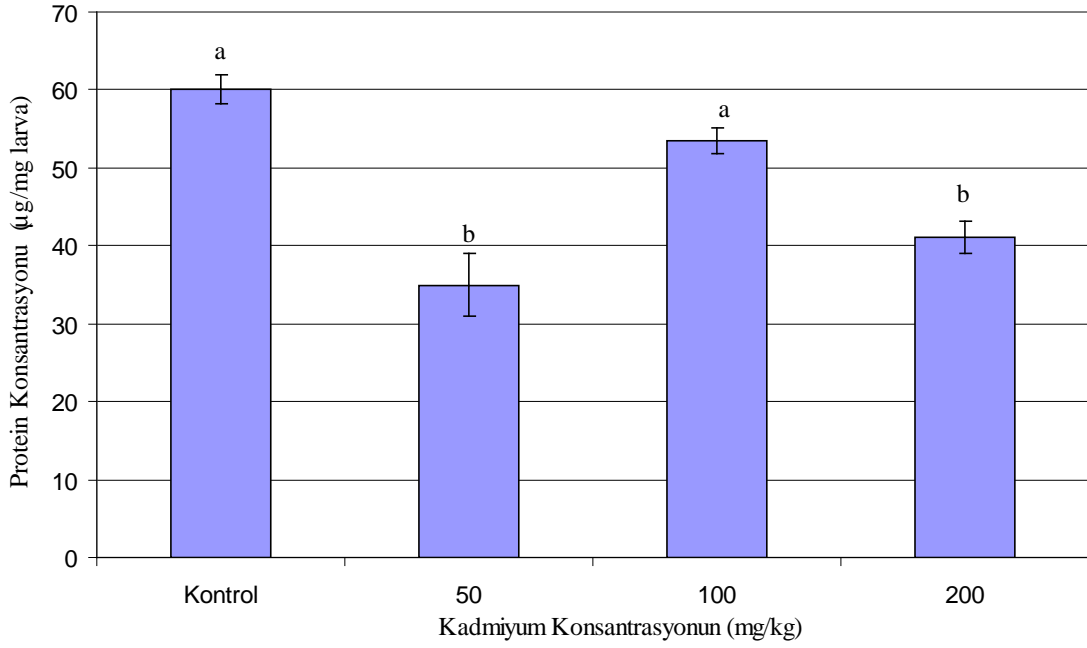
Lipit analizi için, içerisinde 100 µl çözelti bulunan tüp çözeltinin tamamı buharlaşmaya kadar 90 °C'deki su banyosunda ısıtıldı. Tüpte kalan lipit kalıntısına 40 µl konsantre sülfürik asit çözeltisi ilave edilerek tüpler karıştırıldı ve 90 °C sıcaklıktaki su banyosunda 2 dakika bekletildi. Su banyosundan çıkarılan tüp buzda soğutulmuş üzerine 960 µl vanilin-fosforik asit reaktifi ilave edildi ve 30 dakika oda sıcaklığında bırakıldı. Renk değişimi gözlenen örneklerin absorpsiyon değerleri 525 nm dalga boyunda okundu. Lipit standardı olarak mısır yağı çözeltisi kullanıldı. Okunan absorpsiyon değerleri standart lipit grafiğindeki değerlerle karşılaştırılarak larvalardaki lipit miktarı belirlendi.

## 2. 3. Elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi

Kadmiyumun *A. grisella* larvalarının protein, karbohidrat ve lipit miktarlarına etkisi ile ilgili sonuçların değerlendirilmesinde ikiden fazla grubun karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanıldı. Bu testten elde edilen sonuçların önem seviyeleri Student-Newman-Keuls (SNK testi) kullanılarak değerlendirildi. Değerlendirmelerde 0.05 güven sınırı (P) esas alındı. P>0.05 ise ortalamalar arasındaki fark önemsiz, P≤0.05 ise fark önemli olarak kabul edildi.

## 3. Bulgular ve Tartışma

Kadmiyumun *A. grisella* larvalarının protein miktarına etkisine ilişkin sonuçlar Şekil 1'de gösterilmiştir. Şekil 1 incelendiğinde, kadmiyum uygulamasının larvaların protein miktarını azalttığı görülmektedir. Azalma oranı 50 ve 200 mg kg<sup>-1</sup> kadmiyum içeren gruplarda kontrol grubuna göre istatistiksel açıdan önemli iken, 100 mg kg<sup>-1</sup> olan grupta önemli değildir.



Şekil 1. Kadmiyumun *A. grisella* larvalarının protein miktarına etkisi. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (SNK testi,  $F = 19.463$ ,  $df = 3,76$ ,  $P = 0.000$ )

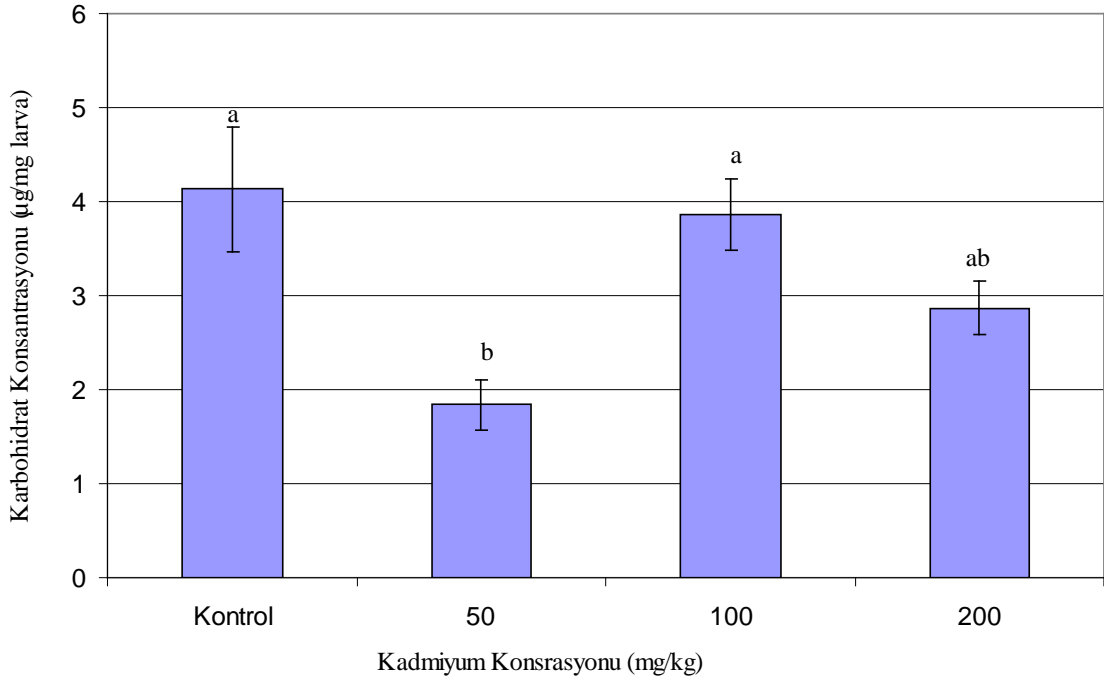
Figure 1. Effect of cadmium on protein composition of *A. grisella* larvae. Means followed by different letters are significantly different (SNK test,  $F = 19.463$ ,  $df = 3,76$ ,  $P = 0.000$ )

Kadmiyum uygulaması sonucunda *A. grisella* larvalarının protein miktarında görülen azalma farklı araştırmacıların çalışmaları ile benzerlik göstermektedir. Emre ve ark. (2013) yüksek konsantrasyonda kadmiyum (20 ve 40 mg kg<sup>-1</sup>) uygulamasının *G. mellonella* (Lepidoptera:Pyralidae) larvalarında toplam protein miktarını önemli ölçüde azalttığını göstermişlerdir. Benzer sonuçlar *Chrysochoris stollii* (Hemiptera: Scutelleridae) (Islam ve Roy, 1983), *P. turionellae* (Hymenoptera: Ichneumonidae) (Ortel, 1991), ve *Boettcherisca peregrina* (Diptera: Sarcophagidae) (Wu ve ark., 2006) türlerinde yapılan çalışmalarda da elde edilmiştir. Protein miktarındaki azalma, Norton ve Kench (1977) tarafından ileri sürüldüğü gibi doğrudan protein sentezinin inhibe edilmesinden ya da Sancho ve ark. (1998)'nın belirttiği gibi toksik maddelerin neden olduğu zararların giderilmesinde kullanılan lipoprotein miktarındaki azalmadan kaynaklanmış olabilir. Bulgularımızın aksine, Baghban ve ark. (2014) çalışmalarında kullandıkları tüm bakır konsantrasyonlarında (25, 50 ve 100 mg kg<sup>-1</sup> besin) ve düşük çinko konsantrasyonlarında (25 ve 50 mg kg<sup>-1</sup> besin) *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae)'nın 3. evre larvalarında protein miktarının arttığını göstermişlerdir.

Ağır metallerin protein miktarı üzerindeki etkileri kullanılan böcek türüne, eşeyine, böceğin maruz kaldığı ağır metal tipine, konsantrasyonuna ve maruz kalma süresine göre farklılık gösterebilir. Kayış ve Emre (2012), besine ilave edilen kadmiyumun *P. turionellae* dişilerinde genel olarak protein miktarını azalttığını ancak bazı günlerde (30. gün) özellikle düşük kadmiyum konsantrasyonlarında protein miktarının kontrol grubuna göre artış gösterdiğini belirlemişlerdir. Hassan ve ark. (2011) kadmiyum, bakır, kurşun ve civa uygulamasının *C. pipiens* dişilerinde toplam protein miktarını azalttığını, buna karşın aynı türün bakır, kurşun ve civa uygulanan erkeklerinde proteinin artış gösterdiğini belirlemişlerdir. Ağır metaller aynı böcek türünün hemolenf ve toplam vücut proteinleri üzerinde de farklı etki gösterebilirler. Bischof (1996), *Glyptapanteles liparidis* (Hymenoptera: Braconidae) tarafından parazitlenen ve kadmiyum, kurşun, bakır ya da çinko ile kontamine edilen besin ortamında yetiştirilen *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae) larvalarının hemolenf protein konsantrasyonunun tüm kontamine olan gruplarda önemli ölçüde azaldığını, ancak toplam vücut proteinlerinin arttığını göstermiştir.

Larvalara besin içerisinde kadmiyum verilmesinin karbohidrat miktarına etkileri Şekil 2'de gösterilmiştir. Şekilde sadece 50 mg kg<sup>-1</sup> kadmiyum içeren grupta karbohidrat miktarının kontrol grubuna oranla önemli ölçüde azaldığı görülmektedir. Buna karşın 100 ve 200 mg kg<sup>-1</sup> kadmiyum içeren besinle beslenen gruplarda karbohidrat miktarı kontrol grubu ile benzer bulunmuştur.



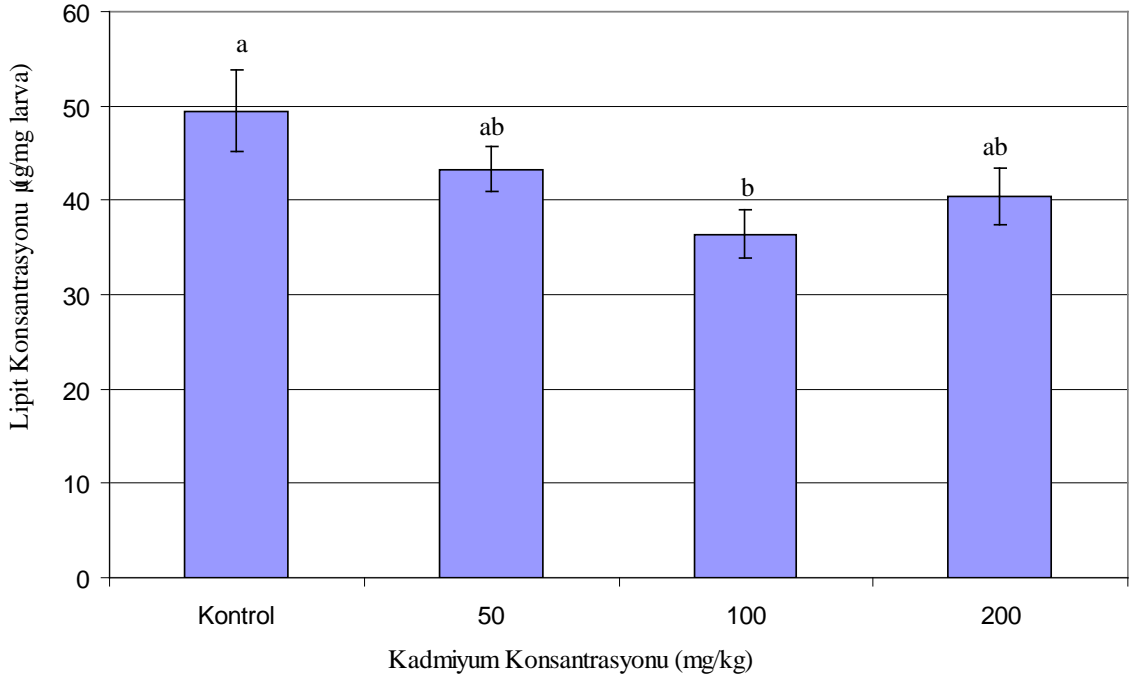


Şekil 2. Kadmiyumun *A. grisella* larvalarının karbohidrat miktarına etkisi. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (SNK testi,  $F = 5.820$ ,  $df = 3,76$ ,  $P = 0.001$ )

Figure 2. Effect of cadmium on carbohydrate composition of *A. grisella* larvae. Means followed by different letters are significantly different (SNK test,  $F = 5.820$ ,  $df = 3,76$ ,  $P = 0.001$ )

Bischof (1995), *G. liparidis* tarafından parazitlenmiş *L. dispar* larvalarının hemolenfindeki trehaloz konsantrasyonunun kadmiyum kontaminasyonu ile, vücut dokularındaki glikojen konsantrasyonunun da kadmiyum ve çinko kontaminasyonu ile azaldığını belirlemiştir. Benzer olarak, Bream (2003) üç farklı kurşun nitrat ve bakır sülfat konsantrasyonuna (10, 20 ve 30 mM) maruz bırakılan sucuk böcek türü *Sphaerodema urinator* (Hemiptera: Belostomatidae)'da karbohidrat miktarının azaldığını göstermiştir. El-Sheikh ve ark. (2010) kadmiyum klorür veya civa nitrat verilen larvalardan elde edilen erkek ve dişi *C. pipiens* erginlerinde toplam karbohidrat içeriğinin dikkate değer şekilde azaldığını ifade etmişlerdir. George (1982) çinko, demir, manganez, kadmiyum ve çinko gibi birçok metal katyonların kalsiyum ile birlikte mitokondri içinde biriktiğini; Viarengo (1985) ise mitokondride çok düşük konsantrasyonda bile olsalar bu metallerin oksidatif fosforilasyonu inhibe ettiklerini göstermiştir. Spring ve ark. (1977) ise karbohidrat miktarında belirlenen azalmanın glikoneolitik sürecin hızlanması ile ilişkili olabileceğini ifade etmiştir. Farklı araştırmacıların çalışmaları sonucunda elde ettikleri bu bulgular *A. grisella* larvalarının karbohidrat miktarlarında görülen azalmanın nedenini açıklamak için yardımcı olabilir. Bununla birlikte, Wu ve ark. (2006) *B. peregrina* türünde yüksek konsantrasyonda kadmiyum uygulamasının hemolenfdeki toplam şeker miktarını arttırdığını göstermiştir. Kayış ve Emre (2012) ise *P. turionellae* dişilerinde glikojen miktarının kadmiyum uygulamasından sonra arttığını göstermişlerdir. Metal kontaminasyonun aynı böcek türü üzerindeki etkisi metal tipine ve konsantrasyonuna bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Örneğin, Ortel (1996) *L. dispar* larvalarının hemolenfinde metal kontaminasyonunun trehaloz miktarını düşürdüğünü göstermiştir. Aynı çalışmada larvaların vücut dokularında bulunan glikojen içeriğinin düşük kadmiyum, kurşun ve bakır konsantrasyonlarında arttığı, yüksek kadmiyum ve her iki (yüksek ve düşük) çinko konsantrasyonunda azaldığı belirlenmiştir.

Farklı kadmiyum konsantrasyonlarının *A. grisella* larvalarının lipit miktarına etkisiyle ilgili sonuçlar Şekil 3'de gösterilmiştir. Kontrol grubundaki larvaların ortalama lipit miktarı  $49.42 \pm 4.32 \mu\text{g mg}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Kadmiyum ilavesi larvaların lipit miktarında azalmaya neden olmuş, ancak sadece  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  kadmiyum içeren gruptaki azalma oranının istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir. Buna karşın 50 ve  $200 \text{ mg kg}^{-1}$  kadmiyum içeren gruplardaki larvaların lipit miktarları kontrol grubundakilerden istatistiksel açıdan farksız bulunmuştur.



Şekil 3. Kadmiyumun *A. grisella* larvalarının lipit miktarına etkisi. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (SNK testi,  $F = 2.997$ ,  $df = 3,76$ ,  $P = 0.036$ )

Figure 3. Effect of cadmium on lipid composition of *A. grisella* larvae. Means followed by different letters are significantly different (SNK test,  $F = 2.997$ ,  $df = 3,76$ ,  $P = 0.036$ )

Metal kontaminasyonu sonucunda lipit miktarında görülen azalma *C. stollii* (Islam ve Roy, 1983), *P. turionellae* (Ortel, 1991), *L. dispar* (Bischof, 1995; Ortel, 1995) ve *G. mellonella* (Shin ve ark., 2001) gibi böcek türleri ile yapılan çalışmalarda da belirlenmiştir. Lipit miktarında belirlenen azalma, ağır metal stresi altında enerji ihtiyacının artışı ve böceğin bu ihtiyacı karşılayabilmek için lipitleri diğer enerji kaynaklarını desteklemek amacıyla kullanmış olması ile açıklanabilir. Ağır metal kontaminasyonunun aynı türün lipit miktarı üzerindeki etkisi eşeyler arasında farklılık gösterebilir. El-Sheikh ve ark. (2010) *C. pipiens* dişilerinde bakır sülfat ve civa nitratın toplam lipit miktarını azalttığını, erkeklerde ise bakır sülfat ve kurşun nitratın lipit miktarını artırdığını tespit etmiştir.

#### 4. Sonuç

Böcekler ekosistemde diğer birçok canlı türü tarafından besin kaynağı olarak kullanılmaktadır. Ağır metal kirliliğinin fazla olduğu yerlerde yaşayan böcekler bu ağır metalleri değişik yollarla vücutlarına alarak biriktirebilirler. Böcek vücudunda biriken ağır metaller besin zinciri yoluyla ekosistemdeki diğer organizmalara geçerek onların bazı hayatsal fonksiyonlarını etkiler.

Bu çalışmada zararlı bir tür olan *A. grisella* larvalarının besinine farklı konsantrasyonlarda kadmiyum eklenerek, kadmiyum larvaların vücut dokularında bulunan protein, lipit ve karbohidrat miktarlarına etkileri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, kadmiyumun protein, lipit ve karbohidrat miktarlarını azalmaya neden olduğu, ancak bazı gruplarda belirlenen azalma oranının istatistiksel açıdan önemsiz olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuçlar bazı araştırmacıların çalışmalarıyla benzerlik gösterirken, diğer bazılarının sonuçlarından farklı bulunmuştur. Bu durumun nedeni, ağır metallerin etkilerinin çalışmalarda kullanılan böcek türüne, böceğin gelişim evresine, eşeyine, ağır metal türüne, konsantrasyonuna, uygulama yöntemi ve süresine göre farklılık göstermesidir. Böceğin biyokimyasal kompozisyonunun ağır metal kullanımı sonucunda az ya da çok değişmiş olması onun gelişimden üremeye birçok fizyolojik faaliyetini etkileyecektir. Bu nedenle ileri de yapılacak çalışmalarda ağır metallerin *A. grisella* türünün biyolojik ve fizyolojik özellikleri üzerindeki etkilerinin ayrı ayrı ve daha detaylı şekilde değerlendirilmesi yararlı olacaktır.

## Kaynaklar

- Baghban, A., Sendi, J.J., Zibae, A. and Khosravi, R., 2014. Effect of heavy metals (Cd, Cu, and Zn) on feeding indices and energy reserves of the cotton boll worm *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Plant Protection Research*, 54(4): 368-371. doi: 10.2478/jppr-2014-0055.
- Bischof, C., 1995. Effects of heavy metal stress on carbohydrate and lipid concentrations in the haemolymph and total body tissue of parasitized *Lymantria dispar* L. Larvae (Lepidoptera). *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Pharmacology, Toxicology and Endocrinology*, 112(1): 87-92. [https://doi.org/10.1016/0742-8413\(95\)00079-8](https://doi.org/10.1016/0742-8413(95)00079-8).
- Bischof, C., 1996. Effects of heavy metal stress on free amino acids in the haemolymph and proteins in haemolymph and total body tissue of *Lymantria dispar* larvae parasitized by *Glyptapanteles liparidis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 79(1): 61-68. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1996.tb00809.x>.
- Borowska, J., Sulima, B., Niklinska, M. and Pyza, E., 2004. Heavy metal accumulation and its effects on development, survival and immune-competent cells of the housefly *Musca domestica* from closed laboratory populations as model organism. *Fresenius Environmental Bulletin*, 13: 1402-1409.
- Bream, A.S., 2003. Laboratory evaluation of heavy metals stress on certain biochemical parameters of the aquatic insect, *Sphaerodema urinator* Duf. (Hemiptera: Belostomatidae). *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 68(4): 291-297.
- Bronskill, J.K., 1961. A cage to simplify the rearing of the greater wax moth, *Galleria mellonella* (Pyralidae). *The Journal of the Lepidopterist's Society*, 15: 102-104.
- Çelik, D., Özbek, R. ve Uçkan, F., 2017. Effects of indole-3-acetic acid on hemocytes of *Achoria grisella* Fabr. (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Entomological Research Society*, 19(2): 83-93.
- Ellis, D.J., Graham, R.J. and Mortensen, A., 2013. Standard methods for wax moth research. *Journal of Apicultural Research*, 52(1): 1-17. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.52.1.10>.
- El-Sheikh, Tarek M.Y., Hassan, M.I., Fouda Abd-Elghaphar, A.A. and Hasaballah, A.I., 2010. Toxicological effects of some heavy metal ions on *Culex pipiens* L.(Diptera:Culicidae). *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences*, 1: 63-76. doi:10.21608/eajbsf.2010.17465.
- Emre, İ., Kayış, T., Coşkun, M., Dursun, O. and Cogun, H.Y., 2013. Changes in antioxidative enzyme activity, glycogen, lipid, protein and malondialdehyde content in cadmium-treated *Galleria mellonella* larvae. *Annals of the Entomological Society of America, Physiology, Biochemistry and Toxicology*, 106(3): 371-377. doi: 10.1603/AN12137.
- Fadamiro, H.Y. and Heimpel, G.E., 2001. Effects of partial sugar deprivation on lifespan and carbohydrate mobilization in the parasitoid *Macrocentrus grandii* (Hymenoptera: Braconidae). *Annals of Entomological Society of America*, 94(6): 909-916. [https://doi.org/10.1603/0013-8746\(2001\)094\[0909:EOPSDO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0013-8746(2001)094[0909:EOPSDO]2.0.CO;2).
- Filipiak, B., Biliska, B., Tylko, G. and Pyza, P., 2010. Effects of zinc on programmed cell death of *Musca domestica* and *Drosophila melanogaster* blood cells. *Journal of Insect Physiology*, 56: 383-390. doi: 10.1016/j.jinsphys.2009.11.010.
- Gao, H.H., Zhao, H.Y., Du, C., Deng, M.M., Du, E.X., Hu, Z.Q and Hu, X.S., 2012. Life table evaluation of survival and reproduction of the aphid, *Sitobion avenae*, exposed to cadmium. *Journal of Insect Sciences*, 12 (44):44. doi: 10.1673/031.012.4401.
- George, S.G., 1982. Subcellular accumulation and detoxification of metals in aquatic animals. In:Vernberg, W.B., Calabrese, A., Thurberg, F.P.,Vernberg, F.J. (Eds.), *Physiological Mechanisms of Marine Pollutant Toxicity*. Academic Press, 3-52, New York.
- Gleason, J.M., Zhou, Y., Hackett, J.L., Haris, B.R. and Greenfield, M.D., 2016. Development of a genomic resource and quantitative trait loci mapping of male calling traits in the lesser wax moth, *Achroia grisella*. *PLoS ONE* 11:1. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147014>.
- Greenfield, M.D. and Coffelt, J.A., 1983. Reproductive behaviour of the lesser wax moth, *Achroia grisella* (Pyralidae: Galleriinae): signalling, pair formation, male interactions, and mate guarding. *Behaviour*, 84: 287–315. <https://doi.org/10.1163/156853983X00534>.
- Hassan, M.I., Fouda, M.A., El-Sheikh, Tarek, M.Y., Abd-Elghaphar, A.A. and Hasaballah, A. I., 2011. Electrophoretic study of ovarian protein and amino acid in the mosquito *Culex pipiens* L. (Diptera: Clucidae) as influenced by some heavy metal ions. *Egyptian Journal of Biomedical Sciences*, 36: 1-14.
- Islam, A. and Roy, S., 1983. Effects of CdCl<sub>2</sub> on the quantitative variations of carbohydrate, protein, amino acid and cholesterol in *Chrysochoris stollii* Wolf. (Insecta: Hemiptera). *Current Sciences*, 52: 215-217.
- Kayış, T. ve Emre, İ., 2012. Ağır metal stresinin *Pimpla turionellae* (Hymenoptrea: Ichneumonidae)'nin protein ve glikojen sentezine etkileri. *Ekoloji*, 21(83): 61-67. doi: <https://doi.org/10.5053/ekoloji.2012.837>.

- Lee, J.C., Heimpel, G. E. and Leibe, G.L., 2004. Comparing floral nectar and aphid honeydew diets on the longevity and nutrient levels of a parasitoid wasp. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 111(3): 189-199. <https://doi.org/10.1111/j.0013-8703.2004.00165.x>.
- Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.J., 1951. Protein measurement with the folin-phenol reagent. *The Journal of Biological Chemistry*, 193: 265-275. doi:[https://doi.org/10.1016/S0021-9258\(19\)52451-6](https://doi.org/10.1016/S0021-9258(19)52451-6).
- Mahgoup, M.O., Lau, W.H. and Bin Omar, D., 2015. Observations on the biology and larval instars discrimination of wax moth *Achroia grisella* F. (Pyralidae: Lepidoptera). *Journal of Entomology*, 12(1): 1-11. doi:10.3923/je.2015.1.11.
- Mirčić, D., Janković-Tomanic, M., Nenadović, V., Franeta, F. and Lazarević, J. 2010. The effect of cadmium on the life history traits of *Lymantria dispar* L. *Archives of Biological Sciences Belgrade*, 62(4): 1013-1020. doi: 10.2298/ABS1004013M.
- Norton, K.B. and Kench, J.E., 1977. Effects of cadmium on ribosomal protein synthesis in rat liver. *Environmental Research*, 13: 102-110.
- Nurulloğlu, Z.Ü., 2003. *Achroia grisella* (Lepidoptera:Pyralidae) larva ve pupunun yağ asidi bileşimi. Selçuk Üniversitesi, Fen- Edebiyat Fen Dergisi, 21: 75-78.
- Olson, D.M., Fadamiro, H., Lundgren, J.G., Heimpel, G.E. 2000. Effects of sugar feeding on carbohydrate and lipid metabolism in a parasitoid wasp. *Physiological Entomology*, 25(1): 17-26. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3032.2000.00155.x>.
- Ortel, J., 1991. Effects of lead and cadmium on chemical composition and total water content of the pupal parasitoid, *Pimpla turionellae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 59: 93-100. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1991.tb01491.x>.
- Ortel, J., 1995. Effects of metals on the total lipid content in the gypsy moth (*Lymantria dispar*, Lymantriidae, Lepid.) and its hemolymph. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 55: 216-221. doi: 10.1007/bf00203012.
- Ortel, J., 1996. Metal-supplemented diets alter carbohydrate levels in tissue and hemolymph of gypsy moth larvae (*Lymantria dispar*, Lymantriidae, Lepidoptera). *Environmental Toxicology and Chemistry*, 17(7): 1171-1176. <https://doi.org/10.1002/etc.5620150723>.
- Raina, M.R., Pawar, P. and Sharma, N., 2001. Developmental inhibition and reproductive potential impairment in *Musca domestica* L. by heavy metals. *Indian Journal of Experimental Biology*, 39: 78-81.
- Sak, O., Uçkan, F. and Ergin, E., 2006. Effects of cypermethrin on total body weight, glycogen, protein and lipid contents of *Pimpla turionella* (L.) (Hymenoptera: Ichneumonidae). *The Belgian Journal of Zoology*, 136: 53-58.
- Sancho, E., Ferrando, D., Fernandez, C. and Andreu, E., 1998. Liver energy metabolism of *Anguilla anguilla* after exposure of fenitrothion. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 41: 168-175. doi: 10.1006/eesa.1998.1689.
- Shakunthala, V. and Shalini H.K., 2018. Combined effect of heavy metals on longevity of *Drosophila melanogaster*. *International Journal of Science and Research*, 7(8): 1315-1318. doi: 10.21275/ART2019382.
- Shin, B.S., Choi, R.N. and Lee, C-U., 2001. Effects of cadmium on total lipid content and fatty acids of the greater wax moth, *Galleria mellonella*. *Korean Journal of Ecology*, 24(6): 349-352.
- Spring, J.H., Matthews, R. and Downer, A., 1977. Fate of glucose in the haemolymph of the American cockroach, *Periplaneta americana*. *Journal of Insect Physiology*, 23: 525-529. [https://doi.org/10.1016/0022-1910\(77\)90264-5](https://doi.org/10.1016/0022-1910(77)90264-5)
- Suganya, M., Karthi, S. and Shivakumar, M.S., 2016. Effect of cadmium and lead exposure on tissue specific antioxidant response in *Spodoptera litura*. *Free Radicals and Antioxidants*, 6(1): 90-100. doi: 10.5530/fra.2016.1.11.
- Van Handel, E., 1985a. Rapid determination of glycogen and sugars in mosquitoes. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 1: 299-301.
- Van Handel, E., 1985b. Rapid determination of total lipids in mosquitoes. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 1:302-304.
- Viarengo, A., 1985. Biochemical effects of trace metals. *Marine Pollution Bulletin*, 16: 153-158. [https://doi.org/10.1016/0025-326X\(85\)90006-2](https://doi.org/10.1016/0025-326X(85)90006-2).
- Yavuz, O. ve Sarıgül, N., 2016. Toprak ve sucul ortamlardaki ağır metal kirliliği ve ağır metal dirençli mikroorganizmalar. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7(1): 44-51 doi: 10.29048/makufebd.206609.
- Wu, G. Ye, G. Hu, C. and Cheng, J., 2006. Accumulation of cadmium and its effects on growth, development and hemolymph biochemical compositions in *Boettcherisca peregrina* larvae (Diptera: Sarcophagidae). *Insect Science*, 13: 31-39. doi: 10.1111/j.1744-7917.2006.00065.x.



## Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi Anadolu Journal of Agricultural Sciences

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



### Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/omuanajas.905733

## Samsun Piyasasında Deri ve Plastik Bidonda Satışa Sunulan Tulum Peynirlerinin Bazı Kalite Özellikleri

Mustafa Evren<sup>a,\*</sup>, Esra Tutkun Şıvgın<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Samsun, Türkiye

<sup>b</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: mustafaevren@hotmail.com

Geliş/Received 30/03/2021

Kabul/Accepted 24/05/2021

### ÖZET

Bileşiminde bulunan protein, kalsiyum, yağ ve vitaminler sütü insan beslenmesinde çok önemli bir gıda maddesi haline getirmektedir. Ancak süt, çeşitli koruma yöntemlerine tabi tutulsa bile hayvandan sağıldıktan sonra tüketilmesine kadar olan her aşamada kimyasal ve mikrobiyolojik bulaşmaya ve bozulmalara uğramaktadır. Sütün peynire işlenmesi bu riskleri azaltıp daha uzun ömürlü bir ürün haline getireceği gibi, duysal ve besleyici yönden daha yararlı bir gıda elde edilmesini sağlamaktadır. Peynir ülkemizde çok eski zamanlardan beri üretilip tüketilmektedir. Peynir üretimi önceleri genellikle ev ölçeğinde, küçük aile işletmelerinde, mandıralarda ve köylerde gerçekleştirilirken, günümüzde bu tip üretimler hala devam etmekle birlikte bunun yanında endüstriyel boyutta da geniş bir üretim yapılmaktadır. Ülkemizde çok fazla çeşitte ve tipte peynir üretilmektedir. Tulum peyniri ülkemize özgü olan, halk tarafından oldukça sevilerek tüketilen, üretim ve tüketim açısından ilk sıralarda yer alan bir peynir tipidir. Üretiminde salamuralı ve kuru üretim gibi farklı yöntemler uygulanmakla birlikte, olgunlaştırma, ambalaj ve satış materyali olarak bez, deri Tulum ve plastik bidon gibi farklı materyaller de kullanılmaktadır. Piyasada çoğunlukla deri Tulum ve plastik bidona rastlanılmakla birlikte diğer üretimler daha çok yöresel üretim ve tüketimleri kapsamaktadır. Bu çalışmada Samsun piyasasında satışa sunulan 35 adet deri Tulum peyniri ve 28 adet plastik bidon Tulum peynirinde fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duysal analizler yapılmıştır. Analize alınan örneklerden deri Tulum peynir örneklerinin 16 adedi (% 46), plastik bidon Tulum peyniri örneklerinin 5 adedi (% 18) kuru madde açısından Türk gıda kodeksi peynir tıbbiğine uygun bulunmuştur. Yağ miktarı açısından aynı tıbbiğe göre deri Tulum peynir örneklerini 9 adedi (% 26) yarım yağlı, 26 adedi az (% 74) az yağlı, plastik bidon Tulum peyniri örneklerinin tamamı (% 100) az yağlı peynir grubunda yer almıştır. Tuz miktarı yönünden yalnızca 3 adet deri Tulum peyniri örneği sınır değerinde bulunmuştur (% 9). Analizler sonucunda deri Tulum ve plastik bidon Tulum peynirleri fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duysal nitelikler açısından büyük farklılıklar göstermiştir. Bu durum üretimde standart bir yöntem kullanılmamasının bir sonucu olarak değerlendirilebilir. Güvenli bir gıda tüketimi için Tulum peyniri üretiminde standartlaşmaya gidilmesi gerekmektedir.

Anahtar Sözcükler:  
Deri Tulum peyniri  
Plastik bidon Tulum peyniri  
Bileşim  
Kalite

### Some Quality Characteristics of Tulum Cheese Sold in Leather and Plastic Drums in Samsun Market

#### ABSTRACT

Milk turns out to be an important food for human nutrition including protein, calcium, fats and vitamins. However, even if various protection methods utilized for milk, it can be contaminated and spoilage chemically and microbiologically at every stage from milk to consume. Processing milk into cheese will reduce these risks and make it a long shelf life product as well as beneficial food in terms of nutritional and sensory aspects. Cheese has been produced and consumed since ancient times. Cheese

Keywords:  
Leather Tulum cheese  
Plastic drum Tulum cheese  
Composition

production generally carried out at home scale in a small family firm, dairies and villages and today this kind of production continue; besides a wide range of products is made on an industrial scale. Many varieties and types of cheese are produced in our country. Tulum cheese is a type of cheese that is unique to our country, consumed with love by the public and ranks first in terms of production and consumption. Different production methods for Tulum cheese are utilized such as brine and dry production and also different material such as clothes, leather overalls and plastic drums are used as maturation, packaging and sales materials. Although leather overalls and plastic drums are generally found in the market, other production frequently involves local production and consumption. In this research, physical, chemical, microbiological and sensory analyzes were performed on 35 leather Tulum cheese and 28 plastic drum Tulum cheese sold in Samsun market. Among the samples included in the analysis, 16 (46%) of the leather Tulum cheese samples and 5 (18%) of the plastic drum Tulum cheese samples were found to comply with the Turkish food codex notification on cheese in terms of dry matter. In terms of the amount of fat, according to the notification, 9 (26%) of leather Tulum cheese semi-skimmed, 26 (74%) of them low-fat and plastic drum cheese samples (100%) were included in the low-fat cheese group. Only three leather Tulum cheese samples were found above the limit value (9%). As a result of the analysis, leather overalls and plastic drums Tulum cheeses showed big differences in terms of physical, chemical, microbiological and sensory qualities. This situation can be evaluated as a result of not using a standard production method. For safe food consumption, it is necessary to standardize the production of Tulum cheese.

Quality

© OMU ANAJAS 2021

## 1. Giriş

İçerdiği zengin besin öğeleriyle süt insanlar için değerli bir besin olduğu kadar mikroorganizmalar için de iyi bir besin kaynağıdır. Meme dokusunda iken steril olan süt, sağlıklı birlikte mikroorganizmalarla kontamine olur. Süte bulaşan mikroorganizmalar hızla çoğalarak kısa zamanda sütün yapısını bozup dayanıklılığını azaltır. Bu nedenle muhafazası zor olduğundan, dayanıklılık süresini artırmak ve naklini kolaylaştırmak için insanoğlu sütü, eskiden beri çeşitli ürünlere işlemiştir. Bu yüzden gıdalarımızın birçoğunun yapılışı eskilere dayanır (Kamber, 2006). Tulum peyniri; Kaşar ve Beyaz peynirin yapılmadığı yerlerde yağ üretiminden geriye kalan sütün değerlendirilmesi amacıyla yaylalarda yapılırdı fakat son yıllarda büyük tüketim merkezlerinde artan talebi karşılamak amacıyla mandıra ve süt işletmelerinde de üretim yapılmaktadır (Tarakçı ve ark., 2005; Tekinşen ve Akar, 2017). Peynirin ismi, hayvan derisi anlamına gelen "Tulum" kelimesinden türemiştir (Demirtaş ve Coşkun, 2018). "Tulkuk" veya "tulûk" olarak adlandırılan Tulum; oğlak, süt kuzusu, koyun veya keçi derisinden yapılmaktadır (Durlu Özkaya ve Gün, 2007). Tulum peyniri, "hammaddenin peynir mayası kullanılarak pıhtılaştırılması ile elde edilen telemenin fermentasyonunu takiben ufalanıp tuzlanması, daha sonra gıdaya temasa uygun bir ambalaj malzemesine veya deri Tulumlara sıkıca basılarak üretilen ve olgunlaştırıldıktan sonra piyasaya arz edilen çeşidine özgü karakteristik özellikler gösteren peynir" olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2015).

Türkiye 100'den fazla peynir çeşidi üretmektedir ve Tulum peyniri en çok tüketilen üç peynir çeşidinden biridir. Türkiye'de çeşitli bölgelerde üretim olmasına rağmen, en popüler türleri olanlar Erzincan, Afyon, İzmir, Çorum ve Konya'da üretilmektedir. Tulum, olgunlaştırılmış bir peynir türüdür ve benzersiz dokusal ve duyuşal özelliklere sahiptir (Tomar, 2019; Yerlikaya ve Kınık, 2013). Erzincan Tulum peyniri, Divle Obruğu Tulum peyniri, Türk Patent Enstitüsü tarafından coğrafi işaret statüsü almıştır (Çakır ve Çakmakçı, 2018; Saygılı ve ark., 2020; Toklu ve Pekerşen, 2019). Tulum peyniri, Türkiye'de daha çok çiğ koyun sütünden üretilen geleneksel peynirlerden biridir. Plastik bidon veya keçi derisi torbasında olgunlaştırıldığı gibi tahta veya çömlükler Tulum peynirlerinin olgunlaştırılmasında kullanılmaktadır. Bazı tüketiciler, çiğ süttten üretilen peynirlerin patojen mikroorganizmalar açısından güvenli olmadığına inanmaktadır (Hayaloğlu ve ark., 2007; Tekin ve Güler, 2019; Sert ve Akın, 2008). Genellikle çiğ süttten üretilen Tulum peynirlerinin kalitesini ve raf ömrünü etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bunlardan biri de ambalaj materyalinin yapısıdır. Önceleri hijyenik olmayan hayvansal kökenli Tulumlara basılan peynirler daha sonraları plastik bidonlara basılmaya başlanmıştır. Bu konuda yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır (Demir ve ark., 2017). Tulum peyniri üretiminde çoğunlukla geleneksel yöntemler uygulanmakla birlikte starter kültür kullanılarak da üretim gerçekleştirilmektedir. Yapılan çalışmalar starter kullanılarak yapılan üretimlerde son ürünün fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerinin geleneksel yöntemle üretilenlere göre daha iyi olduğu belirlenmiştir (Arıcı ve Şimşek, 1991; Ateş ve Patır, 2001; Eser ve ark., 2020; Öner ve ark., 2005; Tulukoğlu ve ark., 2020). Farklı ısı ve starter kültür kombinasyonları denenerek, Tulum peyniri üretiminde hızlı olgunlaştırma olanaklarının araştırıldığı bir çalışmada ideal organoleptik özelliklere sahip ürün üretildiği ve bu uygulamaların teknolojik Tulum peyniri üretiminde kullanılabileceği önerilmiştir (Duman Aydın ve Gülmez, 2008). Tulum peyniri yer yer karakteristik olan doğal küflü tadı ve aroması için tercih edilmektedir. Olgunlaşma esnasında Tulum peynirine doğal olarak kontamine olan küfler gelişir ve bu şekilde olgunlaşma sürecine katkı sağlamış olurlar. Tulum peyniri üretiminde geleneksel olarak koyun ve keçi sütü kullanılırken, son yıllarda tüketim miktarının artmasıyla birlikte inek sütü de tercih edilmektedir (Demirtaş ve Coşkun, 2018; Erdoğan ve ark., 2003). Tulum

peyniri üzerinde yapılan araştırmalar, bunların kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine ve farklı ambalaj malzemelerinin olgunlaşma sırasında Tulum peynirinin çeşitli özelliklerine etkilerine odaklanmıştır (Arslaner ve Türkmen, 2020; Çakır ve Çakmakçı, 2018).

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Materyal

Araştırmada Samsun ilinde farklı satış noktalarından alınan 35 adet deri Tulum peyniri, 28 adet plastik bidon Tulum peyniri olmak üzere toplam 63 adet Tulum peyniri örneği materyal olarak kullanılmıştır. Tulum peyniri kitlesinin merkeze yakın noktasından, havaya açık olmayan kısmından aseptik koşullarda steril cam kavanozlara yaklaşık 150-250 g arasında örnek alınmış ve soğuk zincirde laboratuvara getirilerek analizleri yapılmıştır

### 2.2 Yöntem

Örneklerde fiziksel ve kimyasal analizler olarak toplam kuru madde (AOAC, 1995), yağ analizi (Oysun, 1991), protein analizi (Cemeroğlu, 2010), tuz analizi (Cemeroğlu, 2010), kül miktarı analizi (AOAC, 1997), asitlik analizi (laktik asit cinsinden) (Cemeroğlu, 2010) yapılmış, pH değeri dijital pH-metre (Cyberscan PC 510, Singapur) ile ölçülmüştür. Kuru maddede tuz oranı, tuz miktarlarının kuru maddeye oranlanmasıyla, kuru maddede yağ oranı, yağ miktarlarının kuru maddeye oranlanmasıyla hesaplanmıştır.

Mikrobiyolojik analiz amacıyla gelen örneklere serum fizyolojik (8.5 g NaCl/l) ilave edilerek Stochmacher'de (AES Chemunex Smasher) 120 saniye boyunca homojenize edilmiştir. Seyreltilen örnekler seri dilüsyona tabi tutulmuştur. Mikrobiyolojik analizler olarak toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı (TMABS) için PCA (Lab M, LAB 149) besiyeri kullanılmış ve ekim yapılan petripler 28°C'de inkübatörde (Nüve cooledin cubator ES110) inkübasyona tabi tutulmuştur (Ünlütürk ve Turantaş, 2002). Laktik asit bakterilerinin sayımı için, MRS ve M17 agar (37 °C'de 48 saat) besiyerine dökme plak yöntemiyle ekim yapılmıştır (Caridi, 2003). Maya-küf sayımında (MKS) PDA (Lab M, LAB 98) besiyerinde 28°C'de inkübasyon işlemi uygulanmış, 3.gün ve 5.gün sayım yapılmıştır (Aydar, 1999). Koliform bakteri sayımında (KS) 10-1 dilüsyonundan Coliform Count Plate petrifilmere (3M Petrifilm Co.Uk.) 1 ml ekim yapılmış, 36°C ±1'de 24±1 saat inkübatörde inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucunda koyu kırmızı renkli koloniler sayılmıştır (Schraft ve Waterwort, 2005). E.coli sayımında (ES) 10-1 dilüsyonundan E.coli Count Plate petrifilmere (3M Petrifilm Co.Uk.) 1 ml ekim yapılmış, 36°C ±1'de 24±1 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucunda mavi renkli koloniler sayılmıştır (Schraft ve Waterwort, 2005). Enterobacteriaceae spp. sayımında (EBS) Enterobacteriaceae Count Plate petrifilmere (3M Petrifilm Co.Uk.) 1 ml ekim yapılmış, 36°C ±1'de 24±1 saat inkübasyona bırakılmıştır (Silbernagel ve Lindberg, 2003). Staphylococcus aureus sayımında (STS) Staph. Express Count Plate petrifilmere (3M Petrifilm Co.Uk.) 1 ml ekim yapılmış, 36°C ±1'de 24±1 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucunda mor renkli koloniler sayılmıştır (Silva ve ark., 2005). Pseudomonas spp. sayımı (PS) nalidiksik asit (Merck, 1.06219) ilave edilen Cetrimite Agar (Merck, Darmstad, Germany) kullanılarak yapılmış, petri kapları 35°C'de 48-72 saat inkübe edilmiş, inkübasyondan sonra mavi-yeşil pigmentli kolonilerin sayımı yapılmıştır (Goto and Enomoto, 1970). Proteolitik bakteri sayımında (PB) örnekler Calcium Caseinate Agar besiyerinde 28-30°C'de 48 saat inkübasyona bırakılmış, inkübasyon sonunda sonunda etrafı berrak zonlu koloniler sayılmıştır (Halkman, 2005). Lipolitik bakteri sayımında (LB) örnekler Tributyrin Agar besiyerinde 28-30°C'de 48 saat inkübasyona bırakılmış, inkübasyon sonunda sonunda etrafı berrak zonlu koloniler sayılmıştır (Halkman, 2005). Salmonella varlık-yokluk testi (SV) Salmonella-Shigella Agar (Merck, VM714267 649) besiyerinde 36°C ±1'de 48±1 saat inkübasyona bırakılmış, inkübasyon sonucunda gelişen koloniler değerlendirilmiştir (Andrews ve ark., 2001). Listeria varlık-yokluk testi (LV) Listeria Plate petrifilmere (3M Petrifilm Co.Uk.) 1 ml ekim yapılmış, 36°C ±1'de 24±1 saat inkübasyona bırakılmış, inkübasyon sonucunda gelişen koloniler değerlendirilmiştir (Nyachuba ve Donnely, 2007).

Duyusal panelde "eşleştirerek mukayese testi" kullanılmış kesit ve görünüş (25 p), yapı (25 p), koku (25 p), tat (25 p), toplam (100 p) olarak değerlendirilmiştir ve testler 10 panelist tarafından gerçekleştirilmiştir.

### 2.3 İstatistiksel Analiz

Yapılan çalışma sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde IBM SPSS Statistics V.21 paket programı kullanılmıştır. Deri tulum ve plastik bidon tulum örnekleri arasında anlamlılık bağımsız örneklem t-testi (Independent Samples T-test) (p<0,05) ile ve değişkenler arasındaki ilişki Pearson korelasyonu ile belirlenmiştir.



### 3. Bulgular ve Tartışma

Çeşitli araştırmacıların daha önce Tulum peyniri üzerine yaptıkları çalışmalarda fiziksel ve kimyasal sonuçları Çizelge 1’de, deri Tulum peynir örneklerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 2’de, plastik bidon peynir örneklerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 1. Tulum peyniri üzerine yapılan önceki analiz sonuçları

Table 1. Previous analysis results on Tulum cheese

Toplam Kuru madde (%)	Yağ (%)	Kuru maddede Yağ (%)	Protein (%)	Tuz (%)	Kuru maddede Tuz (%)	Kül (%)	Asitlik (%) Laktik Asit)	pH	Kaynak
<b>Deri Tulum</b>									
67.21	34.96	55.73	21.54	4.66	7.27	5.50	1.66	-	(Akyüz, 1981)
46.00-67.40	-	9.29-57.61	-	-	3.85-12.46	1.25-5.74	0.14-1.58	4.39-5.69	(Çalim, 2007)
68.84	35.61	51.76	26.41	5.12	7.43	6.38	0.20	5.00	(Rençber ve Çelik, 2021)
60.88-70.19	34.17-38.75	55.18-56.04	24.20-26.99	-	5.64-8.92	-	-	-	(Tekin ve Güler, 2019)
<b>Plastik bidon</b>									
60.78-62.13	-	56.97-57.94	21.00-21.14	2.64-3.11	4.34-5.01	3.80-4.08	0.85-1.05	4.69-5.02	(Çakır ve Çakmakçı, 2018)
44.80-77.60	-	10.78-54.69	-	-	3.24-12.01	2.26-8.10	0.25-1.35	4.34-6.24	(Çalim, 2007)
42.70-51.63	19.50-23.25	-	16.07-20.78	3.47-4.16	-	-	0.14-0.46	4.54-6.10	(Demirtaş ve Coşkun, 2018)
60.05	33.38	55.60	22.39	2.96	4.97	3.77	0.20	5.20	(Rençber ve Çelik, 2021)
60.30-61.14	33.75-34.17	55.69-56.10	22.54-24.20	-	4.94-5.64	-	-	-	(Tekin ve Güler, 2019)
<b>Ambalaj materyali belli olmayanlar</b>									
53.72-67.27	12.03-35.20	-	15.78-28.84	1.52-6.32	-	1.90-7.92	0.37-1.93	4.78-5.66	(Adıgüzel ve ark., 2009)
59.10-78.70	40.00-45.50	-	-	3.74-4.91	-	4.57-6.92	0.18-0.62	4.30-5.10	(Demir ve ark., 2017)
61.91-70.34	17.83-22.83	28.80-32.85	20.81-22.09	3.04-4.37	4.69-7.05	-	0.44-0.79	-	(Dinkçi ve ark., 2012)
43.64-62.29	21.00-36.00	45.10-65.50	19.24-27.63	2.42-4.77	4.35-9.29	-	0.51-1.77	4.53-5.03	(Erceyes ve ark., 2018)
41.32-77.50	14.00-37.00	34.15-61.69	14.42-27.61	1.99-7.66	3.80-11.62	1.86-8.30	0.20-4.79	4.08-5.01	(Kiraz, 2018)
36.06-66.82	13.00-32.00	32.40-51.60	-	1.75-5.81	2.99-10.42	3.59-5.98	0.36-2.63	4.51-6.94	(Morul ve İşleyici, 2012)
52.42-68.46	21.00-38.00	36.27-61.93	20.18-25.86	2.57-6.32	4.27-10.52	2.81-5.61	0.83-1.35	-	(Sancak ve ark., 2018)

Daha önce yapılan Tulum peyniri çalışmalarında toplam kuru madde sonuçları % 36.06-78.70 arasında değişmiş olup çalışma sonuçlarımız bu değerlerin arasında bulunmuştur. Kuru madde miktarı açısından minimum, maksimum ve ortalama değerler deri Tulum peynirlerinde plastik bidon Tulum peynirlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Bu durum plastik bidonda yapılan Tulum peynirinin daha zor rutubet kaybetmesinden kaynaklanabilir. Türk Gıda Kodeksi peynir tebliğinde (Anonim, 2015) kuru madde yönünden yapılan sınıflandırmada peynirlerde en az % 55 kuru madde bulunması gerektiği belirtilmiştir. Yaptığımız çalışmada 35 deri Tulum peynir örneğinin 16 adedi bu değeri sağlarken (% 46), 19 adedi bu kuru madde değerinden düşük bulunmuştur (% 54). Plastik bidon Tulum peyniri açısından ise 28 örnekten 5 adedi bu değeri sağlarken (% 18) 23 adedi bu değer altında bulunmuştur (% 82). Ortalama değerler incelenecek olursa deri Tulum peynir örneklerinde bu değer % 54.47 olarak, plastik bidon Tulum peynir örneklerinde bu değer % 47.95 olarak daha düşük bulunmuştur. Kuru madde; peynirlerde, besin değeri, kalite, dayanma niteliği, bileşim ve kıvamı önemli ölçüde etkiler. Kuru madde oranı yükseldikçe peynirlerin

Çizelge 2. Deri Tulum peynir örneklerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları  
Table 2. Physical and chemical analysis results of leather Tulum cheese samples

Özellikler	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Toplam kuru madde (%)	41.79	67.21	54.47	7,51595
Yağ (%)	20.19	32.51	23.68	3.26224
Kuru maddede yağ (%)	37.38	48.87	43.61	2.94737
Protein (%)	20.35	30.14	22.90	2.68533
Tuz (%)	3.16	5.61	3.89	0.60299
Kuru maddede tuz (%)	6.06	8.43	7.16	0.60670
Kül (%)	3.76	6.78	4.91	0.73078
Asitlik (% Laktik Asit)	0.69	1.22	0.96	0.12796
pH	4.37	6.22	5.41	0.50100

Çizelge 3. Plastik bidon peynir örneklerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları  
Table 3. Physical and chemical analysis results of cheese samples in plastic drums

Özellikler	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Toplam kuru madde (%)	38.71	60.66	47.95	6,70756
Yağ (%)	17.25	23.66	20.88	1.64471
Kuru maddede yağ (%)	37.72	49.29	43.93	3.21621
Protein (%)	16.55	23.31	20.20	1.81383
Tuz (%)	2.65	3.98	3.52	0.32157
Kuru maddede tuz (%)	6.30	9.48	7.41	0.80674
Kül (%)	2.88	5.22	4.28	0.53254
Asitlik (% Laktik Asit)	0.74	1.23	0.97	0.13813
pH	3.82	5.66	4.89	0.45701

besleme değeri de artar. Peynirlerin kuru madde içerikleri; ürünün yapılışı, çeşidi, olgunluk derecesi, işlendiği sütün niteliği gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişmektedir.

Yağ değerleri daha önceki çalışmalarda % 12.03-45.50 arasında bulunmuş, çalışma sonucunda bulduğumuz değerler bu değerlerin arasındadır. Yağ miktarı açısından minimum, maksimum ve ortalama değerler deri Tulum peynirlerinde plastik bidon Tulum peynirlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Türk gıda kodeksi peynir tebliğinde (Anonim, 2015) % 25-45 arası yarım yağlı peynir, % 10-25 arası az yağlı peynir olarak sınıflandırılmaktadır. Yaptığımız çalışmada 35 deri Tulum peynir örneğinin 9 adedi (% 26) yarım yağlı, 26 adedi az (% 74) az yağlı peynir grubundadır. Plastik bidon Tulum peyniri açısından ise 28 örneğin tamamı (% 100) az yağlı peynir grubunda yer almıştır. Yağ oranı peynir kuru maddesinin önemli kısmını teşkil eder ve onun kalitesi tadı, aroması ve besin değerini etkiler. Peynir örneklerinin yağ miktarları, kuru madde değerlerine bağlı olarak oransal olarak yüksek veya düşük çıkmıştır.

Kuru maddede yağ değeri daha önce yapılan Tulum peyniri çalışmalarında % 9.29-65.50 arasında değişmiş olup sonuçlarımız bu değerlerin arasında belirlenmiştir. Kuru maddede yağ miktarı açısından minimum, maksimum ve ortalama değerler plastik bidon Tulum peynirlerinde deri Tulum peynirlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Peynirlerdeki yağ oranı önemli ölçüde bileşimindeki nem miktarına bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle yağın kuru madde içindeki payının da ayrıca belirtilmesi gerekmektedir. Peynirin sınıflandırılmasında kullanıldığından peynirlerin yağ içeriği tüm kitlede değil de kuru maddeye oranlanarak ifade edilmektedir.

Toplam protein değeri önceki çalışmalarda % 14.42-28.84 arasında belirlenmiş ve çalışma sonucunda bulduğumuz deri Tulum örneklerine ait en yüksek protein değeri diğer araştırmacıların belirlediği en yüksek protein değerinden daha fazla, plastik bidon Tulum peynirine ait protein değerleri bu değerlerin arasında bulunmuştur. Protein, peynirin besin değerini arttıran önemli bir bileşendir. Tulum peynir örneklerinin protein miktarlarının farklılık göstermesi, kullanılan sütlerin bileşiminin farklı olması, sütün farklı hayvan türlerinden elde edilmiş olması ve üretim tekniğinin standart olmamasından kaynaklanabilir.

Tuz miktarı önceki çalışmalarda % 1.52-7.66 arasında belirlenmiş olup çalışmada elde ettiğimiz bulgular bu değerler arasındadır. Tuz miktarı açısından minimum, maksimum ve ortalama değerler plastik bidon Tulum peynirlerinde deri Tulum peynirlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Türk gıda kodeksi peynir tebliğinde (Anonim, 2015) tuz yönünden yapılan sınıflandırmada peynirlerde en fazla % 5 tuz bulunabileceği belirtilmiştir. Yaptığımız çalışmada 35 deri Tulum peynir örneğinin 3 adedi (% 9), bu değer üzerinde bulunmuş, 32 adedi (% 91) ve plastik

bidon Tulum peynirlerinin tamamı olan 28 adedi (% 100) bu değerin altında bulunmuştur. Tuz, dayanıklılığı artırmak ve peynire lezzet vermek için ona sonradan katılır. Ayrıca peynirlerde olgunlaşma, kıvam ve randıman üzerine de etkisi vardır. Özellikle diğer araştırmacıların yaptıkları çalışmalarda tuz miktarları büyük değişkenlik göstermektedir. Bu durum Tulum peyniri üretiminde katılan tuzun üreticilerin tecrübe ve alışkanlıklarına göre değişmesinin bir sonucu olabilir.

Kuru maddede tuz değeri önceki araştırmalarda % 2.99-12.46 arasında belirlenmiş olup çalışmada elde ettiğimiz bulgular bu sonuçların arasında belirlenen değerlerdedir. Kuru maddede açısından tuz miktarı minimum, maksimum ve ortalama değerler plastik bidon Tulum peynirlerinde deri Tulum peynirlerine göre daha yüksek bulunmuştur.

Kül miktarı önceki çalışmalarda % 1.25-8.30 arasında bulunmuş elde ettiğimiz bulguların bu değerler arasında olduğu görülmüştür. Kül miktarı açısından minimum, maksimum ve ortalama değerler deri Tulum peynirlerinde plastik bidon Tulum peynirlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Süt ve tuzdan gelen mineral maddelerin tamamı bütün kül oranını oluşturmaktadır. Örneklerin kül miktarlarında ortaya çıkan farklılıklar içerdikleri tuz miktarlarından kaynaklanabilmektedir.

Asitlik tayini sonuçları önceki çalışmalarda % 0.14-4.79 arasında değişmiş, elde ettiğimiz bulgular bu değerlerin arasındadır. Asitlik açısından minimum, maksimum ve ortalama değerler plastik bidon Tulum peynirlerinde deri Tulum peynirlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Peynirlerde asitlik, önemli ölçüde peynirin işlendiği süttten gelen laktozun mikroorganizmalar tarafından laktik aside çevrilmesiyle oluşmaktadır. Olgunlaşma sırasında biyokimyasal olaylar gerçekleşmesinde ortam asitliğinin çok büyük etkisi olduğundan peynirin kalitesi üzerine asitlik önemli ölçüde etkilidir. Peynirlerde asitlik; kullanılan starter bakterilerine, ürünün muhafaza koşullarına, nem içeriğine, laktoz ve tuz miktarına bağlı olarak değişebilmektedir.

pH değeri daha önce yapılan çalışmalarda 4.08-6.94 arasında belirlenmiş, elde ettiğimiz bulguların bu sonuçların arasında olduğu görülmüştür. pH açısından minimum, maksimum ve ortalama değerler deri Tulum peynirlerinde plastik bidon Tulum peynirlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Olgunlaşma sırasında bazik karakterli proteolitik parçalanma ürünleri ile mayalar tarafından laktik asidin etil alkole dönüştürülmesi, peynirde pH değerinin yükselmesine neden olabilmektedir.

İstatistik sonuçlarına göre deri Tulum ve plastik kaptaki Tulumlarda yapılan kimyasal analizlerden kuru maddede yağ, kuru maddede tuz, asitlik oranı arasında bir fark bulunmazken toplam kuru madde ( $p \leq 0,01$ ), yağ ( $p < 0,01$ ), protein ( $p < 0,01$ ), tuz ( $p < 0,01$ ), kül ( $p < 0,01$ ) ve pH ( $p < 0,01$ )'da ürünler arasında önemli ölçüde fark tespit edilmiştir. İstatistiki olarak mikrobiyolojik analizler arasında deri Tulum ile plastik bidon Tulumları arasında fark belirlenmemiş olup benzer sonuçlar elde edilmiştir ( $p > 0,05$ ).

Çalışma sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde diğer araştırmacıların kontrollü şartlarda ürettikleri Tulum peynirlerinde fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarının hazırlama koşullarına bağlı olarak yakın değerler gösterdiği belirlenmiştir. Ancak piyasadan alınıp analize tabi tutulan Tulum peyniri örneklerinde bu değerler çok fazla değişken aralıkta olduğu görülmüştür. Bu da Tulum peyniri üretiminde standart bir hammadde kullanılmamasının ve yine standart bir yöntem uygulanmamasının bir sonucu olarak belirtilebilir.

Çeşitli araştırmacıların daha önce Tulum peyniri üzerine yaptıkları çalışmalardaki mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 4'de, deri Tulum peyniri örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 5'de, plastik bidon peyniri örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir.

Daha önce yapılan Tulum peyniri çalışmalarında toplam mezofilik aerob bakteri sayısı 2.56-9.89 ( $\log_{10}$  kob/g) olarak belirlenmiş, elde ettiğimiz bulguların bu sonuçların arasında olduğu görülmüştür. Toplam mezofilik aerob bakteri sayısı açısından minimum, maksimum ve ortalama değerler deri Tulum peynirlerinde plastik bidon Tulum peynirlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Tulum peynirlerinde toplam mezofilik aerob mikroorganizma sayısının yüksek olması, üretimde çiğ süt kullanılmasının bir sonucu olabilir.

Daha önce yapılan Tulum peyniri çalışmalarında laktik asit bakteri sayısı 7.89-8.10 ( $\log_{10}$  kob/g) olarak belirlenmiş, elde ettiğimiz bulguların bu sonuçlardan daha düşük olduğu görülmüştür. Toplam laktik asit bakteri sayısı açısından minimum ve maksimum değerler deri Tulum peynirlerinde plastik bidon Tulum peynirlerine göre daha yüksek, ortalama değer ise aynı bulunmuştur. Laktik asit bakteri grubunda yer alan ve ürünlerin kendine has lezzet, aroma ve dayanma süresi üzerine etki eden önemli bir bakteri grubu da *Lactobacillus-Leuconostoc-Pediococcus* mikroorganizmalarıdır (Demir ve ark., 2017). Bu grup mikroorganizmaların yüksek seviyelerde olması süttten gelen laktik asit bakteri sayısının fazla olmasına, peynirin yapım aşamasında havalandırılması esnasında havadan bu mikroorganizmalarla bulaşma düzeyinden kaynaklanabilir.

Daha önce yapılan Tulum peyniri çalışmalarında maya-küf sayısı 0-8.48 ( $\log_{10}$  kob/g) olarak belirlenmiş, elde ettiğimiz bulguların bu sonuçların arasında olduğu görülmüştür. Maya-küf sayısı açısından minimum, maksimum ve ortalama değerler deri Tulum peynirlerinde plastik bidon Tulum peynirlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Maya-küfler tüm gıda maddelerinin dayanma süresi, kalitesi ve lezzetine üzerine etkili olan mikroorganizma gruplarındandır. Özellikle peynirlerde sayılarının yüksek çıkması hammadde ve üretimde çok fazla bulaşmanın bir sonucu olabilir.

Daha önce yapılan Tulum peyniri çalışmalarında koliform bakteri sayısı 0-7.34 ( $\log_{10}$  kob/g) olarak belirlenmiş, elde ettiğimiz bulguların bu sonuçların arasında olduğu görülmüştür. Koliform bakteri sayısı açısından minimum ve maksimum değerler deri Tulum peynirlerinde plastik bidon Tulum peynirlerine göre daha yüksek, ortalama değer Çizelge 4. Tulum peyniri üzerine yapılan önceki mikrobiyolojik analiz sonuçları ( $\log_{10}$  kob/g)\*

Table 4. Results of previous microbiological analysis on Tulum cheese ( $\log_{10}$  cfu / g)\*

TMABS	LB S	MK S	KS	ES	EBS	STS	PS	PB	LB	SV	LV	Kaynak
<b>Deri Tulum</b>												
6.83- 9.03	-	0- 7.26	0- 7.14	0- 6.61	-	2.18- 7.41	-	-	-	**	-	(Çalım, 2007)
-	8.10	5.11	4.57	2.02	-	-	-	-	-	-	-	(Rençber ve Çelik, 2021)
<b>Plastik bidon</b>												
7.19- 8.09	-	4.13- 6.14	2.15- 3.73	-	-	2 den fazla	-	-	-	-	-	(Çakır ve Çakmakçı, 2018)
6.54- 8.98	-	0- 7.54	0- 7.34	0- 6.99	-	0-7.08	-	-	-	**	-	(Çalım, 2007)
2.56- 7.08	-	1.66- 3.68	0- 3.30	-	-	1.00- 5.38	-	-	-	-	-	(Demirtaş ve Coşkun, 2018)
-	7.89	5.39	3.27	1.05	-	-	-	-	-	-	-	(Rençber ve Çelik, 2021)
<b>Ambalaj materyali belli olmayanlar</b>												
5.02- 9.83	-	<2- 7.82	-	<2- 5.13	<2- 7.27	<2- 4.93	-	-	-	**	**	(Adıgüzel ve ark., 2009)
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	***	(Azak ve ark., 2012)
8.05- 9.89	-	-	2.05- 4.34	-	-	-	-	5.30- 8.65	5.50- 8.06	-	-	(Demir ve ark., 2017)
3.12- 8.03	-	1.00- 7.34	1.00- 5.98	1.00- 2.65	-	1.00- 2.05	-	-	-	-	-	(Demir ve ark., 2018)
6.74- 7.26	-	5.54- 7.26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(Dinkçi ve ark., 2012)
-	-	3.79- 7.76	<10- 5.05	-	-	-	-	-	-	-	-	(Kiraz, 2018)
3.00- 9.02	-	2.70- 8.48	1.00- 5.46	2.00- 4.75	1.00- 5.75	2.00- 8.00	2.00- 6.08	-	-	-	-	(Morul ve İşleyici, 2012)
-	-	-	-	-	-	-	<2- 4.64	-	-	-	-	(Tomar ve ark., 2018)

\*TMABS, toplam mezofilik aerob bakteri sayısı; LBS, laktik asit bakteri sayısı; MKS, maya-küf sayısı; KS, koliform bakteri sayısı; ES, *E. coli* sayısı; EBS, *Enterobacteriaceae* spp. sayısı; STS, *Staphylococcus aureus* sayısı; PS, *Pseudomonas* spp. sayısı; PB, proteolitik bakteri sayısı; LB, lipolitik bakteri sayısı; SV, *Salmonella* spp. varlığı; LV, *Listeria* spp. varlığını belirtmektedir.

\*\* Tespit edilemedi

\*\*\*% 3'ünde tespit edilmiş

ise plastik bidon Tulum peynirlerinde deri Tulum peynirlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Koliform grubu bakterilerin gıda maddelerinde yüksek sayılarda bulunması sanitasyon işlemlerinin ve ürüne uygulanan ısı işlemlerinin yetersiz olduğunun ya da işlem sonrası bulaşmanın göstergesidir.

Daha önce yapılan Tulum peyniri çalışmalarında *E. coli* sayısı 0-6.99 ( $\log_{10}$  kob/g) olarak belirlenmiş, elde ettiğimiz bulguların bu sonuçların arasında olduğu görülmüştür. *E. coli* sayısı açısından minimum ve maksimum değerler deri Tulum peynirlerinde plastik bidon Tulum peynirlerine göre daha yüksek, ortalama değer ise plastik bidon Tulum peynirlerinde deri Tulum peynirlerine göre daha yüksek bulunmuştur. *E. coli* gıda zehirlenmelerine neden olabilen ve hijyenik kalitenin bir göstergesi olarak kabul edilen bir bakteridir.

Daha önce yapılan Tulum peyniri çalışmalarında *Enterobacteriaceae* spp. sayısı 1-7.27 ( $\log_{10}$  kob/g) olarak belirlenmiş, elde ettiğimiz bulguların bu sonuçların arasında olduğu görülmüştür. *Enterobacteriaceae* spp. sayısı açısından maksimum ve ortalama değerler deri Tulum peynirlerinde plastik bidon Tulum peynirlerine göre daha yüksek, minimum değer ise aynı bulunmuştur. *Enterobacteriaceae* sayısının peynir yapımı veya depolama sırasında gerçekleşen bir bulaşmadan kaynaklandığı düşünülebilir.

Daha önce yapılan Tulum peyniri çalışmalarında *Staphylococcus aureus* sayısı 0-8.00 ( $\log_{10}$  kob/g) olarak belirlenmiş, elde ettiğimiz bulguların bu sonuçların arasında olduğu görülmüştür. *Staphylococcus aureus* sayısı Çizelge 5. Deri Tulum peynir örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları ( $\log_{10}$  kob/g)\*

Table 5. Microbiological analysis results of leather Tulum cheese samples ( $\log_{10}$  cfu / g)\*

Özellikler	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
TMABS	6.83	7.64	7.15	0.24002
LBS	5.78	7.28	6.54	0.48888
MKS	3.82	6.82	5.35	0.76110
KS	1.92	5.44	4.15	0.92829
ES	1.45	5.22	3.25	0.89705
EBS	<10	3.12	2.14	0.73130
STS	2.36	5.76	4.36	0.94024
PS	2.25	5.40	4.04	0.90319
PB	1.53	4.27	3.04	0.85920
LB	2.13	4.92	3.82	0.73308
SV	-	-	-	-
LV	-	-	-	-

\*TMABS, toplam mezofilik aerob bakteri sayısı; LBS, laktik asit bakteri sayısı; MKS, maya-küf sayısı; KS, koliform bakteri sayısı; ES, *E.coli* sayısı; EBS, *Enterobacteriaceae* spp. sayısı; STS, *Staphylococcus aureus* sayısı; PS, *Pseudomonas* spp. sayısı; PB, proteolitik bakteri sayısı; LB, lipolitik bakteri sayısı; SV, *Salmonella* spp. varlığı; LV, *Listeria* spp. varlığını belirtmektedir.

Çizelge 6. Plastik bidon peynir örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları ( $\log_{10}$  kob/g)\*

Table 6. Microbiological analysis results of cheese samples in plastic drums ( $\log_{10}$  cfu / g)\*

Özellikler	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
TMABS	6.72	7.52	7.10	0.26058
LBS	5.62	7.12	6.54	0.52890
MKS	3.75	6.54	5.47	0.85448
KS	1.74	5.33	4.31	0.99574
ES	1.23	4.96	3.34	0.94232
EBS	<10	2.81	1.83	0.78149
STS	2.36	5.28	4.10	0.86619
PS	2.03	4.76	3.60	0.74045
PB	1.26	3.84	2.51	0.85365
LB	1.82	4.67	3.33	0.89986
SV	-	-	-	-
LV	-	-	-	-

\*TMABS, toplam mezofilik aerob bakteri sayısı; LBS, laktik asit bakteri sayısı; MKS, maya-küf sayısı; KS, koliform bakteri sayısı; ES, *E.coli* sayısı; EBS, *Enterobacteriaceae* spp. sayısı; STS, *Staphylococcus aureus* sayısı; PS, *Pseudomonas* spp. sayısı; PB, proteolitik bakteri sayısı; LB, lipolitik bakteri sayısı; SV, *Salmonella* spp. varlığı; LV, *Listeria* spp. varlığını belirtmektedir.

açısından maksimum ve ortalama değerler deri Tulum peynirlerinde plastik bidon Tulum peynirlerine göre daha yüksek, minimum değer ise aynı bulunmuştur. Bazı *Staphylococcus* suşlarının gıdalarda zehirlenmelere neden olduğu bilinmektedir. Bu nedenle özellikle *Staphylococcus aureus*'un gıdalarda bulunmaması gerekmektedir. Özellikle üretimde çalışanların hijyenik kurallara uymaması son üründe *Staphylococcus aureus* bulunmasının en büyük nedenidir.

Daha önce yapılan Tulum peyniri çalışmalarında *Pseudomonas* spp. sayısı <2-6.08 ( $\log_{10}$  kob/g) olarak belirlenmiş, elde ettiğimiz bulguların bu sonuçların arasında olduğu görülmüştür. *Pseudomonas* spp. sayısı açısından minimum, maksimum ve ortalama değerler deri Tulum peynirlerinde plastik bidon Tulum peynirlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Peynirlerde meydana gelen en önemli tat kusurları arasında acılık ve ransidite öncelikli sırayı almaktadır ve bu kusurların birçoğuna ısıya dirençli lipaz ve proteaz üreten *Pseudomonas*'lar sebep olmaktadır (Yerlikaya, 2018).

Daha önce yapılan Tulum peyniri çalışmalarında proteolitik bakteri sayısı 5.30-8.65 ( $\log_{10}$  kob/g) olarak belirlenmiş, elde ettiğimiz bulguların bu sonuçların arasında olduğu görülmüştür. Proteolitik bakteri sayısı açısından minimum, maksimum ve ortalama değerler deri Tulum peynirlerinde plastik bidon Tulum peynirlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Proteolitik mikroorganizmalar özellikle süt ürünlerinde proteini parçalayarak istenmeyen tat ve kokulara neden olurlar.

Daha önce yapılan Tulum peyniri çalışmalarında lipolitik bakteri sayısı 5.50-8.06 ( $\log_{10}$  kob/g) olarak belirlenmiş, elde ettiğimiz bulguların bu sonuçların arasında olduğu görülmüştür. Lipolitik bakteri sayısı açısından minimum, maksimum ve ortalama değerler deri Tulum peynirlerinde plastik bidon Tulum peynirlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Lipolitik bakteri sayımı, lipoliz olayında etkili olan ve lipolitik aktiviteye sahip mikroorganizmaların varlığını belirlemek amacıyla yapılmaktadır.

Analize alınan deri Tulum peynir örneklerinde yapılan *Salmonella* spp. varlığı ve *Listeria* spp. varlığı analizlerinde hiçbir örnekte *Salmonella* spp. ve *Listeria* spp. tespit edilmemiştir. Daha önce yapılan Tulum peyniri çalışmalarında *Salmonella* spp. tespit edilememiştir (Adıgüzel ve ark., 2009; Çalım, 2007). *Listeria* spp. ise bir çalışmada tespit edilmezken (Adıgüzel ve ark., 2009) bir çalışmada örneklerin % 3'ünde tespit edilmiştir (Azak ve ark., 2012). *Salmonella* ve *Listeria* en çok hayvansal ürünlerde ve bunlar arasında peynirlerde bulunmakta ve insan sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır. Türk gıda kodeksi mikrobiyolojik kriterler yönetmeliğinde peynirlerde kesinlikle *Salmonella* spp. ve *Listeria monocytogenes* bulunmayacağı belirtilmektedir (Anonim, 2011).

Deri Tulum örneklerinde kuru maddede yağ içeriği ile *Enterobacteriaceae* spp. hariç diğer mikrobiyolojik analizler arasında orta seviyeye yakın düzeyde ters bir ilişki olduğu tespit edilmiştir ( $-0,542 < r < -0,226$ ). Kuru maddede tuz oranında ise *Staphylococcus aureus* ( $r = -0,433$ ) ve *Pseudomonas* spp. sayısı ( $r = -0,343$ ) ile ters bir ilişki belirlenmiş olup diğer analizler arasında anlamlı bir ilişki gözlenmemiştir ( $p > 0,05$ ). Deri Tulum peyniri için mikrobiyolojik analiz sonuçları ile asitlik düzeyi arasında yüksek düzeyde ters orantılı bir ilişki olduğu tespit edilmiş olup ( $-0,820 < r < -0,579$ ) bu durum pH için doğru orantılıdır ( $0,369 < r < 0,903$ ). pH için bu doğrusal oran en yüksek maya-küf sayısında belirlenmiştir ( $r = 0,903$ ).

Yağ oranı ile laktik asit bakterileri ( $r = 0,517$ ), maya-küf sayısı ( $r = 0,399$ ), koliform bakteri sayısı ( $r = 0,393$ ), *Staphylococcus aureus* sayısı ( $r = 0,382$ ) ve lipolitik bakteri sayısı ( $r = 0,384$ ) arasında orta düzeyde doğru orantılı bir ilişki bulunurken diğer mikrobiyolojik analizler arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Laktik asit bakterileri ile protein oranı arasında orta düzeyde bir korelasyon gözlenmiştir ( $r = 0,441$ ). Tuz miktarı ile laktik asit bakteri sayısı ( $r = 0,495$ ), maya-küf sayısı ( $r = 0,571$ ), koliform bakteri sayısı ( $r = 0,473$ ), *E.coli* sayısı ( $r = 0,432$ ), proteolitik bakteri sayısı ( $r = 0,401$ ) arasında orta düzeyde bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Asitlik miktarı ile *Enterobacteriaceae* spp. sayısı ve maya-küf sayısında düşük olmak üzere diğer tüm mikrobiyolojik analizlerde yüksek düzeyde bir ters orantılı ilişki mevcuttur ( $-0,833 < r < -0,574$ ). pH'da ise bu durum doğru orantılı bir şekilde olmakla birlikte maya-küf sayısında çok yüksek oranda ilişkilidir ( $r = 0,947$ ). pH ile maya-küf sayısı arasında yüksek düzeyde ( $r = 0,77$ ) pozitif yönde bir korelasyon gözlenirken diğer mikrobiyolojik analizler için orta düzeyde pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Asitlikte ise mikrobiyolojik analizler arasında negatif ilişki söz konusudur. Asitliğin en fazla ilişkide olduğu analizler sırası ile toplam mezofilik aerob bakteri sayısı ( $r = -0,856$ ), koliform bakteri sayısı ( $r = -0,796$ ), *Staphylococcus aureus* sayısı ( $r = -0,759$ ), *E.coli* sayısı ( $r = -0,754$ ), lipolitik bakteri sayısı ( $r = -0,744$ ) iken diğer analizlerde orta düzeyde bir ilişki ( $r = -0,480$  ile  $-0,6898$  arası) mevcuttur. Tuz miktarı ile mikrobiyolojik analizler arasında ilişki saptanmamıştır ( $p > 0,05$ ). Kuru maddede yağ oranı ile *Staphylococcus aureus* ( $r = -0,296$ ) ve *Pseudomonas* spp. sayısı ( $r = 0,0257$ ) arasında düşüğe olsa negatif bir ilişki söz konusu iken diğer mikrobiyolojik analizlerde anlamlı bir ilişki gözlenmemiştir ( $p > 0,05$ ).

Mikroorganizma sayısının yüksek çıkması çiğ süt kullanımı ve hijyenik olmayan üretim süreçlerinden kaynaklanıyor olabilir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiği zaman bazı bakteri (*E.coli*, *Staphylococcus aureus* gibi) sayılarının insan sağlığı açısından riskli olabilecek seviyelerde oldukları belirlenmiştir. Bundan dolayı bu ürünlerin yapımında kullanılan sütlerin uygun derecelerde ve uygun sürelerde pastörize edilmesi, yapımında starter kültür kullanılması ve üretimde gıda güvenliği sistemlerinin uygulanması önerilebilir.

Deri Tulum peynir örneklerinin duyuşal analiz sonuçları Çizelge 7'de ve plastik bidon peynir örneklerinin duyuşal analiz sonuçları Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 7. Deri Tulum peynir örneklerinin duyuşal analiz sonuçları

Table 7. Sensory analysis results of leather Tulum cheese samples

Özellikler	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Kesit ve görünüş (25 p)	16.50	23.25	20.31	1.85042
Yapı (25 p)	17.75	24.50	21.03	2.01718
Koku (25 p)	16.00	24.25	21.02	2.73618
Tat (25 p)	14.50	24.75	21.08	2.93794
Toplam (100 p)	65.00	96.75	83.44	2.38543

Deri Tulum peynirlerinin duyuşal analizinde toplam puan 65.00-96.75 arasında, ortalama 83.44 olarak belirlenmiştir. Plastik bidon Tulum peynirlerinin duyuşal analizinde toplam puan 68.25-98.25 arasında, ortalama 86.49 olarak belirlenmiştir. Deri Tulum peynirleri ve plastik bidon Tulum peynirleri duyuşal olarak bir arada

değerlendirildiğinde minimum, maksimum ve ortalama puanlar açısından (Kesit ve görünüş, yapı, koku, tat ve toplam puan) plastik bidon Tulum peynirlerinin deri Tulum peynirlerine göre daha yüksek puan aldığı belirlenmiştir. Duyusal analiz sonuçları ile tüm örnekler genel olarak karşılaştırıldığında asitlik ile duyusal analiz sonuçları

Çizelge 8. Plastik bidon peynir örneklerinin duyusal analiz sonuçları  
Table 8. Sensory analysis results of cheese samples in plastic drums

Özellikler	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Kesit ve görünüş (25 p)	17.25	24.25	21.17	1.45464
Yapı (25 p)	18.25	24.75	21.55	1.99194
Koku (25 p)	17.25	24.50	21.92	1.97561
Tat (25 p)	16.00	24.75	21.85	2.27643
Toplam (100 p)	68.25	98.25	86.49	1.92465

arasında yüksek düzeyde doğrudan bir ilişki olduğu gözlenirken ( $r=0,903$ ) pH ile ters bir ilişki söz konusudur ( $r=-0,561$ ). Ancak içerdiği tuz miktarı ve yağ miktarı ile duyusal analiz sonuçları arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Kuru maddede yağ oranı ile duyusal analiz sonuçları arasındaki ilişki incelendiğinde doğrusal bir ilişki ( $0,396<r<0,526$ ) tespit edilmiş olup toplam kuru madde, yağ, tuz ve kuru maddede tuz miktarında anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir ( $p>0,05$ ). Asitlik oranı ile duyusal analiz sonuçları arasında kuvvetli bir doğrusal bir ilişki ( $0,870<r<0,898$ ) tespit edilmiş olup pH ile ters orantılı bir ilişki mevcuttur ( $-0,758<r<-0,659$ ).

Deri Tulum ve plastik bidon Tulum peynirleri ayrı ayrı incelendiğinde ise deri Tulum peyniri ile asitlik arasında yüksek düzeyde bir ilişki ( $r=0,898$ ) ve kuru maddede yağ içeriği ile doğrusal bir ilişki ( $r=0,472$ ) tespit edilmişken diğer kimyasal analiz sonuçları ile anlamlı bir ilişkisi söz konusu değildir. Plastik bidondaki Tulum örneklerinin duyusal analizi sonuçları ile toplam kuru madde, yağ, kuru maddede yağ, protein, tuz, kuru maddede tuz oranları ile anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). Deri Tulum örneklerinde olduğu gibi asitlik ile duyusal sonuçları (kesit/görünüş, yapı, koku ve tat açısından) arasında kuvvetli bir doğrusal ilişki söz konusudur ( $0,907<r<0,955$ ). pH'da ise sadece kesit görünüş özelliğinde düşük düzeyde bir ilişki saptanmıştır ( $r=-0,379$ ).

#### 4. Sonuç

Ülkemiz değişik peynirler bakımından önemli bir çeşitliliğe sahiptir. Tulum peyniri ülkemizde üretiminde salamuralı ve kuru üretim gibi farklı yöntemler uygulanmakla birlikte, olgunlaştırma, ambalaj ve satış materyali olarak bez, deri Tulum ve plastik bidon gibi farklı materyaller de kullanılmaktadır. Tulum peyniri, ülkemizde en çok üretilen ve tüketilen peynir çeşitlerinden birisidir. Ancak üretiminde ortak bir yöntem olamayışı, değişik hayvan sütlerinden üretilmesi ve gerekli hijyenik koşulların sağlanamaması gibi nedenlere bağlı olarak çok farklı özelliklerde peynir üretilmekte ve bazen de ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Araştırma sonucunda deri Tulum ve plastik bidon Tulum peynirlerinin fiziksel ve kimyasal analizleri sonucunda bileşimlerinin çok geniş aralıklarla değiştiği belirlenmiştir. Mikrobiyolojik özellikleri açısından değerlendirildiğinde fazla sayıda mikroorganizma içerdikleri belirlenmiştir. Bu sonuçlar üretimde standart bir yöntem olmadığı, üretiminde ve depolanmasında hijyenik koşullara uyulmadığının göstergesi olarak yorumlanabilir. Ancak kullanılacak ve geliştirilecek üretim yöntemleri ürünün kendine has özelliklerinde büyük değişiklikler yapmadan uygulanmalı, bu konuda daha kapsamlı araştırmalar yapılmalıdır. Bu sayede ülkemize özgü geleneksel lezzetler korunurken, ülke ekonomisine de katma değer sağlanacaktır. Ülkemize özgü yöresel peynirlerle ilgili çok sayıda araştırma yapılmasına karşın, birçok peynir çeşidinde standart bir üretim yöntemi bulunmamaktadır.

#### Kaynaklar

- Adıgüzel, G., Atasever, M., Karakaya, Y., Aydemir, M., Ünsal, C., 2009. Chemical, microbiological and sensorial properties of Tulum Cheese. *Asian Journal of Chemistry*, 21 (1): 572-580.
- Akyüz, N., 1981. Erzincan (Şavak) Tulum peynirinin yapılışı ve bileşimi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12, 85-112.
- Andrews, W.H., Flowers, R.S., Silliker, J., Bailey, J.S., 2001. *Salmonella*. Compendium of methods for the microbiological examination of foods, 4th ed. (ed. Downes F.P., Ito K.) American Public Health Association, Washington, D.C., 600s.



- Anonim., 2011. Türk gıda kodeksi mikrobiyolojik kriterler yönetmeliği. Resmi Gazete Tarihi: 29.12.2011, Resmi Gazete Sayısı: 28157 (3.mükerrer), Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara.
- Anonim., 2015. Türk gıda kodeksi peynir tebliği (Tebliğ No: 2015/6). 29261 Sayılı Resmî Gazete. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara.
- AOAC, 1995. Official Methods of Analysis, (Moisture in Nuts and Nuts Products). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- AOAC, 1997. Official Methods of Analysis, 16th ed. Arlington: Association of Official Analytical Chemists.
- Arıcı, M, Şimşek, O., 1991. Kültür kullanımının Tulum peynirinin duysal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkisi. Gıda, 16, (1), 53-62.
- Arslaner, A., Turkmen, O., 2020. Erzincan Tulum cheese. Turkish JAF Sci. Tech., 8(4): 932-940.
- Ateş, G, Patır, B., 2001. Starter kültürü Tulum peynirinin olgunlaşması sırasında duysal kimyasal ve mikrobiyolojik niteliklerinde meydana gelen değişimler üzerine araştırmalar. FÜ Sağ. Bil. Derg., 15, (1), 45-46.
- Aydar, L.Y., 1999. Gıdalarda maya ve küf sayımı. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları. Armani Matbaacılık, Ankara, 296s.
- Azak, M. G., Kılıç, H., Hızlısoy, H., Abay, S., 2012. Erzincan ili Tulum peynirlerinden *Listeria* spp. izolasyonu ve identifikasyonu. Erciyes Üniv. Vet. Fak. Derg., 9(3): 149-156.
- Caridi, A., 2003. Identification and first characterization of lactic acid bacteria isolated from artisanal ovine cheese Pecorino del Poro. International Journal of Dairy Technology, 56: 105-110.
- Cemeroğlu, B., 2010. Gıda analizlerinde genel yöntemler. Gıda Analizleri (editör: Cemeroğlu B.). Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No:34, Ankara, 535s.
- Çalım, H.D., 2007. Konya ve çevresinde farklı tip ambalajlarda tüketime sunulan Tulum peynirlerinin kalite nitelikleri. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Konya, 130s.
- Çakır, Y., Çakmakçı, S. 2018. Some microbiological, physicochemical and ripening properties of Erzincan Tulum cheese produced with added black cumin (*Nigella Sativa* L.). Journal of Food Science and Technology, 55(4), 1435-1443.
- Demir, P, Öksüztepe, G, İncili, KG. 2017., Vakum paketli Şavak Tulum peynirlerinde potasyum sorbatın kullanımı. Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg., 23(1): 23-30.
- Demir, P., Erkan, S., Öksüztepe, G., 2018. Elazığ'da satılan Şavak Tulum peynirlerinin mikrobiyolojik kalitesi. Harran Üniv. Vet. Fak. Derg., 7(1): 15-20.
- Demirtaş, M., Coşkun, H., 2018. Keçi sütünden farklı pıhtılaştırma yöntemleri ile üretilen Tulum peynirlerinin olgunlaştırılması esnasında meydana gelen değişimler. Gıda (2018) 43 (5): 835-845.
- Dinkçi, N., Ünal, G., Akalın, S., Varol, S., Gönç, S., 2012. Kargı Tulum peynirinin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 49 (3): 287-292.
- Duman Aydın, B., Gülmez, M. 2008. Erzincan Tulum peyniri üretiminde alternatif yöntemlerin araştırılması. Kafkas. Üniv. Vet. Fak. Derg. 14: 67-73.
- Durlu Özkaya, F., Gün, İ., 2017. Anadolu'da peynir kültürü. Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi Kitabı, 10-15 Eylül, Ankara, Türkiye. 485-505.
- Erciyes, Ö., Yıldırım, M., Yıldırım, Z., 2018. Tulum peynirinin toplam karbonil madde içeriği ile bazı kimyasal ve mikrobiyolojik nitelikleri. Journal of Animal Science and Product 1 (1) 67-83.
- Erdoğan, A., Gürses, M., Sert, S., 2003. Isolation of moulds capable of producing mycotoxins from blue mouldy Tulum cheeses produced in Turkey. International Journal of Food Microbiology, 85: 83-85.
- Eser, S., Coşkun, H., Sarıca, E., 2020. Kefir starteri kullanılarak üretilen Tulum peynirlerinde olgunlaşma boyunca meydana gelen değişimler. Gıda,45 (4): 710-720.
- Goto, S., Enomoto, S., 1970. Nalidixic acid cetrinide agar. A new selective plating medium for the selective isolation of *Pseudomonas aeruginosa*. Japan Journal of Microbiology, 14, 65-72.
- Halkman, AK., 2005. Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. Başak Matbaacılık, Ankara.
- Hayaloğlu, A.A., Fox, P.F., Güven, M., Çakmakçı, S., 2007. Cheeses of Turkey: 1. Varieties ripened in goat-skin bags. Lait, 87: 79-95.
- Kamber, U., 2006. Peynirin tarihçesi. Veteriner Hekimler Derneği Dergisi, Cilt: 77 - Sayı: 2, 40-44.
- Kiraz, Ş., 2018. Çorum yöresinde üretilen geleneksel Kargı Tulum peynirlerinin bazı bileşim özelliklerinin belirlenmesi. Hitit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Çorum, Türkiye, 45s.
- Morul, F., İşleyici, Ö., 2012. Divle Tulum peynirinin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. YYÜ Vet. Fak. Derg., 23: 71-76.
- Nyachuba D.G., Donnely C.W., 2007. Comparison of 3M petrifilm environmental *Listeria* plates against Standard enrichment methods for the detection of *Listeria monocytogenes* of epidemiological significance from environmental surfaces. Journal of Food Science. 72, 9, 346-354.

- Oysun, G., 1991. Süt Ürünlerinde Analiz Yöntemleri, Ege Üniv Zir Fak Ofset Basımevi, İzmir.
- Öner, Z., Karahan, A.G., Aloğlu, H., 2005. Starter kültür kullanılarak yapılan Tulum peynirlerinin bazı özellikleri. Gıda, 30 (1): 57-62.
- Rençber, F., Çelik, Ş., 2021. Farklı ambalaj materyalinde olgunlaştırılan Muş Tulum peynirinin bazı karakteristik özellikleri. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 52 (1): 1-10.
- Sancak, H., İşleyici, Ö., Tuncay, R. M., Sancak, Y. C., 2018. Geleneksel olarak üretilen Bitlis Tulum peyniri ve kimyasal kalite nitelikleri. BEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 7(2): 380-389.
- Saygılı, D., Demirci, H., Samav, U., 2020. Coğrafi işaretli Türkiye peynirleri. Aydın Gastronomy, 4(1), 11-21.
- Sert, D., Akın, N., 2008. Türkiye'de bazı önemli Tulum peyniri çeşitlerinin geleneksel üretim metotları. Türkiye 10. Gıda Kongresi; 21-23 Mayıs 2008, Erzurum, 717-720.
- Schraft H., Watterworth L. A., 2005. Enumeration of heterotrophs, fecal coliforms and *Escherichia coli* in water: comparison of 3M Petrifilm plates with standard plating procedures. Journal of Microbiological Methods, 60, 335–342.
- Silbernagel, K.M., Lindberg K.G., 2003. 3M Petrifilm *Enterobacteriaceae* count plate method for enumeration of *Enterobacteriaceae* in selected foods: collaborative study. Journal of AOAC International, 86, 4, 802-814.
- Silva, B.O., Caraviello, D.Z., Rodrigues, A.C., Ruegg P.L., 2005. Evaluation of petrifilm for the isolation of *Staphylococcus aureus* from milk samples. Journal of Dairy Science, 88, 8, 3000-3008.
- Tarakçı, Z., Küçüköner, E., Sancak, H., Ekici, K., 2005. İnek sütünden üretilerek cam kavanozlarda olgunlaştırılan Tulum peynirinin bazı özellikleri. YYÜ Vet. Fak. Derg., 16:9-14.
- Tekin, A., Güler, Z., 2019. Glycolysis, lipolysis and proteolysis in raw sheep milk Tulum cheese during production and ripening: Effect of ripening materials. Food Chemistry, 286, 160-169.
- Tekinşen, K. K., Akar, D., 2017. Erzincan Tulum peyniri. Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg., 12(2): 218-226.
- Tomar, O., 2019. The effects of probiotic cultures on the organic acid content, texture profile and sensory attributes of Tulum cheese. International Journal of Dairy Technology, 72 (2), 218-228.
- Tomar, O., Akarca, G., Beykaya, M., Çağlar, A., 2018. Some characteristics of Erzincan Tulum cheese produced using different probiotic cultures and packaging material. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 24, 647-654.
- Toklu, S., Pekerşen, Y., 2019. Coğrafi işaretli gastronomik bir değer olan Karaman Divle Obruğu Tulum peynirinin bölge halkı tarafından algılanması. Journal of Tourism and Gastronomy Studies, 7(3), 2251-2273.
- Tulukoğlu, G.B., Akan, E., Kınık, Ö., 2020. İzmir Tulum peyniri üretiminde peynir altı suyu kültürü kullanımı. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 57 (3):441-453.
- Ünlütürk, A., Turantaş F., 2002. Gıdaların mikrobiyolojik analizleri. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir, 186s.
- Yerlikaya, O., Kınık, Ö., 2013. Türkiye'de üretilen ve tüketilen Tulum peyniri çeşitlerimiz. Dünya Gıda, Cilt.5, 75-81.
- Yerlikaya, O., 2018. Ege ve Marmara bölgesi'nde üretilen ve tüketime sunulan beyaz peynirlerin bazı mikrobiyolojik özelliklerinin incelenmesi üzerine bir araştırma. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 55 (4):499-505.



## Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi Anadolu Journal of Agricultural Sciences

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



### Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/omuanajas.908576

## Konya Kapalı Havzası Uzun Dönem Bitki Örtüsü İndeksi Verilerinin İzlenmesi ve Eğilim Analizi

 Ayhan Ateşoğlu\*

*\*Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Bartın, Türkiye*

\*Sorumlu yazar/corresponding author: [aatesoglu@bartin.edu.tr](mailto:aatesoglu@bartin.edu.tr)

Geliş/Received 02/04/2021

Kabul/Accepted 24/05/2021

### ÖZET

Bu makale, Konya Kapalı Havzası (KKH) arazi örtü/kullanım sınıfları belirlenmesi, vejetasyon bazlı arazi izleme ve değerlendirme çalışmalarını kapsamaktadır. Bitki örtüsünün biyosfer için çok önemli bir işlevi olduğu, varlığı noktasında izlenmesi gerekli bir kriter olduğu bilinmektedir. Çalışmada, yöntem olarak ilk kez Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından kullanılan çok amaçlı arazi izleme ve değerlendirme programı olan Collect Earth (CE) yöntemi kullanılmıştır. Uzaktan algılama ve Coğrafi bilgi sistemleri entegre sistem üzerine kurulu CE, Google Earth aracılığı ile veri toplamayı sağlayan bir araçtır. Kullanıcılar Google Earth, Bing Maps ve Google Earth Engine ile birlikte yüksek çözünürlüklü uydu görüntü verilerini farklı amaçlara yönelik (arazi kullanımı, arazi kullanım değişimi, tarımsal arazilerin izlenmesi, arazi bozulumu ve iyileşmesi vb.) analiz için kullanabilirler. Bu çalışmada, KKH'nın normalleştirilmiş fark bitki indeksi NDVI değerleri kullanılarak 2000-2018 yılları arasındaki arazi bozulumu/çölleşme ve iyileşme/yeşillenme eğilim analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, havza alanında 2000-2018 yılları arasında toplam 88916 ha alanda iyileşme, 10570 hektar alanda arazi bozulumu tespit edilmiştir. İyileşmiş alanlarının %85'i tarım alanları içerisinde olduğu tespit edilmiştir. İyileşme alanlarının en çok 2009-2011 yılları arasında gerçekleştiği de belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar havzanın arazi örtü/kullanım sınıfları nezdinde tartışılmıştır. CE'nin kullanıcı dostu olması, sorunsuz öğrenme eğrisi, hızlı, doğru ve uygun maliyetli değerlendirmeler yapması ve belirli veri toplama ihtiyaçları ve metodolojileri için oldukça özelleştirilebilir olması nedeniyle etkili bir yöntem olduğu da vurgulanmıştır.

### Anahtar Sözcükler:

Konya Kapalı Havzası  
Arazi kullanım sınıfları  
NDVI analizi  
Collect Earth

### Monitoring and Trend Analysis of Long-Term Vegetation Index Data in Konya Closed Basin

#### ABSTRACT

This article covers the determination of land cover/use classes in Konya Closed Basin (KKH), vegetation-based land monitoring and assessment studies. It is known that vegetation has a very important function for the biosphere and is a criterion that must be followed. In the study, the Collect Earth (CE) is a tool, which a multi-purpose monitoring, used for the first time by the United Nations Food and Agriculture Organization (FAO). Collect Earth is a tool that enables data collection through Google Earth. In conjunction with Google Earth, Bing Maps and Google Earth Engine, users can analyze high and very high-resolution satellite imagery for a wide variety of purposes (Land Use, Land Use Change, Monitoring agricultural land areas, land degradation etc.). In this study, land degradation/desertification and improvement/greening trend analyzes between 2000-2018 were performed using normalized difference plant index NDVI values of KKH. Because of the study, improvement in a total area of 88916 ha and land degradation in an area of 10570 hectares were detected between 2000-2018 in the basin area. It has been determined that 85% of the improved areas are in the cropland. It has also been determined that the areas of improvement mostly occurred between 2009-2011. The results obtained were discussed in terms

#### Keywords:

Konya Closed Basin  
Land cover/use  
NDVI analysis  
Collect Earth,

© OMU ANAJAS 2021

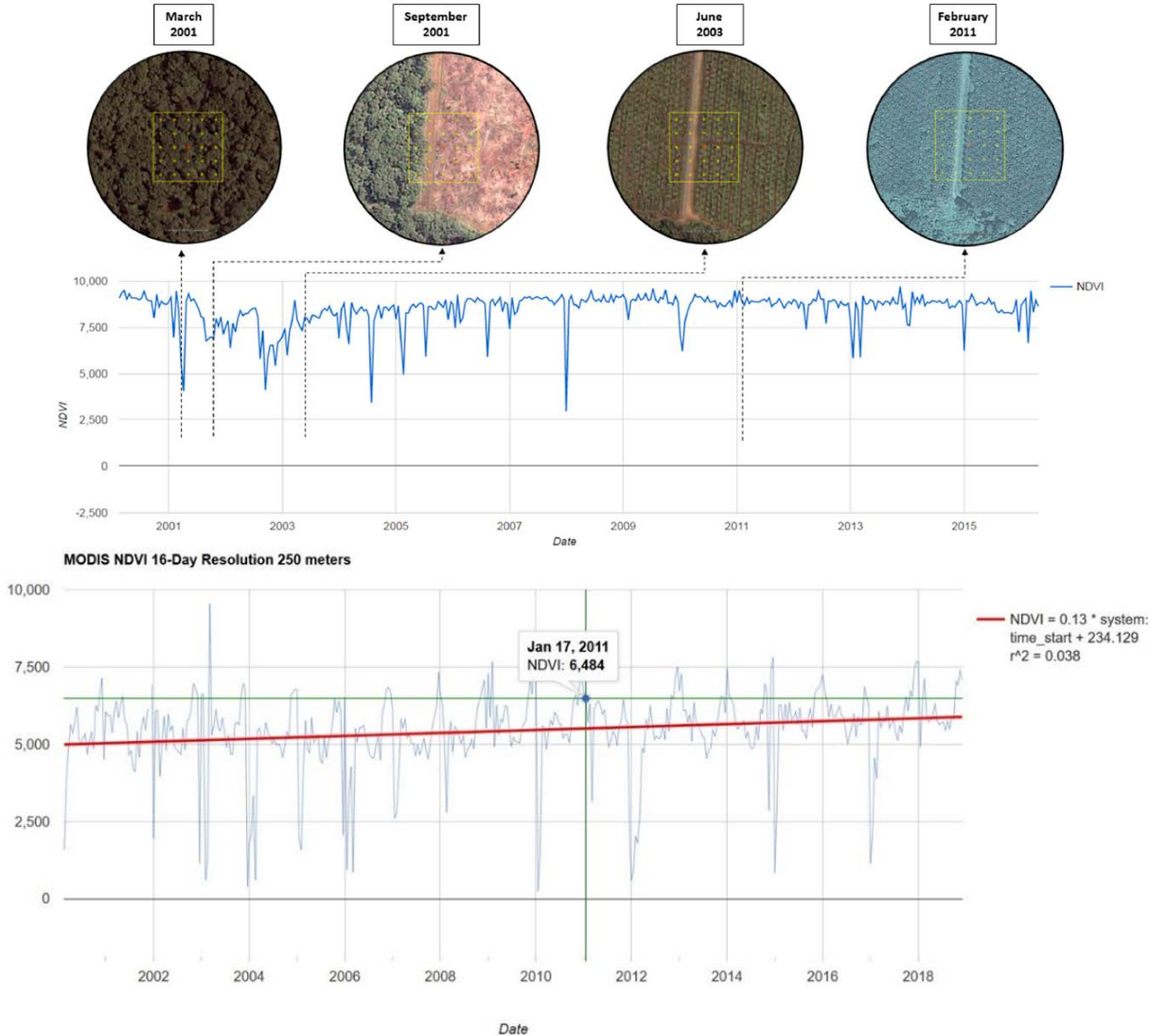
of land cover/use classes of the basin. Evaluations were made on the causes of greening, especially for cropland. It has been emphasized that it is an effective method due to its user friendliness, smooth learning curve, performing fast, accurate and cost-effective assessments and be highly customizable for the specific data collection needs and methodologies.

## 1. Giriş

Bitki örtüsü, bir bölgenin bitki yaşamı için kullanılan en genel terimdir. Bitkiler tarafından sağlanan toprak örtüsünü ifade eder ve biyosferin en çok varlığını oluşturan unsurlardan biridir. Dolayısı ile bitki örtüsü, Dünya'nın yüzey sisteminin tanımlayan önemli bir biyofiziksel parametredir (Jones ve Vaughan, 2010). Bitki örtüsü, biyosfer için birkaç kritik işleve sahiptir. İlk olarak, biyojeokimyasal döngünün akışını sağlar. Bu durum iklim koşulları içinde büyük önem taşımaktadır. İkinci olarak, bitki örtüsü başta üretkenlik olmak üzere toprak özelliklerini güçlü bir şekilde etkiler. Yaban hayatı ve enerji kaynağı olarak da büyük öneme sahiptir. (Bahre, 1991).

Vejetasyon takibi yapılarak çölleşme ve arazi bozulması veya tam tersi yeşillenme ve iyileşme tespiti yapmak mümkündür (Bai et. al., 2008; Bai et. al., 2010; Yengoh et. asl., 2015). Bu konuda, kısıtlayıcı unsurlardan biri küresel ya da bölgesel ölçekte vejetasyon takibi yapmayı sağlayacak veri ve yöntem gereksinimleridir (Veron et. al., 2006). Bu bağlamda, uzaktan algılama (UA) verileri ve analiz aracı olan Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) disiplinleri öne çıkmaktadır. Özellikle arazi izleme ve değerlendirme çalışmalarında iki disiplinin birlikte kullanımı, araziye yönelik hassas ve doğru bilgilere ulaşma imkanı tanımaktadır (Sluiter, 2005; Liping et. asl., 2018; İslam et. al., 2021). Birçok vejetasyona yönelik arazi çalışmalarında özellikle orta çözünürlüklü uydu görüntü verileri için bitki örtüsü indeksleri kullanılmaktadır (Bannari et. al., 1195; Yagci et. al., 2011; Lu et. al., 2015; Zhao et. al., 2020). Bitki indeksleri içinde Normalleştirilmiş fark bitki indeksi (NDVI) en çok kullanılan indeks görüntülerden biridir. Özellikle uydu bazlı görüntülerden vejetasyona ilişkin değerlendirmelerde sıklıkla kullanılmaktadır (Wallece ve Campbell, 1990; Sobrino ve Julien, 2011). Özellikle de tarım ve orman alanlarında yoğun olarak kullanıldığı bilinmektedir (Zhu et. al., 2021; Ivanova et. al., 2021). NDVI fotosentetik olarak aktif biyokütlenin basit bir göstergesi ve bitki sağlığının bir göstergesidir. En genel manada, NDVI bitki örtüsünü diğer arazi örtüsü sınıflarından ayırmaya ve arazinin genel durumunu belirlemeye yardımcı olur. NDVI yakın kızılötesi bant ile kırmızı bant farkının, toplamına oranı şeklinde hesaplanır. Çoğu durumda 1 ile -1 arasında bir değişken olarak hesaplanmaktadır. Elde edilen sonuç en genel manada, 0.2-0.4 arası ise seyrek, 0.4-0.6 ise orta yoğunlukta, 0.6 dan büyük bir değerde ise yoğun bitki örtüsü olduğu kabul edilir. Aralık değerleri farklı amaca yönelik çalışmalar için değişkenlik da gösterebilir. NDVI sonuçları vejetasyonun durumunu, sağlığını ve canlılığına dair bilgiler vermektedir. Bu yönü ile büyümenin göstergesi verimlilik ve biyokütle ile güçlü bir korelasyona sahiptir (URL 1). Tüm bunlara ek olarak, NDVI zaman serileri kullanılarak iyileşme/yeşillenme ve bozulma/çölleşme eğilimlerine ilişkin küresel ve bölgesel çalışmalar yapılmaktadır (Jong et al., 2011). Farklı yöntem ve platformlar aracılığı ile farklı çözünürlükteki uydu görüntü verilerinin NDVI zaman setleri üzerinden vejetasyona ilişkin eğilim sonuçları elde edilebilmektedir (Wessels et. al., 2007; Wessels et. al., 2012; Guo et. al., 2020).

Bu çalışmada, ilk olarak Food ve Agriculture Organization (FAO) tarafından geliştirilen ve kullanılan, Open Foris şirketi bünyesindeki açık kaynak kodlu bir yazılım olan Collect Earth (CE) kullanılmıştır. CE java alt yapısını kullanarak Google Earth, Bing Maps, Yandex Maps gibi görüntü sağlayıcılarına ve Google Earth Engine (GEE) açık veri kaynaklarına erişim sağlayabilmektedir. Bu bağlamda, CE genel olarak arazi örtü/kullanım çalışmalarında kullanılmaktadır (Bey ve ark., 2016; Martin-Ortega ve ark., 2017; Ateşoğlu ve ark., 2019; Saah ve ark., 2019; Tzamtzis ve ark., 2019; Kahdka ve ark., 2020). CE uzman olan yada olmayan kullanıcıların, çok yüksek geometrik çözünürlüğe sahip görüntüler (Google earth, bing maps ve yandex maps) kullanarak ve uydu görüntü bazlı uzun zaman grafik veri ve görüntü serilerinden de (GEE ve GEE Code Editor) faydalanarak veri toplamaya olanak sunmaktadır (Bey ve ark., 2016; ve ark., Gorelick 2017). Çalışmada, Konya Kapalı Havzasının (KKH) arazi örtü/kullanım sınıfları belirlenmesine yönelik olarak, 2000-2018 yılları arasındaki, NDVI verileri yardımı ile (Şekil 1) arazi bozulma/çölleşme ve iyileşme/yeşillenme eğilim analizleri gerçekleştirilmiş ve haritalanmıştır.



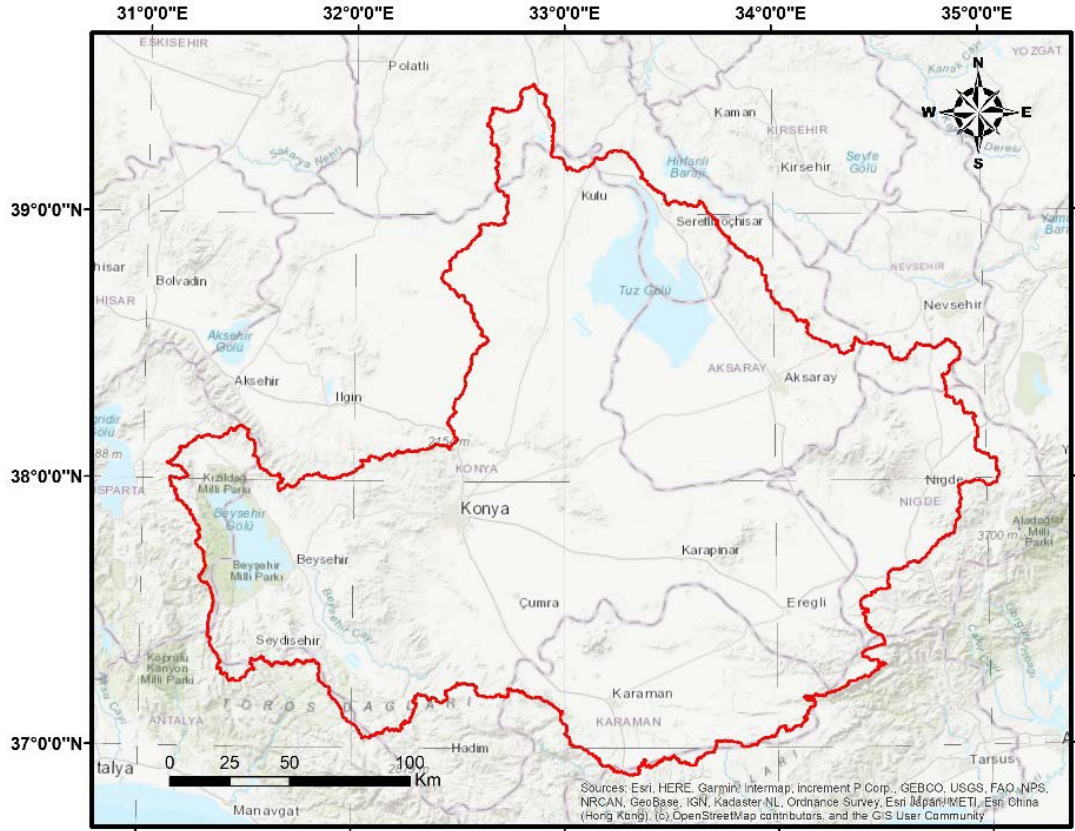
Şekil 1. MODIS 16 günlük NDVI grafik verisi üzerinden plota ilişkin arazi kullanım değişikliği ilişkisi (Bey ve ark., 2016) (üstte); NDVI grafik verisi üzerinden eğilim analizi örneği (altta).

Figure 1. Land use change relationship regarding the plot based on MODIS 16-day NDVI graph data (Bey ve ark., 2016) (top); Example of trend analysis using NDVI chart data

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Çalışma alanı

Çalışma alanı olarak seçilen Konya Kapalı Havzası (Şekil 2), Türkiye'nin yaklaşık % 7'sini (49805.32 km<sup>2</sup>) bir alana sahiptir (Şekil 1). Havzada %45'i kırsalda, %55'i kentlerde yaşamak üzere yaklaşık 3 milyon insan yaşamaktadır (Ateşoğlu et al., 2019). Havza sınırları içerisinde Konya, Niğde, Isparta, Aksaray, Ankara, Karaman ve Nevşehir illerini bağlı bölgeler bulunmaktadır. Havzaya alansal olarak hakim il Konya ilidir. KKH yüksek bir plato alanıdır. Düz ve düze yakın bir topografyaya sahip havza ortalama 1000 m yükseklikindedir. Güneyinde Toroslar, batısında Gavur Dağları, doğusunda Melendiz Dağları bulunmaktadır. Yağışların az olduğu havzada mevcut akarsuların çoğu yaz periyodunda kurumaktadır. Havzanın orta ve kuzey kesimleri oldukça kurak geçen karasal iklim rejimindedir. Hatta Karapınar ve çevresinde çöl iklim özellikleri gözlenmektedir. Bölgenin göl bazında ana aktörü ise Tuz Gölüdür. Tuz gölü ve yakın çevresi KKH'nın alt havzasıdır (Tübitak, 2010).



Şekil 2. Konya Kapalı Havzası  
Figure 2. Konya Closed Basin

## 2.2 Yöntem

Çalışma alanı tanımlandıktan sonra, arazi izleme ve değerlendirme için uzaktan algılama araçlarından biri olan Collect Earth (CE) tercih edilmiştir. CE, FAO tarafından geliştirilmiş ve ilk olarak küresel orman envanteri ve kurak alanlarının değerlendirilmesi projesi kapsamında kullanılmıştır. CE arazi örtü/kullanım sınıflarının izleme ve değerlendirilmesi için yüksek çözünürlüklü uydu görüntü verilerden elde edilen görsel analizi ve genel olarak orta çözünürlüklü uydu görüntü verileri üzerinden elde edilmiş grafik verilerin analizini bir arada değerlendirme fırsatı sunar. Bu bağlamda birçok arazi izleme ve değerlendirme platformlarından farklı bir çalışma prensibine sahiptir. Görsel bir yorumlama yapabilmek amaçlı, objeye ve arazi sınıflarına ilişkin rakamsal veri temini için Google Earth, Bing Maps ve Yandex Maps gibi yüksek çözünürlüklü veriye ulaşım imkanı sağlamaktadır. Aynı alanlara ilişkin genellikle orta çözünürlüklü uydu görüntü veri serileri (Modis, Landsat, Sentinel vb.) üzerinden indeks görüntülerinin (NDVI, NDWI, EVI vb.) uzun yıllar grafik verilerini sunarak, kullanıcıya ilgili indeks verileri üzerinden yorumlama ve anlamlandırma imkanı tanımaktadır. Son olarak veri tabanına işlenen tüm verilerin istatistik olarak değerlendirilebileceği bir istatistik yazılım (SAIKU) imkanı sağlamaktadır (Şekil 3). CE arazi çalışmaları ile tamamlanması mümkün olmayan, araziye yönelik küresel, ülkesel ve bölgesel veri toplamak için uygun bir metodolojiye sahiptir. Bey ve ark. 2016 yılında CE'ye ilişkin tüm modülleri içeren bir makale yayınlamış ve yönteme ilişkin tüm detayları paylaşmışlardır.





Şekil 3. İş akış şeması

Figure 3. Flow chart templates

Çalışma kapsamında KKH'na toplam yarım hektar büyüklüğünde 8010 plot atılmış ve tüm değerlendirmeler bu plotlar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Her bir plot aralığı Doğu-Batı yönünde aralıkları yaklaşık 3 km, Kuzey-Güney yönünde aralıkları yaklaşık 3,8 km'dir. Tüm plotların CE üzerinden değerlendirilmesi için birkaç ön işlemin yapılması gereklidir. Plot alanların sayısı, plotların boyutu ve plota ilişkin değerlendirmelerin yapılması için gerekli önyüzlerin hazırlanması "Collect" yazılımı ile gerçekleştirilmiştir.. Bu çalışmada plot alanı yarım hektar olarak belirlenmiş ve her biri plot için alanı 4 m<sup>2</sup> olan toplam 49 araştırma karesi kullanılmıştır (Şekil 4). Bu şekilde özellikle arazi kullanım sınıfları yüzde hesabı hesaplanabilmiştir.

İkinci aşamada Collect yazılımı aracılığı ile arazi izleme ve değerlendirme kartı oluşturulmuştur. Kart üç bölümlü olarak oluşturulmuş olup her bölüm kendi içerisinde bir amaca yöneliktir. İlk bölüm, "Arazi verileri" başlığı altında verilmiş ve uydu görüntü verisi yılı, vejetasyon kaplama örtüsü, riparian gibi, yol gibi vejetasyona sahip uzunluklar, alt yapı kaplama oranları ve su yapılarına ait kaplam oranlarının girildiği alanları kapsamaktadır. İkinci bölüm ise "CEM" olarak adlandırılan NDVI ortalama değer girildiği, çölleşme/bozulmuş ve yeşillenme/iyileşme eğilimlerinin belirlendiği, NDVI değişimi var ise değişim yılı bilgilerinin doldurulduğu ve buna neden olan başlıca etmenlerin sıralandığı bölümleri kapsamaktadır. Son bölüm ise, "FRA/IPCC" olarak adlandırılan Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Hükümetler Arası İklim Paneli (IPCC) sınıflarına göre arazi örtü/kullanım sınıflarının ve bunlara ait alt kullanım sınıflarının (FAO/FRA 2015; IPCC, 2003) belirlendiği, arazi kullanım değişiminin Google Earth zaman serisi ile tespit edilerek arazi kullanım değişiminin yılı ve değişim sınıfları bilgilerinin doldurulduğu bölümleri kapsamaktadır (Şekil 5).

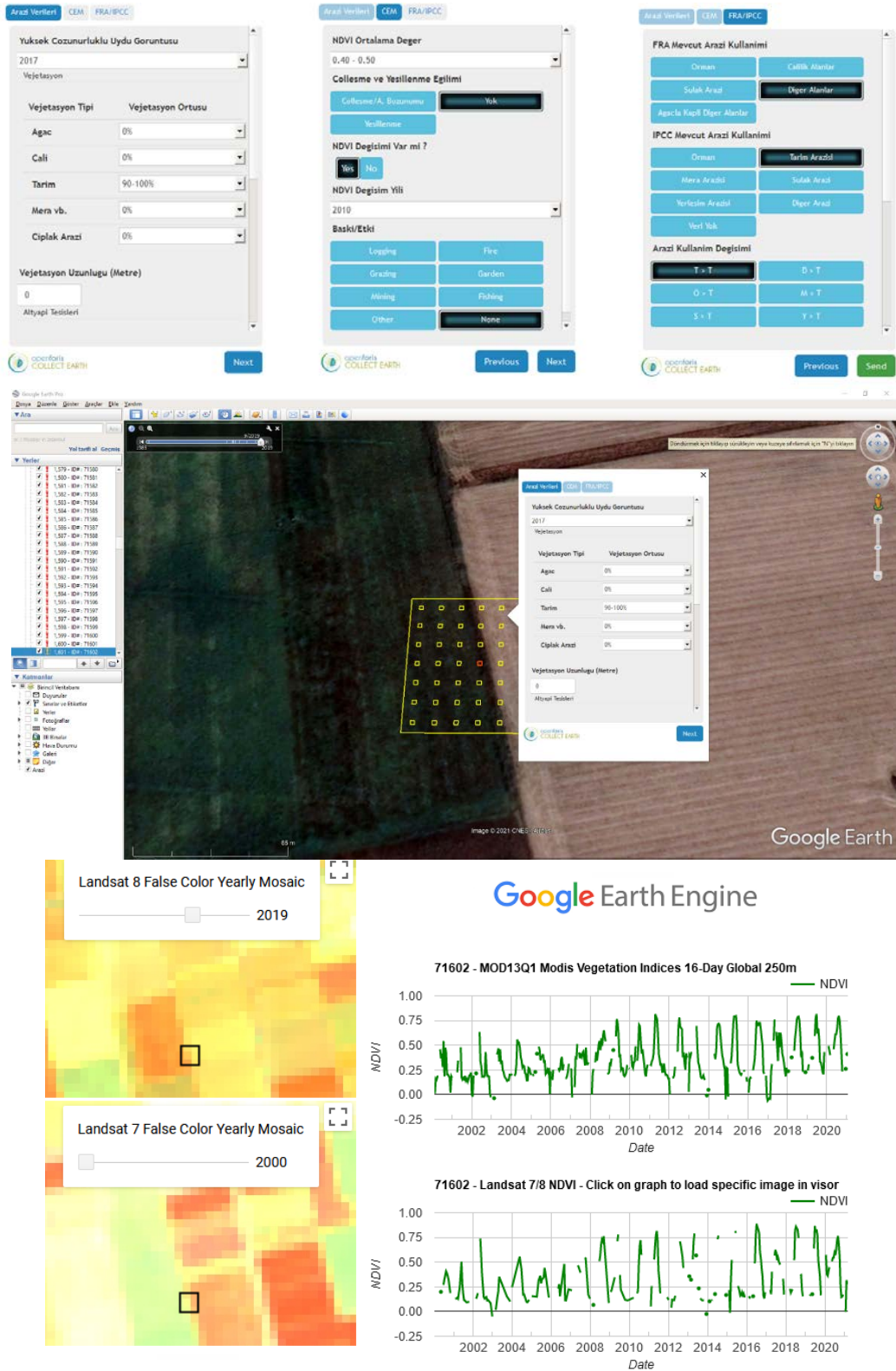
Bu çalışmanın arazi verisine ilişkin sonuçları Ateşoğlu ve ark., 2019 'da yaptığı çalışmada verilmiştir. Bu çalışmada ise IPCC arazi sınıflarına ilişkin sonuçlar üzerinden NDVI verileri üzerinden vejetasyonun izlenmesi ve eğilim analizi sonuçları paylaşılmıştır.



Şekil 4. Görsel yorumlama ve analiz için kullanılan yaklaşık 0,5 hektar büyüklüğündeki plot alan

Figure 4. Approximately 0,5 hectares of plot area, used for visual interpretation and analysis





Şekil 5. Collect yazılımı ile hazırlanan kart bölümleri ve Google Earth üzerindeki görünümü, GEE alt yapısı ile hazırlanan ek uydu görüntü verileri (Landsat 7 ve 8 yalancı renkli görüntüler) ve Landsat7/8 ve MODIS NDVI grafik verileri.

Figure 5. The section of identification card prepared in Collect software and the appearance on the Google Earth, additional geodata (Landsat 7 and 8 false colour mosaics, NDVI values obtained from Modis and Landsat) created with the GEE infrastructure used in the interpretation of plots

### 3. Bulgular

KKH içerisindeki Tuz Gölü, Beyşehir Gölü ve diğer büyük göller dışarıda bırakılarak toplam 49805,32 km<sup>2</sup> alanda 0,5 ha'lık 8010 plot alanda değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar Türkiye'nin kurak alanlar sınıflarına (Türkeş, 1999) göre de ayrıca üretilmiştir

#### 3.1 Arazi Kullanım sınıfları

KKH'nın IPCC'ye göre, en büyük arazi sınıfını 2.27 milyon ha (%45.7) ile tarım sınıfı oluşturmaktadır. Büyüklük olarak diğer ve mera arazi sınıfları birbirine yakın sınıflardır. (Çizelge 1). KKH'nın kuraklık sınıfları dağılımları incelendiğinde, havzanın %54.25'i yarı kurak alanlar sınıfında yer almaktadır. Dolayısı ile en büyük alan sahip olan tarım sınıfının %25.06'sı yarı kurak sınıfı içerisinde kalmaktadır (Şekil 5).

Arazi örtüsü/kullanımı sınıflandırılması kapsamında, küresel ölçekte orman ve odunsu ağaç/çalı kaynaklarının değerlendirilmesi amaçlı FAO/FRA sınıfları içerisinde orman sınıfı hariç 340118 ha alanda odunsu vejetasyon alanları tespit edilmiştir (Çizelge 2). Orman alanları ile birlikte KKH'nın %12'si diğer odunsu vejetasyon alanları ile kaplıdır (Şekil 5).

Çizelge 1. KKH'nın arazi kullanım sınıfları (IPCC'ye göre)

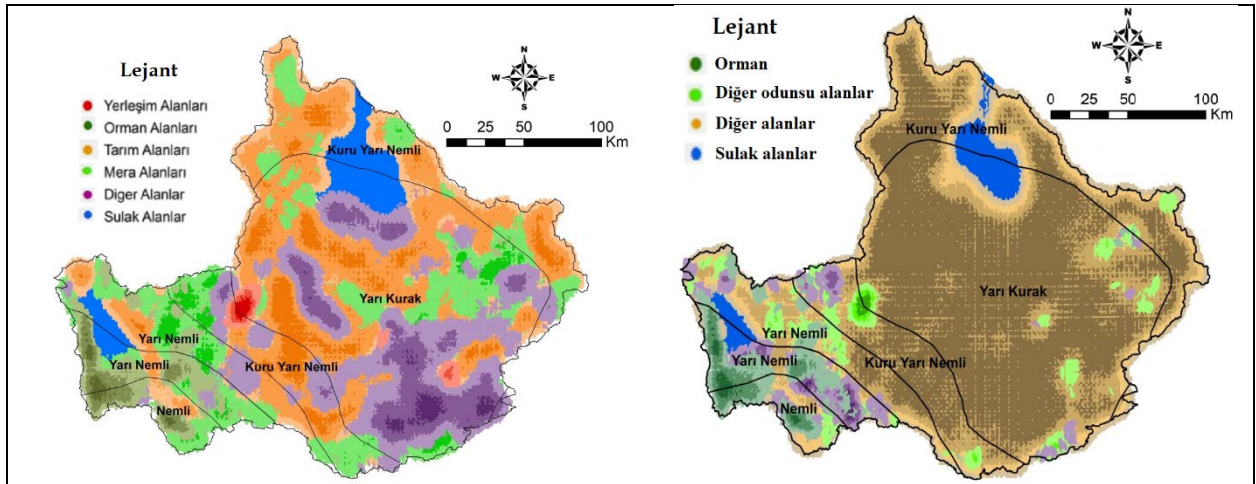
Table 1. IPCC Land use classification of KKH

IPCC Kullanım Sınıfı	Orman alanı	Tarım alanı	Diğer alan	Mera alanı	Sulak alan	Yerleşim alanı	Toplam
Alan (ha)	258043	2279480	1080668	1039010	200838	122493	<b>4980532.0</b>

Çizelge 2. KKH'nın arazi kullanım sınıfları (FAO/FRA'ye göre)

Table 1. FAO/FRA Land use classification of KKH

FAO/FRA sınıfı	Orman	Diğer Odunsu Alanlar	Diğer Alanlar	Sulak Alanlar	Toplam
Alan (ha)	258043	340118	4181533	200838	<b>4980532</b>



Şekil 5. IPCC Arazi kullanım haritası (Sağ); FAO/FRA arazi kullanım haritası (sağ)

Figure 6. Map of IPCC land use (left), Map of FAO/FRA land use (Right)

#### 3.2 Arazi bozulumu ve iyileşme eğilim analizi

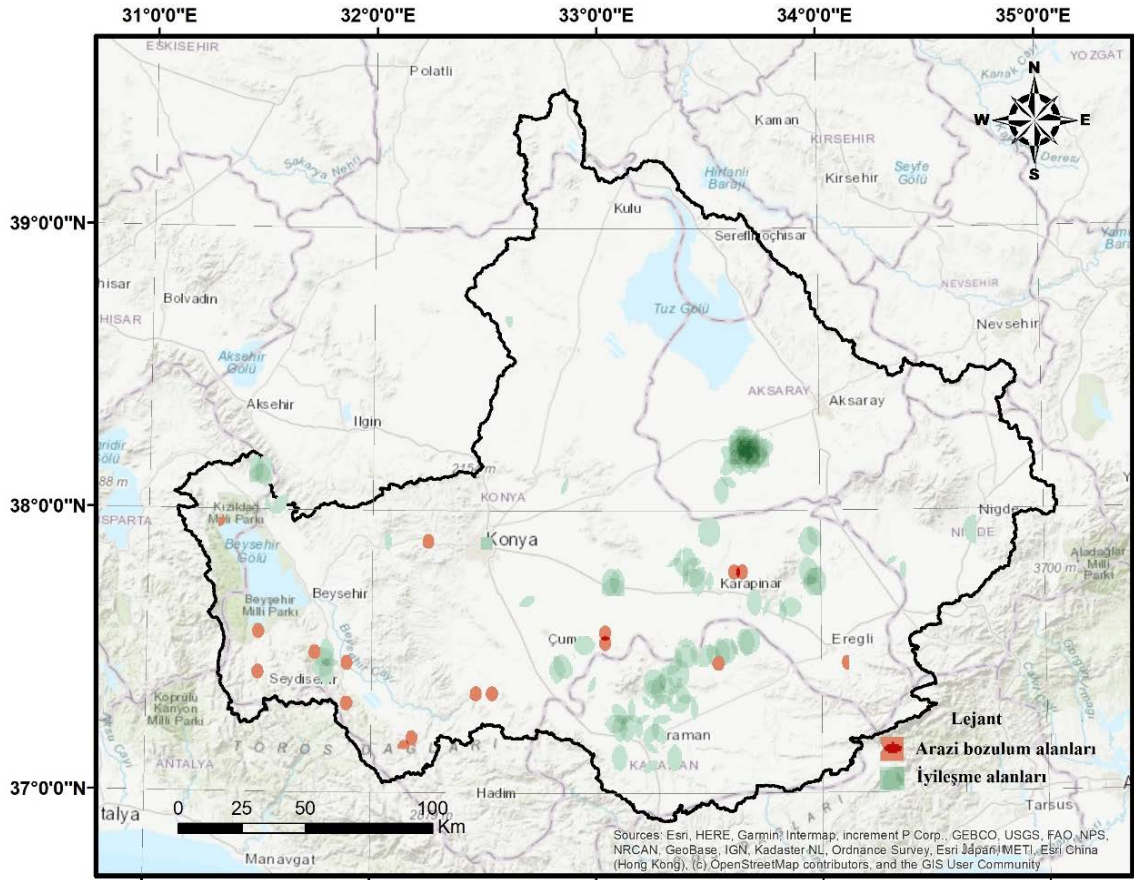
KKH'nın NDVI bazlı grafikler ve Google Earth görsel yorumlama sonuçlarına göre Havzası'nda arazi bozulumu/çölleşme alanı 10.57 bin ha (% 0.21), iyileşme/yeşillenme alanı 88.91 bin ha (%1.78) tespit edilmiştir (Çizelge 2). IPCC arazi sınıflarına göre iyileşmenin en çok olduğu sınıf 75.23 bin hektar ile tarım sınıfıdır. Bu sıralamayı 11.81 bin hektar ile orman sınıfı takip etmektedir. Arazi bozulumunun en çok olduğu sınıf ise, 3.1 bin

hektar ile mera ve diğer alanlar sınıflarıdır. Bu sıralamayı 2.48 bin hektar ile yerleşim sınıfı takip etmektedir (Şekil 6).

Çizelge 2. KKH arazi bozulum/iyileşme alanları

Table 2. Land degradation/improvement areas of KKH.

Eğilim/Arazi kullanım sınıfı	Orman alanı	Tarım alanı	Diğer alan	Mera alanı	Yerleşim alanı	Toplam (ha)
İyileşme/yeşillenme	11814	75237		1244	622	<b>88916</b>
Arazi bozulumu/çölleşme		1865	3109	3109	2487	<b>10570.</b>



Şekil 6. Arazi bozulum/çölleşme ve İyileşme/yeşillenme alanları nokta yoğunluk haritası

Figure 6. Point density map of Land degradation/desertification and improvement/greening areas

Kuraklık sınıflarına göre ilgili iyileşme ve bozulum alanları incelendiğinde, iyileşme alanı en çok yarı kurak alanlarda (59.69 bin hektar) gerçekleşmiştir. Bu alanı 18.03 bin hektar ile kuru yarı nemli alanlar takip etmektedir. Arazi bozulumu olarak kuraklık sınıfları arasında belirgin bir dağılım olmamakla birlikte, en yüksek bozulum yarı nemli sınıfta gerçekleşmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Kuraklık sınıflarına göre arazi bozulum/iyileşme alanları

Table 3. Land degradation/desertification and improvement/greening areas according to dryland category

Eğilim/Kuraklık sınıfları	Kuru yarı nemli	Nemli	Yarı kurak	Yarı nemli	Toplam (ha)
İyileşme/yeşillenme	18032	2487	59692	8705	<b>88916</b>
Arazi bozulumu/çölleşme	1865	2487	2487	3731	<b>10570</b>

NDVI değişim yıllarının Google Earth ve GEE üzerinden belirlenerek, yıl bazında iyileşme ve bozulum alanlarına göre, özellikle 2009, 2010 ve 2011 yılları en yüksek NDVI bazlı iyileşme eğilimi saptanan yıllar olmuştur. Bununla birlikte iyileşme eğilimi özellikle 2012 yılından 2015 yıllarına kadar bir düşüş eğilimi göstermektedir. Neredeyse 2011 yılına kadar arazi bozulumu saptanamamışken, 2011 yılından sonra eğilim olarak, tahribat alanları gözlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Yıllara göre arazi bozulum/iyileşme alanları

Table 4. Land degradation/desertification and improvement/greening areas according to years

Eğilim/yıllar	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Toplam (ha)
İyileşme/yeşillenme	1865		1244	1244	3732	4353	21763	11192	18030	6840	9948	3109	5596	88916
Arazi bozulumu/çölleşme		1244	622						1244	622	3731	1244	1865	10570

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, Konya Kapalı Havzası NDVI bazlı bir arazi bozulumu, iyileşme eğilim analiz sonuçları verilmiştir. Elde edilen sonuçlar, Hazanın iyileşme alanlarının arttığına yöneliktir. İyileşme alanlarının arazi sınıfları bazında incelendiğinde, iyileşme alanlarının en çok tarım alanlarında olduğu gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, sulanmayan tarım alanlarının zamanla sulanmaya geçilmesiyle birlikte vejetasyonun su kullanımı ile birlikte toprağı örtme yüzdesinin artması ya da ikincil ürün gibi faktörler nedeniyle bölgedeki ürün bazlı çeşitliliğinin ve devamlılığı neticesinde oluşmaktadır. TUBİTAK-MAM (2010) da hazırlanan raporda havzada su tüketiminin önemli bir kısmı tarımsal amaçlı kullanıldığı ifade edilmiştir. Yeraltı suyu başta olmak üzere, baraj ve göletlerden alınan suyun yaklaşık %70'i tarımsal amaçlı kullanıldığı belirtilmiştir. Çalışmada sürdürülebilir havza yönetimi vurgusu yapılarak, su kaynaklarının yönetiminin etkin ve yetkin olarak yapılması vurgulanmıştır. Gerçekleştirilen çalışmada elde edilen sonuçlar, tarım alanlarındaki artışın tamamına yakının sudan kaynaklı olduğunu ve bu nedenle, su kaynaklarının yönetimi esaslı politika ve iyi uygulama örneklerine ilişkin planlamaların önemini arttırmaktadır. WWF, 2014 raporunda Türkiye yeraltı su potansiyelinin yaklaşık %17'sinin KKH içerisinde olduğu belirtilmiştir. Ayrıca raporda, Devlet Su İşleri Bölge müdürlüğünce açılan resmi kuyular haricinde, yaklaşık 67000 yeraltı suyu kuyu sayısından bahsedilmektedir. KKH yıllık su bütçesi yıllık kullanılabilir yeraltı suyu potansiyelinin %82'si tarımda sulamam amaçlı kullanıldığı da raporda yer almıştır. Bu rakamın su bütçesinin üzerinde olduğu vurgulanmıştır. Yapılan çalışma ile birlikte, tarım alanlarındaki mevcut iyileşme/yeşillenme alanlarının suyun kullanımına yönelik olduğu kesindir. Lakin bu durum bölgedeki tarımsal ürünü destekler nitelikte algılansa da, KKH içerisindeki suyun kullanımı ve su bütçesi noktasında dikkat edilmesi gereken bir husustur. Konya Ovası Projesindeki (KOP) toplan sulanan tarım alanlarının 865059 ha olduğu düşünüldüğünde ve bunun artırılması yönündeki politikaların olduğu gerçeği, havza içerisindeki suyun kullanımı ve uygulamaları noktasında hassas olunması zorunluluğu getirmektedir. Çizelge 4'te verilen yıllara göre iyileşme trendinin en fazla olduğu yılların başlangıcı olan 2009 yılı ve sonrası, KOP eylem planı (2014-2018) raporu (Kalkınma Bakanlığı, 2014) kapsamında sulanan alanın artırılması hedefleri ile örtüşmektedir. Bu çalışma, KOP projesi sonuçlarının bölgedeki tarım alanlarının sulanmasının arttığını ve dolayısı ile vejetasyona bağlı artış ve yeşillenmeyi kanıtlamıştır. Suyun kullanımına yönelik tarım alanlarındaki artışın yeşillenmeden ziyade suya bağlı bir tarım ürünü artışını söylemek mümkündür. Tarım alanlarındaki bu yeşillenme miktarı suya bağımlı bir artış olmakla birlikte, havzadaki ana problem su bütçesi ve kullanımı olduğu gerçeğini bir kez daha gözler önüne sermektedir. Aynı alanda mevcut ürünün suya bağlı olarak daha fazla olması, gerek bir sezonda ikinci ürün yetiştirerek sağlanan bu vejetasyon artışı, yeşillenme olgusunu doğurmuş olmaktadır. Bu durumun sürdürülebilir olması bölgedeki suyun sürdürülebilir şekliyle kullanılmasına bağlıdır. Bölgedeki aşırı su kullanımı ve yönetim politikaları sorununun (WWF,2016; Ökten, 2011), çözümüne yönelik modern sulama sistemlerine (yağmurlama, damlama, pivot sistemler vb.) geçişin ve bunların mutlak takibi ve sağlanmasına yönelik politikalar olduğu bir gerçektir.

Bozyiğit, 2014' te yaptığı çalışmada iklim nedeniyle KKH sınırları içerisinde yağışın azlığı ve toprak üzerindeki bitki örtüsünün bulunmadığı ya da kaldırıldığı alanlarda rüzgar erozyonu etkili olduğunu belirtmiştir. Bu bağlamda tarım alanlarındaki suyun kullanımına yönelik yeşillenme alanlarında bir anlamda rüzgar erozyonuna engel olunmuştur. Lakin genel durum suyun kullanımı olduğu için, bölgedeki rüzgar erozyonunun şiddeti de suya ve kullanıma yönelik vejetasyon örtüsünün varlığı ile alakalıdır. Söz konusu tarım alanları olduğunda ise, hasat zamanından sonra toprağın boş kalması durumunda suyun rüzgar erozyonunu engellemek maksatlı kullanımı da bölgedeki diğer bir önemli konu haline gelmektedir.

Orman alanı içerisindeki 11814 ha alanda yeşillenme /iyileşme görülmesi bu alanlarda arazi bozulumunun hiç yaşanmaması bölge için zaten az bulunan orman varlığı, iklim koşulları düşünüldüğünde büyük bir kazanımdır. Buradaki yeşillenmenin en büyük nedeni T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğünce yapılan başarılı çalışmaları (Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2014; Yıldız ve ark., 2018)) olduğu görsel olarak tespit edilmiştir. KKH içerisindeki mera, yerleşim ve diğer arazi kullanım sınıflarında arazi bozulumu fazla olarak tespit edilmiştir.



Yerleşim alanlarına yönelik yapılaşmanın artması neticesinde karşılaşılan arazi bozulmaları genel olarak inşaat sektörüne yönelik tespitlerdir. Mera ve diğer arazi sınıflarına yönelik arazi bozulumu ise mevcut iklim ve coğrafi koşulların doğal bir sonucu olarak yorumlanmalıdır. Orhan ve Ekercin, 2015 yılında yaptığı çalışmada arazi yüzey sıcaklığının 1984-2011 yılları arasında yaklaşık 2°C arttığını göstermiş, diğer iklim verisi analizleri ile birlikte havzanın giderek kuraklaştığını belirtmişlerdir. Yılmaz, 2017 yılında Çoklu-Uydu Yağış Analizi (TMPA) uydu kaynaklı yağış verilerini kullanarak 1998-2015 yılları arasındaki süreçte yaptığı çalışmada da, kuraklık bulgularına rastlamıştır. Gerçekleştirilen çalışma sonucunda, kuraklık durumu yapılan çalışmalarla birlikte orman alanları gibi doğal bir arazi örtü sınıfını etkilememiş gözükse de, diğer doğal sınıf olan mera ve diğer alanlar sınıfını olumsuz etkilediği tespit edilmiştir.

Bu çalışmada kullanılan Collect Earth yazılımı özellikle küresel, ulusal ve bölgesel büyük ölçekli alanlarda arazi izleme ve değerlendirme yöntemi olarak kullanılabilmesini kanıtlamıştır. Özellikle günümüz büyük alanlarda arazi çalışmalarında farklı nedenlerden dolayı veriye ulaşımın kolay olmadığı düşünüldüğünde, yüksek çözünürlüklü görüntü ve grafik verileri üzerinden veri toplayabilme kabiliyeti olması CE'nin gelecekte birçok çalışmada kullanılabilmesini kanıtlamaktadır. Yöntemin diğer bir başarısı uzun yıllar arazi izleme ve değerlendirebilme özelliğinin olmasıdır. Sentinel vb. tarzı ücretsiz kullanıma ve daha yüksek çözünürlüklü verilerin kullanımının yaygınlaşması durumunda, CE yönteminin etkinliği de artacaktır. Dink ve ark., 2020 yılında Çin'in büyük bir eyaletinden yaptığı çalışmada GEE üzerinden farklı ekolojik parametreleri kullanarak, ekolojik kalite değerlendirmesi yapmıştır. Benzer olarak CE yardımı ile, GEE üzerinden zaman serileri bazında elde edilen ekolojik verilere (yağış, toprak nemi, Evapotranspirasyon, sıcaklık vb.) ilişkin bilgilerle birlikte yorumlanması, KKH ve diğer havzaların arazi izleme ve değerlendirme çalışmalarına ekosistem bütünü ve sürdürülebilirlik çerçevesinde oldukça yüksek bir katma değer sunacaktır. KKH'nin gelecekte GEE üzerinden diğer ekolojik faktörlerde alınarak arazi örtü/kullanım sınıflarının izlenmesi havza içerisindeki tüm projelerin ve devam eden sürecin takibi açısından önemlidir.

## Teşekkür

Bartın Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir (Proje No: 2017-FEN-B-002). Projeye olan katkılarından dolayı, Orman Yük. Müh. Talha Berk Arıkan, Orman Yük. Müh. Saffet YILDIZ, Tarım ve Orman Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü'ne teşekkür ederim.

## Kaynaklar

- Ateşoğlu, A., Arıkan, T. B., Yıldız, S., 2019. Assessment of forest, grassland, and agricultural land use in Konya basin. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 21(3), 821-832.
- Bahre, C. J., 1991. A legacy of change: historic human impact on vegetation in the Arizona borderlands. *University of Arizona Press, Tucson, Arizona*.
- Bai, Z.G., De Jong, R., Van Lynden, G.W.J., 2010. An update of GLADA—global assessment of land degradation and improvement. ISRIC report 2010/08. ISRIC—world soil information. p. 58., Rome/Wageningen
- Bai, Z.G., Dent, D.L., Olsson, L., Schaepman, M.E., 2008. Global assessment of land degradation and improvement 1: identification by remote sensing. Report 2008/01. FAO/ISRIC. p 51+Appendices.,
- Bannari, A., Morin, D., Bonn, F., Huete, A.R., 1995. A review of vegetation indices, *Remote Sensing Reviews*, 13:1-2, 95-120, doi: 10.1080/02757259509532298
- Bey, A., Sánchez-Paus Díaz, A., Maniatis, D., Marchi, G., Mollicone, D., Ricci, S., ... & Miceli, G., 2016. Collect earth: Land use and land cover assessment through augmented visual interpretation. *Remote Sensing*, 8(10), 807.
- Ding, Q., Wang, L., Fu, M. et al., 2020. An integrated system for rapid assessment of ecological quality based on remote sensing data. *Environ Sci Pollut Res* 27, 32779–32795. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09424-6>
- FAO/FRA, 2015. Terms and Definitions. Web site. <http://www.fao.org/docrep/017/ap862e/ap862e00.pdf> (Erişim tarihi: Eylül 2021).
- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., Moore, R., 2017. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote sensing of Environment*, 202, 18-27.
- Guo, Y., Wang, C., Lei, S., Yang, J., Zhao, Y. A. 2020. Framework of Spatio-Temporal Fusion Algorithm Selection for Landsat NDVI Time Series Construction. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 9, 665. <https://doi.org/10.3390/ijgi9110665>
- IPCC, 2003. The Inter-Governmental Panel on Climate Change, Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Web site. [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf\\_files/GPG\\_LULUCF\\_FULL.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf_files/GPG_LULUCF_FULL.pdf) (Erişim tarihi: Kasım 2020).
- Islam, M., Saiful, M., Asraf, U., Mallik, A.H., 2021. Assessing the Dynamics of Land Cover and Shoreline Changes of Nijhum Dwip (Island) of Bangladesh Using Remote Sensing and GIS Techniques. *Reg. Stud. Mar. Sci.* 41, 101578.
- Ivanova, Y., Kovalev, A., Soukhovolsky, V. 2021. Modeling the Radial Stem Growth of the Pine (*Pinus sylvestris* L.) Forests Using the Satellite-Derived NDVI and LST (MODIS/AQUA) Data. *Atmosphere* 2. 12, 12. <https://doi.org/10.3390/atmos12010012>
- Jones, H.G., Vaughan, R.A., 2010. Remote Sensing of Vegetation: Principles, Techniques and Applications Oxford University Press. 365 s, NY.

- Jong, R., De Bruin, S., De Wit, A., Schaepman, M. E., Dent, D. L. 2011. Analysis of monotonic greening and browning trends from global NDVI time-series, *Remote Sensing of Environment*, 115, 692–702.
- Kalkınma Bakanlığı, 2014. Konya Ovası (KOP) Eylem planı (2014-2018), T.C. Kalkınma Bakanlığı, Konya ovası projesi bölge kalkınma idaresi başkanlığı. 130 s, Ankara.
- Khadka, A., Dhungana, M., Khanal, S., Kharal, D. K., 2020. Forest and other land cover assessment in Nepal using Collect Earth. *Banko Janakari*, 30(1), 3-11.
- Liping, C., Yujun, S., Saeed, S., 2018. Monitoring and predicting land use and land cover changes using remote sensing and GIS techniques—A case study of a hilly area, Jiangle, China. *PLoS ONE*, 13, e0200493.
- Lu, L., Kuenzer, C., Wang, C., Guo, H., Li Q., 2015 Evaluation of three MODIS-derived vegetation index time series for dryland vegetation dynamics monitoring. *Remote Sensing*, 7 (6) (2015), pp. 7597-7614.
- Martin-Ortega, P., Garcia-Montero, L., Pascual, C., Garcia-Robredo, F., Picard, N., Bastin, J. F., Sibelet, N., 2017. Global Drylands Assessment using Collect Earth tools and opportunities. *Forêt méditerranéenne*. 14 rue Louis Astouin, 13002 MARSEILLE, France.
- Ökten, S., 2011. Konya havzasında su yönetimi politikalarının yolaçtığı çevre sorunları ve genel çözüme yönelik çalışmalar. *Süleyman Demirel Üniversitesi , Vizyoner Dergisi*, 3 (5) 124-147.
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2014. Konya kapalı havzası, karaman ili ayranç ilçesi başlamışlı-kocadere mikro havzası, entegre mikro havza projesi, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, 40 s, Ankara.
- Saah, D., Johnson, G., Ashmall, B., Tondapu, G., Tenneson, K., Patterson, M., Chishtie, F., 2019. Collect Earth: An online tool for systematic reference data collection in land cover and use applications. *Environmental Modelling & Software*, 118, 166-171.
- Sluiter, R., 2005. Mediterranean land cover change - modelling and monitoring natural vegetation using GIS and remote sensing. Ph.D Thesis, Utrecht University, 147 pp, Utrecht.
- Sobrino, J., Julien, Y., 2011. Global trends in NDVI-derived parameters obtained from GIMMS data *Int. J. Remote Sens.*, 32, pp. 4267-4279.
- TUBITAK-MAM, 2010. Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi, Konya Kapalı Havzası Nihai Raporu, (Proje yöneticisi: Dr. Selma AYZAZ; Proje Kodu: 5098115), 473 s, Kocaeli.
- Türkeş, M., 1999. Vulnerability of Turkey to desertification with respect to precipitation and aridity conditions. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences* 23, 363-380.
- Tzamtzis, I., Federici, S., Hanle, L., 2019. A Methodological Approach for a Consistent and Accurate Land Representation Using the FAO Open Foris Collect Earth Tool for GHG Inventories. *Carbon Management*, 10(4), 437-450.
- URL 1. <https://atlanticfactorial.com/2020/02/02/what-are-the-important-things-you-need-to-know-about-ndvi/> (Erişim tarihi: Eylül 2020).
- Veron, S.R., Paruelo, J.M., Oesterheld, M., 2006. Assessing desertification. *Journal of Arid Environments*, 66, 751–763.
- Wallace J.F., Campbell N., 1990. Analysis of Remotely Sensed Data. In: Hobbs R.J., Mooney H.A. (eds) *Remote Sensing of Biosphere Functioning. Ecological Studies (Analysis and Synthesis)*, vol 79. Springer, New York, NY. [https://doi.org/10.1007/978-1-4612-3302-2\\_14](https://doi.org/10.1007/978-1-4612-3302-2_14)
- Wessels, K. J., Prince, S. D., Malherbe, J., Small, J., Frost, P. E., & VanZyl, D., 2007. Can human-induced land degradation be distinguished from the effects of rainfall variability? A case study in South Africa. *Journal of Arid Environments*, 68, 271–297.
- Wessels, K.J., Van Den Bergh, F., Scholes, R.J., 2012. **Limits to detectability of land degradation by trend analysis of vegetation index data** *Remote Sensing of Environment*, 125, pp. 10-22 <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2012.06.022>
- WWF, 2014. Konya’da suyun bugünü raporu. Hazırlayanlar: Mustafa Özgür Berke, Buket Bahar Dıvrak, Hatice Dinç Sarısoy. WWF-Türkiye, Ofset yayınevi, 67 s, Ankara.
- Yagci, A.L., Deng, M., Di, L., Han, W., Peng, C., 2011. Vegetation index based technique for global agricultural drought monitoring 2011 5th International Conference on Recent Advances in Space Technologies (RAST), pp. 137-141, 09-11 Temmuz, İstanbul.
- Yengoh, G.T., Dent, D., Olsson, L., Tengberg, A.E., Tucker, C.J. 2015. Use of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to assess land degradation at multiple scales *springer briefs in environmental science*. Available from: <http://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-319-24112-8> (Erişim tarihi: Şubat 2018).
- Yıldız, O, Çetin B., Sargıncı M., vd., 2018. İç Anadolu’da Ağaçlandırma çalışmaları, *Journal of Forestry Vol.14, Issue.1*, p. 1-20. <http://dergipark.gov.tr/journal/256/workflow/active>
- Zhao, H., Li, Y., Chen, X., Wang, H., Yao, N., Liu F., 2020. Monitoring monthly soil moisture conditions in China with temperature vegetation dryness indexes based on an enhanced vegetation index and normalized difference vegetation index *Theoretical and Applied Meteorology*, doi: 10.1007/s00704-020-03422-x
- Zhu, X.; Xiao, G.; Zhang, D.; Guo, L. 2021. Mapping abandoned farmland in China using time series MODIS NDVI. *Sci. Total Environ.* 755, 14265.



## Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi Anadolu Journal of Agricultural Sciences

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



### Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/omuanajas.869304

## Farklı Form ve Bileşendeki Kompoze Gübre Uygulamalarının Şeker Pancarı Verim ve Kalite Değerleri Üzerine Etkisi ve Ekonomik Analizi

 Ahmet Pişkin<sup>b\*</sup>

<sup>a</sup>Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş., Şeker Enstitüsü, Ankara,

<sup>b</sup>Sorumlu yazar/corresponding author: ahmtpiskin@yahoo.com

Geliş/Received 27/01/2021 Kabul/Accepted 02/05/2021

### ÖZET

Bu çalışma, uygulanan farklı form ve bileşimdeki kompoze gübrelerin şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) verim ve kalite değerlerine etkisini tespit etmek amacıyla 2015 ve 2016 yıllarında Şeker Enstitüsü Etimesgut Deneme İstasyonunda yürütülmüştür. Çalışmada şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) verim ve kalite değerlerinin ölçülmesi yanında gübreleme maliyetleri de belirlenmiştir. Denemeler her iki yılda da tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Araştırma konuları; a) 12-30-12, b) 15-15-15, c) 13-18-15+2 Mg+10 SO<sub>3</sub>+ 0.5 B, d) 10-25-20+25 SO<sub>3</sub>+ ME (% 0.5 Zn), e) 7-18-7+11 SO<sub>3</sub>+ B+ Mn+Zn (% 0.1) ve f) 13-24-12+10 SO<sub>3</sub>+ME (% 1 Zn) kompoze gübre uygulamalarından oluşmuştur. Birleştirilmiş varyans analiz sonuçlarına göre pancar verimi ve şeker varlığı bakımından uygulamalar arasındaki farklar istatistikî olarak önemli bulunmamıştır. Yapılan gübreleme maliyetine göre ise yalın NPK (15-15-15 ve 12-30-12) kompoze gübre uygulamalarının gübre ve gübreleme maliyeti, ikincil ve mikro besin katkılı kompoze gübrelere göre % 23.23 daha düşük bulunmuştur.

Anahtar Sözcükler:  
Kompoze gübre  
Şeker pancarı  
Kök verimi  
Şeker varlığı  
Gübreleme maliyetleri

### The Effect of Compound Fertilizer Applications in Different Forms and Components on Sugar Beet Yield and Quality and Economic Analysis

#### ABSTRACT

This study was carried out at the Sugar Institute Etimesgut Experiment Station in 2015 and 2016 in order to determine the effect of compound fertilizers in different forms and components on yield and quality values of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). In the study, besides measuring the yield and quality values of sugar beet (*Beta vulgaris* L.), fertilization costs were also conducted to fertilizer applications. The trials were set up with 4 replications in both years according to the randomized blocks trial design. Research issues; a) 12-30-12, b) 15-15-15, c) 13-18-15 + 2 Mg + 10 SO<sub>3</sub> + 0.5 B, d) 10-25-20 + 25 SO<sub>3</sub> + ME (0.5 % Zn), e) 7-18-7 + 11 SO<sub>3</sub> + B + Mn + Zn (0.1 %) and f) 13-24-12 + 10 SO<sub>3</sub> + ME (1% Zn) compound fertilizer applications. According to the combined variance analysis results, the differences between the applications in terms of beet yield and sugar presence were not found statistically significant. According to the economic analysis, the fertilizer and fertilization costs of lean NPK (15-15-15 and 12-30-12) compound fertilizer applications were found to be 23.23 % lower than secondary and micronutrient added compound fertilizers.

Keywords:  
Composed fertilizer  
Sugar beet  
Root yield  
Sugar content  
Fertilization costs

© OMU ANAJAS 2021



## 1. Giriş

Dünya gıda ihtiyacının büyük bir kısmı kültürü yapılan 150 bitki tarafından karşılanmaktadır. Önemli enerji kaynaklarından birisi olan beyaz şeker ise ticari olarak yalnızca şeker kamışı ve şeker pancarından üretilmektedir. Şeker kamışı dünya şeker üretiminin yaklaşık % 80'in karşılamakta olup tropikal iklime sahip ülkelerde yetiştirilmektedir. Halofit bir bitki olan şeker pancarı ise dünyada mutedil iklime sahip çok geniş bir alanda yetiştirilmektedir. Türkiye 2019 yılı şeker pancarı ekim alanı 3,108,000 da, üretim 18,054,320 ton, verim ise 5822 kg da<sup>-1</sup>'dir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021).

Ülkemiz toprakları; iklim özellikleri, jeolojik yapısı ve coğrafi konumundan dolayı pH değerleri olarak 7'nin üstünde olup yüksek kil, yüksek kireç ve düşük organik madde içeriğine sahiptir (Eyüpoğlu, 1999). Ülkemiz şeker pancarı ekim alanları topraklarının % 93.6'sinde organik madde, % 31.7'sinde fosfor ve % 18.5'inde de potasyum düşük ve orta düzeydedir (Er ve ark., 2017). Şeker pancarı ekim alanlarının % 3.0'ünde kükürt, %12.0'sinde ise magnezyum noksanlığı görülmektedir. Ancak şeker fabrikaları üretim sahalarında görülen magnezyum noksanlık oranları farklılık göstermekte; Çarşamba, Ankara, Ağrı, Elazığ, Susurluk fabrika sahalarından alınan toprak örneklerinde noksanlık görülmezken Afyon Şeker Fabrikası pancar ekim sahasından alınan toprakların % 23.0'ünde, Kırşehir Şeker Fabrikası sahalarından alınan toprak örneklerinin ise % 65.0'inde noksanlık görülmektedir. Şeker pancarı ekim alanlarında demir, mangan, bakır ve molibden noksanlığı görülmezken toprakların % 26.5'inde bor, % 67.1'inde ise çinko noksanlığı görülmektedir (Sueri ve Turhan, 2002; Gezgin ve ark., 2002).

Kompoze gübre; azot, fosfor veya potasyum gibi birincil bitki besin maddelerinden en az ikisini beyan edilebilir miktarda ihtiva eden ve bu maddelerin en az ikisinin harmanlanması veya birleştirilmesiyle kimyasal olarak elde edilen gübredir. NPK içeren kompoze gübrelere; kükürt, magnezyum, kalsiyum gibi ikincil ve çinko, bor, demir, bakır gibi iz elementleri ilave edilebilmektedir.

Şeker pancarı güneş ışığından yararlanmak için olabildiğince hızlı yaprak oluşturup kısa sürede tarla yüzeyini yapraklarıyla kaplarsa verim de artmaktadır. Bitkinin bunu gerçekleştirebilmesi için ihtiyacı olan azot miktarının karşılanması gerekmektedir. Azot bitkilerin yaprak sayısının artmasına, bireysel yaprak alanının büyümesine ve yaprakta klorofil miktarını artırarak yaprak renginin koyulaşmasına neden olmaktadır (Filella ve ark., 1995 ; Moran ve ark., 2000). Şeker pancarına ihtiyaçtan daha fazla azot verilmesi ise bitkinin yaprak alan indeksi (YAI) ve net asimilasyon oranının azalmasına bağlı olarak verimin düşmesine neden olmaktadır (Scott ve Jaggart, 1993).

Bitki bünyesinde hareketli olan fosfor iyonları, alındıktan sonra hızla organik bileşiklerin yapısına girmektedir. Fosforun bitkideki en önemli görevi, pirofosfat bağları ile bağlandığı bileşik olan adenzin trifosfatın (ATP) yapısına dahil olmasıdır. ATP, fotosentez ürünlerinin şeker olarak depolanmak üzere taşınmasında enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Verim ve kalitesi yüksek şeker pancarı üretimi için bitki bünyesinde; çıkıştan hasata kadar yeterli fosforun bulunması gerekmektedir (Draycott ve Christenson, 2003).

Potasyum, magnezyum ve kükürt bitkilerin metabolizmasında önemli rol oynamakta ve kaliteyi artırmakta, (Marschner, 1995) ayrıca, fotosentez olayı, şekerin taşınması ve oluşumunda ve kök gelişiminde önemli görevler üstlenmektedir (Çakmak, 2005; Hermans ve ark., 2006). Bitkilerde potasyum ve magnezyum eksikliği durumunda bitki besin elementlerinin şeker pancarı yapraklarından aktif olarak büyüyen kısımlarına taşınması azalarak büyüme ve gelişme azalmaktadır (Hermans ve ark., 2006; Çakmak ve ark., 2008). Bu bitki besin maddelerinin dengeli bir gübreleme programından yoksunluğu, büyüme ve gelişme üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır.

Yapılan araştırmalar, şeker pancarının verim ve kalitesini artırmada azot ve potasyumun önemli olduğunu (Oshea ve ark., 2009; Selami ve Saadat, 2013), fosforlu gübrenin ise şeker pancarının verim ve kalitesini artırdığını (Pişkin ve Turhan, 2017), şeker pancarında farklı NPK düzeylerinde yapılan tarla denemesinde en yüksek verimin en uygun miktarda kullanılan NPK uygulamalarından (12-15 kg N da<sup>-1</sup>, 6-8 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup> ve 18-30 kg K<sub>2</sub>O da<sup>-1</sup>) elde edildiğini gösterilmiştir (Barlog ve ark, 2013) .

İkincil besin elementlerinden kükürt ve magnezyum gübrelemesi (Zengin ve ark., 2013), mikro elementlerden ise toprakta noksanlığı bulunması durumunda özellikle çinko ve bor uygulaması şeker pancarının verim ve kalitesini artırmaktadır (Artyszak, 2014; Pişkin, 2017).

Günümüzde kompoze gübreler, gübre üreticileri tarafından bitkilerin besin ihtiyacı ve gübreleme programları dikkate alınarak ve bitkilere özgü üretilerek piyasaya sürülmektedir. Gübre üreticileri kompoze gübrelere ilave ettikleri ikincil ve mikro bitki besin maddelerini öne çıkararak pazarlarını artırmaya çalışmaktadır.

Bu çalışmada; şeker pancarının ihtiyacı olan bitki besin maddelerinin topraktan karşılanmayan kısmını tamamlamak üzere verilen miktarların farklı bileşim ve formlardaki çoklu kompoze gübrelere (NPK) aynı miktarlarda verilerek, verim ve kalite üzerine etkinlikleri ve ekonomik getirileri araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Denemeler; 2015 ve 2016 yıllarında Etimesgut Deneme İstasyonu deneme tarlasında (39° 57' kuzey enlemi ve 32°39'doğu boylamı, rakım 805 m), tesadüf blokları deneme desenine göre, 4 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Ekim

parseli 27.0 m<sup>2</sup>, hasat parseli ise kenar etkilerini gidermek amacıyla 13.5 m<sup>2</sup> olarak planlanmıştır. Tarla denemelerinde bitki materyali olarak her iki yılda *Rhizomania* hastalığına dayanıklı ve şeker pancarı kist nematodu zararlısına karşı ise toleranslı Succara (KWS) şeker pancarı çeşidi (*Beta vulgaris* L.) kullanılmıştır.

Deneme konusu olarak; a) 12-30-12, b) 15-15-15, c) 13-18-15+2 Mg+10 SO<sub>3</sub>+ 0.5 B, d) 10-25-20+25 SO<sub>3</sub>+ ME (% 0.5 Zn), e) 7-18-7+11 SO<sub>3</sub>+ B+ Mn+Zn (% 0.1), f) 13-24-12+10 SO<sub>3</sub>+ME (% 1 Zn) kompoze gübreleri seçilmiştir. Konuların tamamına 16 kg da<sup>-1</sup> N, 8 kg da<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve 8 kg da<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O verilmiştir. Konular arasında uygulanan birincil bitki besin maddelerinin eşit olması amacıyla eksik olan bitki besinleri ilave gübreleme ile giderilmiştir. Bu amaçla azot için üre (% 46 N), potasyum için ise potasyum klorür (% 60) gübresi kullanılmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 1. Deneme alanından ekim öncesi alınan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri  
Table 1. Some physical and chemical properties of soil samples in the experimental site before sowing

Toprak Özelliği	Yöntem	Birim	Bulunan Değerler	
			2015	2016
Tekstür sınıfı	Bouyoucos (1951)	-	Kil	Kil
Kil	-	%	23.7	23.3
Silt	-	%	32.9	33.8
Kum	-	%	43.4	42.9
Kireç (CaCO <sub>3</sub> )	Hızalan ve Ünal (1966)	%	9.4	10.7
Elektriksel iletkenlik (EC)	Jackson (1962)	dS m <sup>-1</sup>	815	900
pH 1:2.5 (toprak: su)	Jackson (1962)	-	8.4	8.1
Organik madde	Jackson (1962)	%	1.6	1.3
Alınabilir P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Olsen ve ark. (1954)	mg kg <sup>-1</sup>	22.5	24.0
Alınabilir K <sub>2</sub> O	Knowels ve Watkin (1967)	mg kg <sup>-1</sup>	159.0	180.0
Bitkiye yararlı SO <sub>4</sub>	Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O 500 ppm P	mg kg <sup>-1</sup>	17.5	15.3
Çözeltiliye geçen Mg	Jackson (1962)	mg kg <sup>-1</sup>	490.0	550.0
Bitkiye yararlı Zn	Lindsay ve Norvell (1969)	mg kg <sup>-1</sup>	0.9	0.8
Bitkiye yararlı Mn	Lindsay ve Norvell (1969)	mg kg <sup>-1</sup>	12.9	11.4
Bitkiye yararlı bor (B)	Sıcak su	mg kg <sup>-1</sup>	1.1	1.0

Ekim öncesi deneme alanlarından 0-30 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örneklerinde yapılan verimlilik analiz sonuçlarına göre (Çizelge 1) denemenin kurulduğu alanda (Etimesgut) tuzluluk problemi bulunmamakta, toprak pH'sı ise orta alkalın reaksiyon göstermektedir. Kireçli sınıfta olan deneme alanı topraklarının organik madde kapsamı az, alınabilir fosfor ve potasyum kapsamı orta düzeyde, kükürt kapsamı yeterli, magnezyum kapsamı yüksek, çinko kapsamı yeterli, mangan ve bor kapsamı ise yüksek sınıftadır. Diğer bir ifade ile her iki yılda da Etimesgut Deneme İstasyonunda denemenin kurulduğu alanlarda NPK gübrelemesi dışında ilave bitki besini uygulanacak bitki besin noksanlığı sorunu bulunmamaktadır.

Pancar ekimi; 1.yıl 30.04.2015 tarihinde, 2. yıl 20.04.2016 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Her iki yılda da gerekli bakım işlemleri zamanında aksatılmadan yapılmış, şeker pancarının verim ve kalitesini etkileyecek önemli bir hastalık veya zararlı ile karşılaşılmasıdır.

Bitkilerin makro ve mikro besin maddeleri açısından beslenme durumlarını belirlemek üzere bitki örnekleri alınmıştır (Ulrich ve ark., 1959; Hills ve Ulrich, 1978). Alınan yaprak örnekleri kâğıt torbalar içerisine konularak hiç zaman kaybetmeden laboratuvara getirilmiştir. Bitki örnekleri, laboratuvara getirildikten sonra yıkanarak gerekli temizleme işlemleri yapılmış, 65–70 °C'de kurutulmuş, paslanmaz çelik değirmende öğütülerek analize hazırlanmış ve küçük cam şişelerde korunmuştur (Ulrich ve ark., 1959; Hills ve Ulrich, 1978). Şeker pancarı yaprak ayası K, P, Ca, Mg, S, B, Zn, Fe, Mn ve Cu kapsamı Milestone Plus mikrodalga ekstraksiyon cihazı ile elde edilen ekstraktlarda, Perkin Elmer 4300 DV marka ICP OES cihazı ile belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008). Örneklerde toplam azot analizi ise Jackson (1962) tarafından bildirildiği şekilde Kjeldahl yöntemine göre Tecator marka Kjeltec Auto Sampler 1035 Analyzer cihazında belirlenmiştir (Kjeldahl, 1883; Tecator Manual 1987a; Tecator Manual, 1987b; Kacar ve İnal, 2008).

Teknolojik olgunluğa erişen şeker pancarı 1. yıl 14.10.2015 tarihinde 2. yıl 19.10.2016 tarihinde hasat edilmiştir. 10.00 (1.35 m x 7.41 m) m<sup>2</sup>'lik hasat parseli alanındaki pancarların hasadı sökme beli kullanılarak el ile yapılmıştır. Pancar kök verimi her parsel için ayrı ayrı belirlendikten sonra, frezeden geçirilerek elde edilen kıymıdan alınan örneklerde şeker varlığı (ICUMSA, 2003), α-amino azotu kapsamı (Kubadinow ve Wieninger, 1972), sodyum ve potasyum kapsamı (Kubadinow, 1972) belirlenmiştir. Arıtılmış şeker varlığı (AŞV) = ŞV- {0.343 (Na+K)+ (0.094

Çizelge 2. Deneme konusu kompoze gübreler ve ilave verilen gübrelerle uygulanan makro ve mikro besin madde miktarları  
 Table 2. The amount of macro and micronutrients applied with the trial compound fertilizers and additional fertilizers

Konular	Uygulanan kompoze gübre miktarı (kg da <sup>-1</sup> )	Kompoze gübre ile verilen(kg da <sup>-1</sup> )										İlave verilen(kg da <sup>-1</sup> )		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	Mg	Zn	Mn	Fe	B	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
12-30-12	26.7	3.2	8.0	3.2	-	-	-	-	-	-	-	12.8	-	4.8
15-15-15	53.3	8.0	8.0	8.0	-	-	-	-	-	-	-	8.0	-	-
13-18-15+ 2 Mg+10 SO <sub>3</sub> +0.5 B	44.4	5.8	8.0	6.7	4.4	0.89	-	-	-	0.22	-	10.2	-	1.3
10-25-20+25 SO <sub>3</sub> +ME(% 0.5 Zn)	32.0	3.2	8.0	6.4	8.0	-	0.16	-	-	-	-	12.8	-	1.6
7-18-7+11 SO <sub>3</sub> +B+Mn+Zn(% 0.1)	44.4	3.1	8.0	3.1	4.9	-	0.04	0.04	-	0.04	-	12.9	-	4.9
13-24-12+10 SO <sub>3</sub> +ME(% 1 Zn)	33.3	4.3	8.0	4.0	3.3	-	0.33	-	0.33	-	-	11.7	-	4.0

a-amino N)+ 0.29} formülü (Reinefeld ve ark., 1974), artırılmış şeker verimi (AŞVE) = AŞV x kök verimi/100 eşitliği ile belirlenmiştir.

Elde edilen verilerin varyans analizi istatistik analiz programı (Minitab,1995) ile yapılmıştır. Farklı çıkan parametrelerde LSD (asgari önem fark) çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Farklı kompoze gübre uygulamalarının şeker pancarı verim ve kalite değerleri üzerine etkisine ait iki yıllık birleştirilmiş sonuçlar Çizelge 3'te verilmiştir. Farklı form ve bileşende ki 6 adet kompoze gübrenin şeker pancarının verim ve kalitesi üzerine etkisine ait analiz sonuçları değerlendirildiğinde, kompoze gübre uygulamalarının şeker pancarının verim ve kalite parametreleri üzerine etkisi, gübre ile yıl faktöründen etkilenmemiştir. Diğer bir ifade ile konu ve yıl girişimi önemli bulunmamıştır.

#### 3.1. Pancar kök verimi

Değerlendirilen parametrelerinin en önemlilerinden pancar kök verimi, kompoze gübre uygulamalarından etkilenmemiş ve uygulamalar arasında istatistikî bir fark oluşturmamıştır. Çizelge 3'te görüleceği gibi istatistikî olarak önemli olmamakla birlikte altı farklı uygulama içinde en yüksek pancar kök verimi 8132 kg da<sup>-1</sup> ile 12-30-12 kompoze gübre uygulamasından, en düşük ise 7605 kg da<sup>-1</sup> ile 7-18-7+10 SO<sub>3</sub>+B+Mn+Zn (% 0.1) kompoze gübre uygulamasından elde edilmiştir. Diğer uygulamalarda pancar kök verimi 7981-7691 kg da<sup>-1</sup> arasında değişmiştir.

Şeker pancarı üretiminde verim ve kalite değerlerini yükseltmek için yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan çalışmalarda yüksek kök ve şeker varlığı elde edebilmek hedeflerden birisidir. Yüksek kök ve şeker verimi elde etme çalışmalarının ekonomik olması ve gereksiz uygulamalardan da uzak durulması önem arz etmektedir.

Çalışma konusu farklı form ve bileşimlerdeki altı kompoze gübreye ait iki yıllık birleştirilmiş pancar kök verimleri 7605 kg da<sup>-1</sup> ile 8132 kg da<sup>-1</sup> arasında değişmektedir. Denemeye ait bu verimler; 5850 kg da<sup>-1</sup> ve 6085 kg da<sup>-1</sup> olan 2015 ve 2016 yılı ülkemiz ortalamasının oldukça üstündedir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021). Şeker pancarı verim potansiyelinin % 80'i iklim, toprak ve çeşit faktörleri tarafından belirlenmektedir (Pidgeon ve ark., 2001). Her iki yılda da toprak analiz verilerinde (Çizelge 1) deneme alanı topraklarında azot, fosfor ve potasyum dışında toprak verimliliği açısından bir olumsuzluk görülmemektedir. Yine bitki analiz verilerine (Çizelge 4) göre her iki yılda da bitkilerde makro veya mikro besin noksanlığı ile karşılaşılmaştır. Bitkiler yeterli derecede beslenmiş olup pancar verimi diğer faktörler tarafından belirlenmiştir. Denemede kullanılan kompoze gübrelerin terkiibinde bulunan ikincil besin elementleri (magnezyum, kükürt) ve mikro besin elementlerin deneme alanı topraklarında noksanlığının olmaması ve gübrelerle yeterli azot, fosfor ve potasyum sağlanması nedeniyle pancar kök verimi üzerine farklı bileşim ve formdaki kompoze gübre kullanılmasının bir etkisi olmadığı düşünülmektedir.

#### 3.2. Şeker varlığı

Şeker varlığı (digestion), taze pancar kökünde bulunan şeker miktarının ağırlık bakımından % ifadesidir. Bu şeker varlığı şeker pancarı alım fiyatının tespitinde kullanılan bir değer olup, şeker varlığının artması pancar taban fiyatının artmasına sebep olmaktadır. Bu değer çiftçi gelirini etkilemektedir. Yüksek şeker varlığına sahip olan pancarın işletme giderleri daha düşük olmaktadır. Bu yüzden şeker pancarı ve şeker üretiminde şeker varlığı değerinin yüksek olması istenmektedir.

Farklı kompoze uygulamaları, şeker varlığı diğer bir ifade ile digestion açısından konular arasında bir fark oluşturmamıştır. En yüksek şeker varlığı % 17.61 ile 12-30-12 kompoze gübre uygulamasından elde edilirken en düşük değer % 17.33 ile 13-18-15+2 Mg+10 SO<sub>3</sub>+0.5 B ve 7-18-7+10 SO<sub>3</sub>+B+Mn+Zn (% 0.1) uygulamalarından elde edilmiştir. Diğer uygulamaların verileri %17.51-% 17.45 arasında değişmiştir.

Draycott ve Cristenson (2003) şeker pancarına gübre verilmesinin pancar verimini artırdığını buna karşın şeker varlığını ise azalttığını; pancar verimi artışı ile şeker varlığı azalışının denge noktasında maksimum şeker verimi elde edildiğini belirtmektedir. Eşit miktarda azot, fosfor ve potasyumun farklı kompoze gübrelerle verilmesi; kapsamlarında bulunan diğer besin maddelerine bakılmaksızın, şeker varlığı üzerine farklı bir etki yapmamışlardır.

#### 3.3. Zararlı azot kapsamı

Birleştirilmiş veri analiz sonuçlarına göre farklı kompoze gübre uygulamaları; şeker pancarı kalite değerlerinden şeker pancarı kökü zararlı azot kapsamını etkilememiş olup değerler 1.32-1.80 mmol 100 g<sup>-1</sup> pancar arasında değişmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Farklı kompoze gübre uygulamalarının şeker pancarı verim ve kalite değerleri üzerine etkisi ait iki yıllık birleştirilmiş analizi  
 Table 3. Combined analysis (two years) of the effect of different compound fertilizer applications on sugar beet yield and quality values

Konular (Kompoze Gübreler)	Pancar Verimi (kg da <sup>-1</sup> )	Digestion (%)	Sodyum (mmol 100 g <sup>-1</sup> )	Potasyum (mmol 100 g <sup>-1</sup> )	Zararlı Azot (mmol 100 g <sup>-1</sup> )	Aritılmış Digestion (%)	Aritılmış Şeker Verimi (kg da <sup>-1</sup> )
12-30-12	8.132	17.61	1.69	4.13	1.32	15.20	1.236
15-15-15	7.883	17.46	1.77	4.19	1.43	14.99	1.180
13-18-15+2 Mg+10 SO <sub>3</sub> + 0.5 B	7.691	17.33	1.90	4.32	1.80	14.74	1.134
10-25-20+25 SO <sub>3</sub> + ME ( % 0.5 Zn)	7.981	17.45	1.69	4.27	1.42	14.98	1.197
7-18-7+11 SO <sub>3</sub> + B+ Mn+Zn (% 0.1 Zn)	7.605	17.33	1.84	4.29	1.74	14.78	1.123
13-24-12+10 SO <sub>3</sub> + ME (% 1 Zn)	7.968	17.51	1.78	4.23	1.66	15.01	1.194
Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi						
Tekerrür	3	**	öd	öd	öd	öd	**
Yıllar	1	**	*	**	öd	**	**
Gübreler	5	öd	öd	öd	öd	öd	öd
Yıl × Gübreler	5	öd	öd	öd	öd	öd	öd
Hata	33	-	-	-	-	-	-
Genel	47	-	-	-	-	-	-

\* 0.05: düzeyinde önemli; \*\* 0.01: düzeyinde önemli; öd: önemli değil

Zararlı azot olarak bilinen ve büyük bir kısmını glutamin ve asparagin amino asitleri ile betainin oluşturduğu azotlu bileşikler, alkali çözümlerde ve suda çözümlükleri için şeker prosesinde kireçleme ile çöktürülemezler ve melastaki kuru maddenin % 5'ini oluştururlar (Burba vd. 1984, Mahn vd. 2002). Bu nedenle şeker prosesinde işlenecek pancarın bünyesinde zararlı azot olarak ifade edilen azotlu bileşiklerin düşük olması istenmektedir. Hassas azot gübrelemesi yapılan, sağlıklı ve kuraklık stresi yaşamamış şeker pancarının zararlı azot kapsamı 1.30-1.70 mmol 100g<sup>-1</sup> pancar arasında değişmektedir (Armstrong ve Milford,1985). Ancak azotlu gübre uygulamaları şeker pancarı kökü zararlı azot kapsamını artırmakta ve 2.86 mmol 100 g<sup>-1</sup> pancar üzerindeki değerler şeker prosesini olumsuz etkilemektedir (Akyar ve ark.,1980). Farklı kompoze gübrelerle verilen; azot, fosfor, potasyum ve ikincil besimler ile mikro besin maddeleri şeker pancarı kökü zararlı azot kapsamı üzerine farklı bir etki yapamamıştır. Değerler 1.32-1.80 mmol 100 g<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup ülkemizde sınır kabul edilen değerden düşük (1.86 mmol 100 g<sup>-1</sup> pancar ) ve beklenen değerler (1.30-1.70 mmol 100 g<sup>-1</sup>) yakın bulunmuştur. İki yıllık birleştirilmiş analiz verilerine göre kompoze ve üre % 46 N gübresi kaynaklı azotun şeker pancarının zararlı azot kapsamını fabrikasyon açısından olumsuz etkileyecek düzeyde artırmadığı görülmüştür.

### 3. 4. Potasyum kapsamı

Şeker pancar kökünde bulunan ve şeker dışı maddeler arasında melas oluşturucular olarak bilinen potasyum büyük önem taşımaktadır. Potasyum sakarozun suda çözünürlüğünü artırmakta, dolayısıyla şekerin kristalleşmesini zorlaştırarak melasın şeker miktarını yükseltmektedir. Şeker pancarında; kalite değerlerinden olan ve şekerin artılmasını güçleştiren potasyum varlığının düşük olması istenmektedir.

Denemeden elde edilen şeker pancarı kökü iki yıllık birleştirilmiş potasyum değerleri 4.13 ile 4.32 mmol 100 g<sup>-1</sup> pancar arasında değişmiştir (Çizelge 3). Tüm parsellere eşit miktarda yani 8 kg K<sub>2</sub>O da<sup>-1</sup> potasyum verilmiş, farklı form ve bileşimlerdeki kompoze gübrelerden gelen potasyum şeker pancarının verim ve kalitesi üzerine farklı bir etki yapmamıştır. Yine deneme parsellerinden alınan bitki örnekleri analiz sonuçlarına (Çizelge 4) göre bitkilerin yaprak ayası potasyum kapsamı % 2.35-2.65 arasında değişmiş ve noksanlık belirtisi görülmemiştir (Ulrich ve Hills,1969).

Potasyumca yeterli beslenmiş şeker pancarı kökünün potasyum kapsamı 3.1-4.9 mmol 100 g<sup>-1</sup> pancar arasında değişmektedir (Bee ve ark., 1997; Amrstrong ve ark., 2010). Safiyet bozuculardan şeker pancarı kökü potasyum kapsamı; zararlı azot gibi gübreleme, hastalık ve kuraklık gibi faktörlerden etkilenerek azalış veya artış gösterebilmektedir. Şeker pancarı kökünün potasyum kapsamının 5.38 mmol 100 g<sup>-1</sup> pancar değerini aşması, şeker işleme prosesinde şekerin kristalleşmesine engel teşkil etmektedir (Akyar ve ark., 1980). Potasyumca yeterli beslenen şeker pancarının yaprakları (kuru madde esasına göre) % 2.0-3.5, kökler (kuru madde esasına göre) ise % 0.6-1.0 arasında potasyum (K) içermektedir (Draycott ve Cristonson, 2003).

### 3.5. Sodyum kapsamı

Deneme parsellerinden elde edilen şeker pancarı kökünün sodyum kapsamı 1.69 mmol 100 g<sup>-1</sup> pancar ile 1.90 mmol 100 g<sup>-1</sup> pancar arasında değişmiş ve istatistiki olarak uygulamalar arasında bir fark oluşmamıştır (Çizelge 3). Şeker pancarı kökünde, safiyet bozucu maddelerden zararlı azot ve potasyum gibi sodyumun da yüksek olması istenmez. Ancak kurak ve yarı kurak tarım topraklarının sodyum kapsamının yüksek olmasına bağlı olarak kökteki sodyum miktarı da artmaktadır. Akyar ve ark. (1980), şeker pancarı kökünün sodyum kapsamının fabrikasyon için 1.74 mmol 100 g<sup>-1</sup> pancardan yüksek olmaması gerektiğini belirtmektedirler. Ancak yağış miktarı orta ve yüksek olan alanlarda şeker pancarı kökünün sodyum kapsamı oldukça düşük olup 0.87-1.74 mmol 100 g<sup>-1</sup> pancar arasında değişmektedir (Draycott ve Christenson, 2003).

### 3.6. Artırılmış şeker varlığı

Farklı kompoze gübre uygulamalarının şeker pancarı kökünün artırılmış şeker varlığı üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları ve ortalama Çizelge 3'te verilmiş olup, farklı kompoze gübre uygulamalarının şeker pancarı kökünün artırılmış şeker varlığı üzerine istatistiki olarak önemli bir etkisi bulunmamıştır. Kompoze uygulamalarının 2 yıllık değerlerinin birleştirilmiş verilerine göre şeker pancarı kökü artırılmış şeker varlığı % 14.74-15.20 arasında değişmiştir.

Artırılmış şeker varlığı ve artırılmış şeker verimi; pancar kök verimi, şeker varlığı, zararlı azot, sodyum ve potasyum parametrelerinden hesapla elde edilmiştir (Reinefeld ve ark., 1974). Bu değer, verilen parametrelerin artış veya azalışından etkilenmekte olup şeker pancarının en önemli verim ve kalite göstergesidir. Araştırma konusu farklı form ve bileşimdeki altı kompoze gübre uygulamasının artırılmış şeker varlığını etkilememesine; uygulamalarla eşit miktarda NPK'nın parsellere verilmesinin neden olduğu düşünülmektedir.

### 3.7. Arıtılmış şeker verimi

Çizelge 3'te görüleceği gibi iki yıllık değerlerinin birleştirilmiş verilerine göre şeker pancarı kökü arıtılmış şeker verimi en yüksek 12-30-12 kompoze gübre uygulamasından 1236 kg da<sup>-1</sup> ile elde edilmiştir. En düşük ise 7-18-7+11SO<sub>3</sub>+B+Mn+Zn (% 0.1) kompoze gübre uygulamasından 1,123 kg da<sup>-1</sup> olarak alınmıştır. Şeker pancarına özdeş miktarda NPK uygulamasının 12-30-12, 15-15-15, 13-18-15+2 Mg+10 SO<sub>3</sub>+0.5 B, 10-25-20+25SO<sub>3</sub>+ME (% 0.5 Zn), 7-18-7+11SO<sub>3</sub>+B+Mn+Zn (% 0.1 Zn) ve 13-24-12+10SO<sub>3</sub>+ME (% 1 Zn) kompoze gübrelerle yapılması, arıtılmış şeker verimi açısından bir farklılık oluşturmamış ve uygulamalar aynı istatistikî grupta yer almıştır.

Şeker pancarı yetiştiriciliğinde amaç, beyaz şeker üretmek olduğu için şeker pancarı kök verimi ve şeker varlığı birlikte değerlendirilmelidir.

### 3.8. Bitki analizleri

Çizelge 4'te görüleceği gibi kompoze gübre uygulamaları; şeker pancarı yaprak ayası makro ve mikro besin kapsamı üzerinde istatistiksel bir farklılık oluşturmamıştır. Şeker pancarı ayası azot kapsamı; farklı kompoze gübre uygulaması yapılan parsellerden alınan yaprak aya örneklerinde % 2.72-2.89 arasında değişmiştir. Yine pancar yaprak ayası makro bitki besin elementlerinden potasyum, fosfor, kalsiyum, magnezyum ve kükürt kapsamı; farklı kompoze gübre uygulamalarından etkilenmemişlerdir. Bitkilerin yaprak ayası potasyum kapsamı % 2.50 ile % 2.65, fosfor kapsamı % 0.205 ile % 0.230, kalsiyum kapsamı % 0.82 ile % 0.85, magnezyum kapsamı % 0.89 ile % 0.85, kükürt kapsamı ise % 0.66 ile % 0.72 arasında değişmiştir. Hiçbir parselde makro besin elementi noksanlığı ile karşılaşmamıştır.

Uygulamalara ait parsellerden alınan örneklerin demir kapsamı 112.6-131.1 mg kg<sup>-1</sup> bakır kapsamı 15.6- 18.5 mg kg<sup>-1</sup>, mangan kapsamı 141.6- 155.4 mg kg<sup>-1</sup>, çinko kapsamı 18.0- 19.9 mg kg<sup>-1</sup>, bor kapsamı ise 51.8- 60.9 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Bitkilerin yeterli düzeyde beslenme durumlarını tespit etmek amacıyla yapılan bitki analiz sonuçları (Çizelge 4) değerlendirildiğinde; yaprak ayalarında yapılan azot, potasyum, fosfor, kalsiyum, magnezyum, kükürt, demir, bakır, mangan, çinko ve bor yönünden bitkilerin yeterli şekilde beslendiği görülmüştür (Ulrich ve Hills,1969). Deneme alanı toprak analiz verilerine (Çizelge 1) göre deneme alanı topraklarının azot, fosfor ve potasyum dışındaki besin elementleri bakımından yeterli olduğu görülmektedir. Kompoze gübre bileşimine ilave edilen cüzi miktarlardaki mikro besin ve ikincil besin elementleri, toprakla ilgili elementin noksanlığı yoksa verim ve kaliteyi artırmadığı gibi bitkideki bulunma miktarlarını da artırmamıştır.

### 3.9. Konulara bağlı olarak gübreleme maliyetleri

Tarla denemelerinin yapıldığı 2015 ve 2016 yılında çalışma konusu olan altı farklı form ve bileşimdeki kompoze gübre; deneme parsellerine 16 kg N da<sup>-1</sup>, 8 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup> ve 8 kg K<sub>2</sub>O da<sup>-1</sup> dozunda uygulama yapılmak üzere eşit miktarda NPK bitki besin maddesi verilmiştir. Çizelge 5 ve 6'da görüleceği gibi uygulama konuları içinde en yüksek gübre miktarı 7-18-7+11 SO<sub>3</sub>+ B+ Mn+Zn (% 0.1) konusunda ile 80.5 kg da<sup>-1</sup> olarak verilmiştir. Altı kompoze gübre konusu içinde en az verilen miktar ise 62.5 kg da<sup>-1</sup> ile 12-30-12 ve 10-25-20+25 SO<sub>3</sub>+ ME (% 0.5 Zn) gübrelerle olmuştur. Diğer konulara verilen gübre miktarları 65.4 kg da<sup>-1</sup> ile 70.7 kg da<sup>-1</sup> arasında değişmiştir.

2015 yılında dekara verilen gübre miktarına bağlı olarak iş gücü, çeki gücü ve gübre maliyetinden oluşan en düşük toplam maliyet 90.88 TL da<sup>-1</sup> ( 34.34 \$ da<sup>-1</sup>) ile 15-15-15 kompoze gübre uygulamasında bulunmuştur. En yüksek toplam maliyet ise 125.05 TL da<sup>-1</sup> (47.26 \$ da<sup>-1</sup>) ile 7-18-7+11 SO<sub>3</sub>+ B+ Mn+Zn (% 0.1) kompoze gübrede bulunmuştur. Deneme konusu diğer kompoze gübre uygulamalarında; toplam maliyetler sırasıyla 12-30-12 uygulamasında 92.40 TL da<sup>-1</sup> (34.96 \$ da<sup>-1</sup>), 13-24-12+10 SO<sub>3</sub>+ ME (%1 Zn) uygulamasında 101.56 TL da<sup>-1</sup> (38.38 \$ da<sup>-1</sup>), 10-25-20+25 SO<sub>3</sub>+ ME (% 0.5 Zn) uygulamasında 117.32 TL da<sup>-1</sup> (44.33 \$ da<sup>-1</sup>) ve 13-18-15+2 Mg+10 SO<sub>3</sub>+ 0.5 B uygulamasında 121.01 TL da<sup>-1</sup> (45.73 \$ da<sup>-1</sup>) olarak hesaplanmıştır.

2016 yılında dekara verilen gübre miktarına bağlı olarak oluşan en düşük toplam maliyet (iş gücü, çeki gücü ve gübre maliyeti) 2015 yılında olduğu gibi 95.31 TL da<sup>-1</sup> ( 32.95 \$ da<sup>-1</sup>) ile 15-15-15 kompoze gübre uygulamasında bulunmuştur. En yüksek toplam maliyet ise 130.99 TL da<sup>-1</sup> (45.28 \$ da<sup>-1</sup>) ile yine 7-18-7+11 SO<sub>3</sub>+ B+ Mn+Zn (% 0.1) kompoze gübrede bulunmuştur. Deneme konusu diğer kompoze gübre uygulama toplam maliyetleri sırasıyla 12-30-12 uygulamasında 96.25 TL da<sup>-1</sup> (33.27 \$ da<sup>-1</sup>), 10-25-20+25 SO<sub>3</sub>+ ME (% 0.5 Zn) uygulamasında 101.25 TL da<sup>-1</sup> (35.13 \$ da<sup>-1</sup>), 13-24-12+10 SO<sub>3</sub>+ME (% 1 Zn) uygulamasında 111.38 TL da<sup>-1</sup> (38.50 \$ da<sup>-1</sup>) ve 13-18-15+2 Mg+10 SO<sub>3</sub>+ 0.5 B uygulamasında 114.86 TL da<sup>-1</sup> (39.95 \$ da<sup>-1</sup>) olarak gerçekleşmiştir.

Şeker pancarı masraf unsurları; çeki gücü (% 30.39), iş gücü (% 20.16), tarla kirası (% 19.15), gübre (% 14.78), nakliye (% 5.47), tohum (% 3.85), mücadele ilaç (% 1.77) bedellerinden oluşmaktadır (Anonim, 2020). Şeker pancarı yetiştiriciliğinde gübre ve gübreleme maliyeti önemli bir yer tutmakta olup üretim maliyetinin % 19.15 ile 4. sırada yer almaktadır. Enerji girdisi olarak düşünüldüğünde ise kimyasal gübre, pancar üretiminde kullanılan enerjinin yaklaşık % 40-50'sini oluşturmaktadır (Erdal ve ark.,2007; Baran ve ark.,2016).



Çizelge 4. Farklı kompoze gübre uygulamalarının şeker pancarı yaprak ayası bitki besin kapsamı üzerine etkisi ait iki yıllık birleştirilmiş analizler  
 Table 4. Combined analyzes (two years) of the effect of different compound fertilizer applications on sugar beet leaf blade plant nutrient contents

Konular (Kompoze Gübreler)	Azot	Potasyum	Fosfor	Kalsiyum %	Magnezyum	Kükürt	Demir	Bakır	Mangan mg kg <sup>-1</sup>	Çinko	Bor
12-30-12	2.70	2.61	0.221	0.85	0.89	0.66	127.0	18.5	151.0	19.8	59.5
15-15-15	2.72	2.61	0.221	0.84	0.89	0.67	124.1	17.2	149.2	19.6	55.1
13-18-15+2 Mg+10 SO <sub>3</sub> + 0.5 B	2.82	2.35	0.209	0.84	0.90	0.69	131.1	17.2	146.6	18.0	51.8
10-25-20+25 SO <sub>3</sub> + ME (% 0.5 Zn)	2.76	2.65	0.205	0.85	0.91	0.67	112.6	14.7	153.7	19.3	60.9
7-18-7+11 SO <sub>3</sub> + B+ Mn+Zn (% 0.1 Zn)	2.82	2.45	0.215	0.83	0.92	0.70	125.6	15.6	155.4	19.1	55.9
13-24-12+10 SO <sub>3</sub> + ME (% 1 Zn)	2.89	2.50	0.230	0.82	0.93	0.72	124.1	15.8	141.6	19.9	54.7
Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi										
Tekerrür	3	*	*	*	öd	*	öd	öd	*	öd	öd
Yıl	1	*	öd	öd	öd	öd	**	öd	öd	öd	**
Gübreler	5	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd
Yıl×Gübreler	5	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd
Hata	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

\* 0.05: düzeyinde önemli; \*\* 0.01: düzeyinde önemli; öd: önemli değil

Çizelge 5. Denemede kullanılan kompoze gübrelerin unsurları ve ekonomik analizi (2015)

Table 5. Cost elements of compound fertilizers used in the trial and economic analysis (2015)

Konular (Kompoze Gübreler)	Uygulanan Gübre Miktarları (kg da <sup>-1</sup> )				İş Gücü Maliyeti (TL da <sup>-1</sup> )	Çeki Gücü Maliyeti (TL da <sup>-1</sup> )	Gübre Maliyet (TL da <sup>-1</sup> )			Toplam Maliyet (TL da <sup>-1</sup> )	Döviz Toplam Maliyet (\$ da <sup>-1</sup> )
	Kompoze	Üre	KCl	Toplam			Kompoze	Üre	KCl		
12-30-12	26.7	27.8	8.0	62.5	1.31	5.20	37.81	32.08	16.0	92.40	34.92
15-15-15	53.3	17.4	0.0	70.7	1.48	5.89	63.43	20.08	-	90.88	34.34
13-18-15+2 Mg+10 SO <sub>3</sub> + 0.5 B	44.4	22.2	2.2	68.8	1.44	5.72	83.83	25.62	4.40	121.01	45.73
10-25-20+25 SO <sub>3</sub> + ME (% 0.5 Zn)	32.0	27.8	2.7	62.5	1.31	5.20	73.28	32.13	5.40	117.32	44.33
7-18-7+11 SO <sub>3</sub> + B+ Mn+Zn (% 0.1 Zn)	44.4	28.0	8.1	80.5	1.69	6.70	68.11	32.36	16.20	125.06	47.26
13-24-12+10 SO <sub>3</sub> + ME (% 1 Zn)	33.3	25.4	6.7	65.4	1.37	5.44	54.80	26.55	13.40	101.56	38.38

2015 yılı gübre fiyatları gübre tedarikçilerinden temin edilmiştir (KDV % 18)

Çizelge 6. Denemede kullanılan kompoze gübrelerin maliyet unsurları ve ekonomik analizi (2016)

Table 6. Cost elements of compound fertilizers used in the trial and economic analysis (2016)

Konular (Kompoze Gübreler)	Uygulanan Gübre Miktarları (kg da <sup>-1</sup> )				İş Gücü Maliyeti (TL da <sup>-1</sup> )	Çeki Gücü Maliyeti (TL da <sup>-1</sup> )	Gübre Maliyet (TL da <sup>-1</sup> )			Toplam Maliyet (TL da <sup>-1</sup> )	Döviz Toplam Maliyet (\$ da <sup>-1</sup> )
	Kompoze	Üre	KCl	Toplam			Kompoze	Üre	KCl		
12-30-12	26.7	27.8	8.0	62.5	1.28	6.27	37.43	27.90	23.37	96.25	33.27
15-15-15	53.3	17.4	0.0	70.7	1.45	7.09	69.27	17.50	0.00	95.31	32.95
13-18-15+2 Mg+10 SO <sub>3</sub> + 0.5 B	44.4	22.2	2.2	68.8	1.42	6.90	77.81	22.30	6.43	114.86	39.70
10-25-20+25 SO <sub>3</sub> + ME (% 0.5 Zn)	32.0	27.8	2.7	62.5	1.29	6.27	58.23	27.90	7.94	101.63	35.13
7-18-7+11 SO <sub>3</sub> + B+ Mn+Zn (% 0.1)	44.4	28.0	8.1	80.5	1.66	8.00	69.51	28.10	23.72	130.99	45.28
13-24-12+10 SO <sub>3</sub> + ME (% 1 Zn)	33.3	25.4	6.7	65.4	1.34	6.56	58.36	25.50	19.63	111.39	38.50

2016 yılı gübre fiyatları gübre tedarikçilerinden temin edilmiştir (KDV % 18 olarak hesaplanmıştır)

Yapılan iki yıllık tarla denemelerinde birim alana eşit miktarda azot, fosfor ve potasyum verilmesi durumunda şeker pancarının verim ve kalitesi, kompoze gübre form ve bileşimlerinden etkilenmemiştir. Bu durumda gübre ve uygulama masraflar analiz edilerek düşük maliyetli gübrenin seçilmesi en uygun usul olacağı açıktır. Yapılan ekonomik analize (Çizelge 5 ve 6) göre en düşük maliyetli gübreleme; her iki yılda da yalın NPK gübresi olarak ifade edilen 15-15-15 ve 12-30-12 kompoze gübrelere bulunmuştur. En yüksek maliyetli gübreleme ise yine her iki yılda 7-18-7-11 SO<sub>3</sub>+B+Mn+Zn (% 0.1) kompoze gübresinde ortaya çıkmıştır.

2015 yılında yalın NPK gübrelere (12-30-12 ve 15-15-15) göre ikincil ve mikro besin katkı gübrelere ortalama olarak % 26.84, 2016 yılında ise % 19.77 daha fazla maliyete sahip olduğu görülmüştür. İki yıllık ortalama ise katkı gübrelere yalın gübrelere göre % 23.23 daha maliyetli bulunmuştur.

Kompoze gübrelere maliyetlerini kimyasal girdiler (özellikle potasyum kaynağı olarak potasyum sülfat veya potasyum klorür seçimi) ve ilave edilen ikincil ve mikro besin maddeleri etkilemektedir. NPK içerikleri düşük olan gübrelere aynı miktarda makro besin maddesi verebilmek için daha fazla kompoze gübre gereksinimi de nakliye ve uygulama giderlerini artırmaktadır.

#### 4. Sonuç

Ankara Etimesgut koşullarında yapılan çalışmanın sonuçları bir bütün olarak değerlendirildiğinde şeker pancarına uygulanan farklı kompoze gübrelere; pancar verimi, şeker varlığı, zararlı azot, sodyum, potasyum, arıtılmış şeker varlığı ve arıtılmış şeker verimi üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkide bulunmamıştır. Uygulamalar arasında istatistikî bir fark oluşmamasına; uygulanan farklı form ve bileşimdeki kompoze gübrelere birincil bitki besin maddelerinin dengelenerek özdeş NPK verilmesi ve iki yılda da deneme alanı topraklarında ikincil ve mikro besin maddesi noksanlığının bulunmamasının neden olduğu düşünülmektedir.

Gübreleme programları yapılırken ekonomik açıdan en yüksek verim ve kaliteye ulaşılan gübre ve gübreleme usulleri seçilmelidir. Yapılan ekonomik analize göre şeker pancarı için yalın NPK (12-30-12 ve 15-15-15) gübrelere ikincil ve mikro besin katkı gübrelere göre gübre ve gübreleme maliyetinin % 23.23 düşük olduğu görülmüştür. İkincil ve mikro besin noksanlığı görülmeyen pancar ekim alanlarında yalın NPK (12-30-12 ve 15-15-15) gübrelere kullanılmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

#### Kaynaklar

- Akyar, O. C., Cagatay, M., Kayimoglu, E., Özbek, A., Titiz., S., 1980. Über die Beziehung zwischen dem bereinigten Zuckergehalt und der chemischen Zusammensetzung der Zuckerrübe. Zuckerindustrie. 105: 457-466.
- Anonim, 2020. 2019 Tarım Raporu. TŞFAŞ Yayınları. Türkşeker. Yenişehir/ Ankara.
- Armstrong, M. J., Milford, G. F. J., 1985. The nitrogen nutrition of sugar beet. British Sugar Beet Review. 53(4), 42-44.
- Armstrong, M. J., Jarvis, P. J., Houghton, B. J., Bellett-Travers, D. M., Jones, J., 2010. Effect of potassium fertilizer on the yield, quality and potassium offtake of sugar beet crops grown on soils of different potassium status. The Journal of Agricultural Science, 135(01):1-10. doi: 10.1017/S0021859699007881.
- Artyszak, A., 2014. The efficiency of foliar boron fertilization of two sugar beet varieties. Part I. The yielding and technological quality of roots. Fragmenta Agronomica, 31:7-18.
- Baran, F. M., Gokdogan, O., 2016. Determination of energy balance of sugar beet production in Turkey: A case study of Kırklareli Province. Energy E\_c, 9, 487-494. doi: 10.1007/s12053-015-9375-x.
- Barlog, P., W. Grzebisz, Pepliński, K., Szczepaniak, W., 2013. Sugar beet response to balanced nitrogen fertilization with phosphorus and potassium part I. Dynamics of beet yield development. Bulgarian Journal of Agricultural Sciences, 19:1311-1318.
- Bee, P.M., Jarvis, P.J., ysz, M.J., 1997, The Effect of potassium and sodium fertilizer on sugar beet yield and quality, Proceedings of the 60 th International Institute for Beet Research Congress, July, Cambridge (UK).
- Burba, M., 1996. Invert sugar and harmful nitrogen as quality parameters of sugar beet. Institute International de Recherches Betteravières Proceedings, 369-383.
- Bouyoucos, G. J., 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. Agronomy Journal, 43: 434-438. dx.doi.org/10.2134/agronj1951.00021962004300090005x.
- Çakmak, I., 2005. The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 168: 521-530. doi.org/10.1002/jpln.200420485.
- Çakmak, İ., Kirkby, E. A., 2008. Role of magnesium in carbon partitioning and alleviating photooxidative damage. Physiologia Plantarum, 133: 692-704. doi: 10.1111/j.1399-3054.2007.01042.x.
- Draycott, A. P., Christenson, D. R., 2003. Nutrients for sugar beet production. Soil-plant relationships. CABI Publishing, Wallingford, UK.

- Er, C., Başalma, D., İnan, H., Gürel, S., Soygeniş, A.F., Abacı, Y., Pişkin, A., Kardeş, E., Boyacıoğlu, A., Gürkan, Ş., Kaya, R., Tuğrul, K.M., Erdem, F., 2017. Şeker Pancarı Tarımı, Tarım Gündem Dergisi Özel Yayını, İzmir, 127s.
- Erdal, G., Esengün, K., Erdal, H., Gündüz, O., 2007. Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey. *Energy* 1, 35–41. doi.org/10.1016/j.energy.2006.01.007.
- Eyüpoğlu, F., 1999. Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu. Toprak Gübre Araş. Enst. Genel Yayınları No: 220, Ankara.
- Filella, I., Serrano, I., Serra, J., Penuelas, J., 1995. Evaluating wheat nitrogen status with canopy reflectance indices and discriminant analysis. *Crop Science*, 35: 1400-1405. doi.org/10.2135/cropsci1995.0011183X003500050023x
- Gezgin, S., Dursun, N., Hamurcu, M., Harmankaya, M., Önder, M., Sade, B., Topal, A., Soyulu, S., Akgün, N., Yorgancılar, M., Ceyhan, E., Çiftçi, N., Acar, B., Gültekin, İ., Işık, Y., Şeker, C., Babaoğlu, M., 2002. Determination of B contents of soils in Central Anatolian cultivated lands and its relations between soil and water characteristics. *Boron in Plant and Animal Nutrition*. Edited by Goldbach et al.. Kluwer Academic / Plenum Publishers. New York.
- Hermans C., Hammond, J. P., White, P.J., Verbruggen, N., 2006. How do plants respond to nutrient shortage by biomass allocation? *Trends Plant Science* 11: 610-617. doi.org/10.1016/j.tplants.2006.10.007.
- Hızalan, E., Ünal, H., 1966. Topraklarda önemli kimyasal analizler. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, 278.
- ICUMSA., 2003. The determination of the polarization of sugar beet by the macerator or cold aqueous digestion method using aluminum sulphate as clarifying agent—official. In *Methods book, method GS6-3*, ed. International commission for uniform methods of sugar analysis. England: Colney.
- Jackson, M. L., 1962. *Soil chemical analysis*. Prentice Hall, Inc. Eng. Cliffs. N.J. USA.
- Kacar, B., İnal, A., 2008. Bitki analizleri. Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti, 892, Ankara.
- Kjeldahl, J. 1883. Neue Methode zur Bestimmung des Stickstoffes in Organischen Körpern. *Z. Anal. Chem*, 22:366-382.
- Knowles, F., Watkin, J. E., 1967. *A Practical Course in Agricultural Chemistry*. Mc Millian Co. Ltd. New York.
- Kubadinow, N., 1972. Jahresbericht Zuckergorschungs Institute. Osterreich, 8; 83-94.
- Kubadinow, N., Wieninger, L., 1972. Compt. Rend. XIV. Ass. Comm. Int. Tech. Sucr.(CITS) Brüssel, 1971; 539
- Lindsay, W. L., Norwell, W. A., 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of American Journal*, 43 (2):421–28.
- Mahn, K., Hoffmann C., Märlander, B., 2002. Distribution of quality components in different morphological sections of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *European Journal of Agronomy*, 17: 29–39.
- Marschner, H., 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*, 2nd edn. Academic Press, London, 889 pp.
- Minitab. 1995. *Minitab Reference Manuel (Release 7.1)*, Minitab Inc., State Coll. PA, 16801, USA.
- Moran, J. A., Mitchell, A. K., Goodmanson, G., Stockburger, K. A., 2000. Differentiation among effects of nitrogen fertilization treatments on conifer seedlings by foliar reflectance; A comparison of methods. *Tree Physiology*. 20:1113 -1120. doi: 10.1093/treephys/20.16.1113.
- Olsen, S. R., Cole, C.V., Watanabe, F. S., Dean, L. A., 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. U.S. Dept. of Agric. Circ. 939, Washington D.C.
- O'shea, C.J., Lynch, B., Lynch, M. B., Callan, J. J., O'Doherty, J. V., 2009. Ammonia emissions and dry matter of separated pig manure fractions as affected by crude protein concentration and sugar beet pulp inclusion of finishing pig diets. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 131: 154–160. doi.org/10.1016/j.agee.2009.01.019.
- Pidgeon, J. D., Werker, A.R., Jaggard, K.W., Richter, G.M., Lister, D.H. and Jones, P.D., 2001. Climatic impact on the productivity of sugar beet in Europe, 1961–1995. *Agriculture and Forest Meteorology*, 109, 27–37. doi.org/10.1016/S0168-1923(01)00254-4.
- Pişkin, A., 2017. Effect of Zinc applied together with compound fertilizer on yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Journal of Plant Nutrition*, 40 (18): 2521-2531. doi.org/10.1080/01904167.2017.1380815.
- Pişkin, A., Turhan, M., 2017. İlkbaharda Uygulanan Fosforun Şeker Pancarının Verim ve Kalitesi Üzerine Etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*. 20 (Özel Sayı): 227-231. doi.org/10.18016/ksudobil.349211.
- Reinefeld, E., Emmerich, A., Baumgarten, G., Winner, C., Beiß, U., 1974. Zur Voraussage des Melassezuckers aus Rübenanalysen. *Zucker*, 27; 2-15.
- Scott, R. K., Jaggard, K. W., 1993. *Crop physiology and agronomy*. In: Cooke, D.A. and Scott, R.K. (eds). *The Sugar Beet Crop*. Science 237, Chapman and Hall, London, 179-237.
- Selami, M., Saadat, S., 2013. Study of potassium and nitrogen fertilizer levels on the yield of sugar beet in jolge cultivar. *Journal of Novel Applied Sciences*, 2(4), 94-100.

- Sueri, A., Turhan, M. 2002. Bazı Şeker Fabrikaları Pancar Ekim Alanları Topraklarının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ve Bitki Besin Kapsamları Durumu. Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ő. İkinci Ulusal Şeker Pancarı Üretimi Sempozyumu 10-11 Eylül 2002. Mars Matbaası. Ankara.
- Tecator Manual., 1987a. Digestion System 20. Application Note. Box 70 S-26321, Höganäs, Sweden.
- Tecator Manual. 1987b. Kjeltec Auto Sampler System. Box 70 S-26321, Höganäs,
- Tarım ve Orman Bakanlığı., 2021. Türkiye Şeker Sektörü, Şeker Dairesi Başkanlığı. <https://www.tarimorman.gov.tr/SDB/Belgeler/sektorel%20veriler/Tu> (Erişim tarihi; 21.01.2021)
- Ulrich, A., 1959. Growth and Development of the Sugar Beet. University of California Bulletin,776, 4-24.
- Zengin, M., Gökmen, F., Yazıcı, M. A., Gezin, S., 2009. Effects of Potassium, Magnesium and Sulphur Containing Fertilizers on Yield and Quality of Sugar Beets (*Beta vulgaris* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 33, 495-502. doi: 10.3906/tar-0812-19.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 36 (2021)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.785167

## *In Vitro* Koşullarda Farklı Glisin Konsantrasyonlarının Çileklerde Tuzluluk Stresi Üzerine Etkileri

Eda Elif Yavuzlar<sup>a,b\*</sup>, Serra Karadal<sup>a</sup>, Nafiye Adak<sup>b</sup>

\*Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: edaelifyavuzlar@gmail.com

Geliş/Received 25/08/2020

Kabul/Accepted 24/05/2021

### ÖZET

Abiyotik stres faktörleri, bitki büyüme ve gelişmesi ile verim ve kaliteyi önemli derecede etkilemektedir. Bu nedenle dışarıdan uygulanan bazı preparatların strese tolerans derecelerinin belirlenmesi yetiştiricilikte önem arz etmektedir. Bu amaçla yapılan çalışmada, *in vitro* koşullarda farklı tuzluluk düzeylerinde (% 0, 0.4, 0.8 NaCl), farklı glisin konsantrasyonlarının (0, 1.0, 2.0, 4.0 mg.l<sup>-1</sup>) eksplantlarda sürgün gelişimi üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırma sonucunda, tuzluluk konsantrasyonlarının artışına bağlı olarak, sürgün sayısı, sürgün boyu, sürgün yaş ve kuru ağırlığı önemli derecede azalmıştır. Buna karşın gerek orta (% 0.4) ve gerekse yüksek (% 0.8) NaCl düzeylerinde denenen tüm glisin konsantrasyonları eksplant sürgün gelişimi üzerine olumlu etki göstermiştir. Özellikle 2 mg.l<sup>-1</sup> ve 4 mg.l<sup>-1</sup> glisin konsantrasyonları tüm tuzluluk şartlarında sürgün gelişimini teşvik etmiştir. Ayrıca glisin konsantrasyonlarının artışına bağlı olarak sürgün sayısı, sürgün yaş ve kuru ağırlığı artarken, sürgün boyu azalmıştır. Araştırma sonuçları, *in vitro* koşullarda glisin uygulamalarının tuzluluk stresinin zararını azaltıcı etkide bulunduğunu göstermiştir.

Anahtar Sözcükler:  
Abiyotik stres  
Çoğalma aşaması  
Doku kültürü  
Sürgün sayısı

### Effects of Different Glycine Concentrations on Salinity Stress in Strawberries under *In Vitro* Conditions

#### ABSTRACT

Abiotic stress factors significantly affect plant growth and development, yield and quality. Therefore, effects of some exogenous preparations for growing is considerable. In this study, the effects of different glycine concentrations (0, 1.0, 2.0, 4.0 mg l<sup>-1</sup>) on shoot development at different salinity levels (0, 0.4, 0.8 NaCl) under *in vitro* conditions were investigated. The result of the study, shoot number, shoot length and shoot fresh and dry weight decreased depend on increasing salinity concentrations under *in vitro* conditions. However, all the tested glycine concentrations showed a positive effect on shoot development in both medium (0.4%) and high (0.8%) NaCl levels. In particular, 2 mg l<sup>-1</sup> and 4 mg l<sup>-1</sup> glycine concentrations induced shoot growth in all salinity levels. Furthermore, depend on increasing glycine concentrations, shoot number, shoot fresh and dry weight were increased, but shoot length was decreased. In conclusion, glycine treatments have shown that the ameliorate the harm of salinity stress under *in vitro* conditions.

Keywords:  
Abiotic stress  
Multiplication phase  
Shoot number  
Tissue culture

© OMU ANAJAS 2021

## 1. Giriş

Kuraklık, tuzluluk, düşük ve yüksek sıcaklık faktörleri gibi çevresel etkenlere dayalı abiyotik stres faktörleri tüm dünya ülkelerinde sıkça yaşanan iklim değişikliklerinin bir sonucudur. Günümüzde dünya tarım alanlarının yaklaşık olarak %45'i kuraklık stresine maruz kalmakta ve bu kuraklıkla birlikte tarım alanlarının %6'sında tuzluluk meydana gelmektedir (Epstein ve ark., 1980; Kuşvuran, 2010). Toprakların verimliliğini olumsuz yönde etkileyen ve geniş alanların tarım dışı kalmasına neden olan tuz stresi, bugün tarımsal üretim alanlarında önemli bir sorun haline gelmiştir. Tarımsal anlamda önemli zararlar teşkil eden bu stres faktörü, bitki morfolojisi ve anatomisini etkilerken, büyüme ve gelişmeyi de sınırlandırmaktadır (Levitt, 1980; Awang ve ark., 1993; D'Anna ve ark., 2003; Keutgen ve Keutgen, 2003; Turhan ve Eriş, 2007; Büyük ve ark., 2012). Özellikle tuz stresinde bitki besin elementleri alınımı azalmakta ve hücrelerde iyonik dengesizlikler gerçekleşmektedir. Potasyum, kalsiyum ve sodyum gibi elementlerin bitkiler tarafından alınımı etkilenirken, bitki kuru ağırlığı, K, Na ve Ca oranları da bitkilerde stres seviyelerinin göstergesi olarak da kullanılmaktadır (Torun ve ark., 2007). Ayrıca meydana gelen oksidatif stres hücrenin metabolik faaliyetlerini de etkileyerek antioksidan enzim aktivitelerini de harekete geçirebilmektedir (Greenway ve Munns, 1980; Adak ve ark., 2018). Bu konuda yapılan bir çalışmada Turhan ve Eriş (2007), sera koşullarında yetiştirilen Camarosa ve Chandler çilek çeşidi bitkilerinde, 0, 8.5, 17.0 ve 34.0 mM NaCl uygulamalarının yaprak alanı, yaprak sayısı, yaprak, gövde ve kök yaş ağırlığını azalttığı, yaprak sıcaklığını artırdığı, stoma iletkenliğini ve transpirasyon oranını da etkilediğini bildirmişlerdir. Ayrıca Aktaş ve Kılıç (2013) *in vivo* şartlarda soya filizi yetiştiriciliği üzerine 25 ve 50 mM NaCl dozlarında tuzluluğun sürgün ve kök uzunluğu ile sürgün ve kök taze ağırlığı üzerine etkili olduğu ve özellikle tuzluluğun sürgün-kök uzunluğu ve sürgün-kök taze ağırlığında azalmalara neden olduğu saptanmıştır.

Çilek, tuzluluğa hassas bitki kategorisinde olup, tür ve çeşitler arasında dayanım bakımından varyasyonlar bulunmaktadır (Hoffman, 1981; Martinez ve Alvarez, 1997; D'Anna ve ark., 2003; Saied ve ark., 2005; Keutgen ve Pawelzik, 2007; Yılmaz ve Kina, 2008). Nitekim bu konuda Yavuzlar ve Adak (2019) oktoploid türlerin, tetraploid ve diploid türlere göre tuzluluk stresine daha toleranslı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Torun ve ark. (2007), doku kültürü yoluyla çilek genotiplerinin yüksek NaCl konsantrasyonlarına tepkilerinin, hızlı ve etkili bir şekilde belirlenebileceğini belirtmişlerdir. Yapılan diğer bir çalışmada Yılmaz ve Kina (2008), 500, 1000 ve 1500 mg·l<sup>-1</sup> tuz uygulanan Hoagland besin çözeltisi ile sulanan Kabarla ve Gloria çilek çeşitlerinde, tuz konsantrasyonunun artışına bağlı olarak vejetatif büyümenin kısıtlandığı ve yaprak yüzey alanının azaldığı gözlenmiştir. Denemede ayrıca yüksek doz uygulamalarında yaprak kuru ağırlığının azalmasına karşın, düşük doz uygulamalarında yaprak kuru ağırlığının arttığı belirlenmiştir. Diğer bir çalışmada ise Zhao ve ark. (2017) "Sweet Charlie" ve "Benihoppe" çilek çeşitlerinin kullanıldığı *in vitro* çalışmada, çeşitlerin tuz toleransı ve alkali tolerans endeksleri belirlenmiştir.

Ülkemizde ve tüm dünya ülkelerinde iklim değişiklikleri ile birlikte artan tuzluluk stresinin tarımsal verimliliği etkilemesi kaçınılmazdır. Bu nedenle son yıllarda tuzluluk ve kuraklık gibi abiyotik stres faktörlerine toleranslı tür ve çeşitlerin belirlenmesi, ıslahı ve toleransı artırıcı pratik uygulamalar üzerine ayrıntılı çalışmalar bahçe bitkileri alanında önemli araştırma alanlarını teşkil etmektedir (Üzal ve Yıldız, 2014). Bu nedenlerle planlanan bu çalışmanın amacı, *in vitro* şartlarda glisin aminoasitinin kullanımının eksplantlarda büyüme, gelişme ve çoğalma kapasitesi üzerine etkilerini belirlemek ve sonuçların *in vivo* şartlara uygulanabilirliği konusunda öneriler yapmaktır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Araştırma, 2016-2017 yılları arasında yürütülmüş olup, deneme materyali olarak Benicia çilek çeşidinin sürgün uçları kullanılmıştır. Sürgün uçları mayıs ayı sonunda fidelik parsellerinden sökülmüş, temizlenmiş ve laboratuvar şartlarında öncelikle yüzey sterilizasyonuna tabi tutulmuştur. Yüzey sterilizasyonu ve meristem izolasyonu Yavuzlar ve Adak (2019)'a göre gerçekleştirilmiş olup, besi ortamı olarak %3 sakkaroz ve % 0.7 Difco Bacto agar içeren Murashige ve Skoog (MS) ortamı kullanılmıştır. Meristem büyüme ve gelişme aşamasında besi ortamına 1 mg·l<sup>-1</sup> BAP ve 1 mg·l<sup>-1</sup> IAA ilavesi gerçekleştirilerek, dört hafta boyunca meristemlerin büyüme ve gelişmesi sağlanmıştır. Daha sonra gelişen eksplantlar farklı tuzluluk (kontrol, % 0.4 NaCl, % 0.8 NaCl) ve farklı glisin konsantrasyonları (kontrol, 1 mg·l<sup>-1</sup>, 2 mg·l<sup>-1</sup>, 4 mg·l<sup>-1</sup>) içeren besi ortamlarında kültüre alınarak eksplantların ikinci alt kültür sonunda sürgün çoğalma kapasitesi ve sürgünlerin gelişme durumları gözlenmiştir. Denemede kültür odası çevresel şartları, sıcaklık 25°C±1°C, ışık yoğunluğu 3000 µmol s<sup>-1</sup>m<sup>-2</sup>, fotoperiyot 16 saat aydınlık, 8 saat karanlık olarak düzenlenmiştir.

Araştırmada, eksplant başına düşen sürgün sayısı (adet·eksplant<sup>-1</sup>), sürgün boyu (cm), sürgün yaş ve kuru ağırlığı (g) değerleri de incelenmiştir. Deneme üç tekerrürlü ve her tekerrürde 5 eksplant olacak şekilde tesadüf bloklarında faktöriyel deneme desenine göre planlanmış ve ortalamalar LSD<sub>05</sub>'e göre karşılaştırılmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma



### 3.1 Sürgün sayısı (adet) ve sürgün boyu (cm)

Benicia çilek çeşidinde, farklı tuzluluk düzeylerinde, glisin konsantrasyonlarının sürgün sayısı ve sürgün boyu üzerine etkileri Çizelge 1’de verilmiştir. Glisin konsantrasyonlarının eksplant başına düşen sürgün sayısı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En düşük sürgün sayısı kontrol uygulamasında elde edilirken, denenen tüm glisin konsantrasyonlarında sürgün sayısı kontrole göre yüksek belirlenmiştir. Tuzluluk uygulamalarının eksplant başına düşen sürgün sayısı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Bu değerler uygulamalara göre değişmekle birlikte, 11.83 adet ile 12.83 adet arasında değişim göstermiştir. İnteraksiyon incelendiğinde, en yüksek sürgün sayısı 20.00 adet ile % 0.4 NaCl x 2 mg·l<sup>-1</sup> glisin uygulamasında elde edilmiştir. Dolayısıyla denenen düşük tuzluluk şartlarında (% 0.4 NaCl) 2 mg l<sup>-1</sup> glisin en yüksek sürgün sayısını verirken, daha yüksek tuzluluk şartlarında (% 0.8 NaCl) daha yüksek (4 mg·l<sup>-1</sup>) glisin konsantrasyonunun sürgün sayısı üzerine olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir.

*In vitro* eksplantlarda gözlenen sürgün boyları değerleri de Çizelge 1’de verilmiştir. Glisin konsantrasyonlarının sürgün boyu üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli belirlenmiştir. En yüksek sürgün boyu 1 mg·l<sup>-1</sup> glisin konsantrasyonunda (2.55 adet) belirlenirken, glisin konsantrasyonunun artışına bağlı olarak sürgün boyu azalmıştır. Tuz konsantrasyonlarının sürgün boyu üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 1). En yüksek sürgün boyu 3.00 cm ile kontrol uygulamasında belirlenirken, denenen tüm tuz konsantrasyonlarında kontrolden daha düşük sürgün boyu saptanmıştır. Glisin konsantrasyonları x tuz uygulamaları interaksiyonu bakımından da uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. En yüksek sürgün boyu stressiz şartlarda görülürken, tuz uygulamaları sürgün boyunu azaltmıştır. Nitekim en düşük sürgün boyu % 0.8 NaCl x Kontrol interaksiyonunda belirlenmiştir (0.33 cm) (Çizelge 1).

Araştırma bulgularımız, gerek eksplant başına düşen sürgün sayısı ve gerekse sürgün boyu üzerine tuzluluk şartlarında denenen tüm glisin konsantrasyonlarının kontrole göre etkili olduğunu göstermiştir. Glisin konsantrasyonları sürgün sayısını artırırken, sürgün boyunu kısaltmıştır. Dolayısıyla glisin kültür ortamına ek ilavesinin, *in vitro* şartlarda çoğalma üzerine etkili olduğu çalışmamızda tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Benicia çilek çeşidinde, farklı tuzluluk düzeylerinde glisin konsantrasyonlarının sürgün sayısı ve sürgün boyu üzerine etkileri

Table 2. Effects of glycine concentrations on shoot number and length at different salinity levels in Benicia strawberry cultivar

Glisin Konsantrasyonları (mg·l <sup>-1</sup> )	Tuz Konsantrasyonları			Glisin konsantrasyonları ortalaması
	Kontrol	%0.4 NaCl	%0.8 NaCl	
	<b>Sürgün sayısı (adet eksplant<sup>-1</sup>)</b>			
Kontrol	12.33 CD	2.00 E	0.33 E	<b>4.89 b</b>
1	10.33 D	15.00 BCD	16.00 ABC	<b>13.77 a</b>
2	11.00 D	20.00 A	14.33 BCD	<b>15.11 a</b>
4	13.67 CD	14.33 BCD	19.00 AB	<b>15.67 a</b>
<b>Tuz konsantrasyonları ortalaması</b>	<b>11.83</b>	<b>12.83</b>	<b>12.41</b>	
LSD%5 tuz kons.:0.595; LSD%5glisin kons.: 2.794; LSD%5 tuz x glisin kons.: 4.840				
	<b>Sürgün boyu (cm)</b>			
Kontrol	4.00 A	1.67 CD	0.33 D	<b>2.00 ab</b>
1	3.33 AB	2.33 BC	2.00 BC	<b>2.55 a</b>
2	2.33 BC	2.00 BC	1.67 CD	<b>2.00 ab</b>
4	2.33 BC	1.67 CD	1.33 CD	<b>1.78 b</b>
<b>Tuz konsantrasyonları ortalaması</b>	<b>3.00 a</b>	<b>1.92 b</b>	<b>1.33 b</b>	
LSD%5 tuz kons.:0.595; LSD%5glisin kons.: 0.688; LSD%5 tuz x glisin kons.:1.614				

\* Aynı sütunda yer alan ve aynı harfle başlayan ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsizdir (P<0.05).

### 3.2 Sürgün yaş ve kuru ağırlığı (g)

Benicia çilek çeşidinde, farklı tuzluluk düzeylerinde glisin konsantrasyonlarının sürgün yaş ve kuru ağırlık üzerine etkileri Çizelge 2’de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi glisin konsantrasyonlarının, sürgün yaş ve kuru ağırlığına olan etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Sürgün yaş ağırlığı değerleri, denenen tüm glisin konsantrasyonlarında kontrole göre yüksek belirlenmiştir. En yüksek sürgün yaş ağırlığı 3.36 g ile 4 mg·l<sup>-1</sup> glisin konsantrasyonunda belirlenmiştir. Tuzluluk uygulamalarının sürgün yaş ağırlığı üzerine etkisi de istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bu değerler uygulamalara göre değişmekle birlikte 2.55 g ve 3.18 g arasında değişim göstermiştir. İnteraksiyon bakımından incelendiğinde, en yüksek sürgün yaş ağırlığı 3.61 g ile % 0.4 NaCl x 4 mg·l<sup>-1</sup> glisin uygulamasında elde edilmiştir. En düşük sürgün yaş ağırlığı da 0.86 g ile % 0.8 NaCl x Kontrol uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 2).

Farklı tuzluluk düzeylerindeki glisin konsantrasyonlarının sürgün kuru ağırlığı üzerine etkileri de Çizelge 2’de verilmiştir. Glisin konsantrasyonlarının sürgün kuru ağırlığı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Nitekim en yüksek sürgün kuru ağırlığı sırasıyla 4 ve 2 mg·l<sup>-1</sup> glisin konsantrasyonunda belirlenirken, glisin konsantrasyonunun artışına bağlı olarak sürgün kuru ağırlığı da artmıştır. Tuzluluk konsantrasyonlarının sürgün kuru ağırlığı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek kuru ağırlık 0.16 g ile % 0.4 NaCl konsantrasyonunda, en düşük 0.12 g ile kontrol uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Benicia çilek çeşidinde, farklı tuzluluk düzeylerinde glisin konsantrasyonlarının sürgün yaş ve kuru ağırlık üzerine etkileri

Table 2. Effects of glycine concentrations on shoot fresh and dry weight at different salinity levels in Benicia strawberry cultivar

Glisin Konsantrasyonları (mg l <sup>-1</sup> )	Uygulamalar			Glisin konsantrasyonları ortalaması
	Kontrol	%0.4 NaCl	%0.8 NaCl	
<b>Sürgün yaş ağırlığı (g)</b>				
Kontrol	2.59 A	2.97 A	0.86 B	<b>2.14 b</b>
1	2.77 A	3.03 A	3.03 A	<b>2.94 a</b>
2	2.53 A	3.12 A	3.08 A	<b>2.91 a</b>
4	3.23 A	3.61 A	3.24 A	<b>3.36 a</b>
<b>Tuz konsantrasyonları ortalaması</b>	<b>2.78 ab</b>	<b>3.18 a</b>	<b>2.55 b</b>	
LSD%5 tuz kons.:0.517; LSD%5 glisin kons.: 0.596; LSD%5tuz x glisin kons.:1.401				
<b>Sürgün kuru ağırlığı (g)</b>				
Kontrol	0.12 AB	0.14 AB	0.06 B	<b>0.106 b</b>
1	0.11 AB	0.19 A	0.14 AB	<b>0.150 ab</b>
2	0.11 AB	0.16 AB	0.19 A	<b>0.156 a</b>
4	0.13 AB	0.16 AB	0.18 A	<b>0.159 a</b>
<b>Tuz konsantrasyonları ortalaması</b>	<b>0.12 b</b>	<b>0.16 a</b>	<b>0.15 ab</b>	
LSD%5 tuz kons.:0.041; LSD%5glisin kons.: 0.047; LSD%5tuz x glisin kons.:0.111				

\* Aynı sütunda yer alan ve aynı harfle başlayan ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsizdir (P<0.05).

Araştırmalarımız gerek sürgün yaş ağırlığı ve gerekse sürgün kuru ağırlığı üzerine tuzluluk şartlarında denenen tüm glisin konsantrasyonlarının kontrole göre etkili olduğunu göstermiştir. Glisin konsantrasyonlarının sürgün yaş ağırlığı ve sürgün kuru ağırlığını artırdığı kaydedilmiştir.

Araştırma sonuçlarımız bir çok araştırma bulguları ile benzerlik göstermektedir. Nitekim Gerdakaneh ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada, farklı sakkaroz koşullarında (%3, 6, 9 ve 12) tolerans artırıcı amaçlı dışsal L-prolin uygulamalarının (0, 2.5, 5 ve 10 mM) ozmotik stres durumunda çilek kalluslarında önemli fizyolojik parametreleri etkilediğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, sakkaroz konsantrasyonunun artışına bağlı olarak, kallus dokularında kuru ağırlıklar artarken, taze ağırlık miktarının azaldığını belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise yüksek tuzlulukta (%0.8 NaCl) sürgün yaş ağırlığı kontrole göre azalmış, kuru ağırlığı ise artmıştır. Benzer olarak Turhan ve Eriş (2007) *in vivo* şartlarda, 8.5, 17.0 ve 34.0 mM NaCl uygulamalarının Camarosa ve Chandler çilek çeşidi bitkilerinde fizyolojik büyümeyi önemli derecede etkilediğini belirtmişlerdir. Nitekim denemede tuzlu koşullar, yaprak ve kök yaş ağırlığı, yaprak alanı ve yaprak sayısını azaltırken, Camarosa çeşidinde stoma iletkenliğini ve transpirasyon oranını düşürmüştür. Bir başka çalışmada Torun ve ark., (2007), dört farklı çilek genotipinin (2 TAB 4B, CFRA 1267, HM1 ve Scotts Creek) *in vitro* koşullarda değişik NaCl konsantrasyonlarına (0, 25, 50, 75 ve 100 mM) tepkilerini araştırdıkları çalışmada, yüksek tuz konsantrasyonunun çoğaltma katsayısını azalttığı, kuru ağırlık yanında, kalsiyum ve sodyum konsantrasyonlarını da etkilediğini tespit etmişlerdir. Genotiplerin kuru ağırlıklarında, bir azalma gözlemlense de, bu azalma en düşük olarak HM1 genotipinde kaydedilmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada Yılmaz ve Kina (2008) Hoagland besin çözeltisi ile sulanan Kabarlar ve Gloria çilek çeşidi bitkilerinde, 500, 1000 ve 1500 mg·l<sup>-1</sup> tuz uygulamalarının vejetatif büyümeyi engellediği, yüksek doz uygulamalarda kuru yaprak ağırlığı azalmasına rağmen, düşük doz uygulamalarda kuru yaprak ağırlığının arttığı belirtilmiştir (Yılmaz ve Kina, 2008). Yapılan diğer bir çalışmada Zhao ve ark. (2017), “Sweet Charlie” ve “Benihoppe” çilek çeşitlerinin kullanıldığı *in vitro* çalışmada, çeşitlerin tuz ve alkali tolerans endeksleri belirlenmiş ve her iki stres faktöründe *in vitro* köklenme kabiliyetinin sınırlandırılarak köklenme oranı, ortalama kök sayısı ve kök uzunluğunun azaldığı görülmüştür.

#### 4. Sonuç

Araştırma sonucunda, *in vitro* koşullarda tuzluluk stresi semptomlarının hızlı ve etkin bir şekilde görülebileceği belirlenmiş ve *in vitro* Murashige ve Skoog (1962) ortamına ilave glisin konsantrasyonlarının, eksplantlarda tuzluluk

stresini azaltıcı etkide bulunduğu saptanmıştır. Özellikle 2 mg·l<sup>-1</sup> ve 4 mg·l<sup>-1</sup> glisin ilavesinin sürgün gelişimi üzerine pozitif etkileri olduğu belirlenmiştir.

### Kaynaklar

- Adak, N., Tozlu, I., Nasircilar, A.G., Ulukapi, K. 2018. *In vitro* assessment of drought tolerance responses in strawberry. Fresenius Environmental Bulletin, Volume 27, No. 12B, 9481-9486. [https://www.prt-parlar.de/...](https://www.prt-parlar.de/.../) (Erişim tarihi: 27.02.2021)
- Aktaş, K., Kılıç, P. 2013. Sebze Soya Filizi Yetiştiriciliğinde (*Glycine Max L.*) Tuz Uygulamalarının Tohum Çimlenmesi ve Filiz Kalitesi Üzerine Etkileri, *YYÜ TAR BİL DERG* , 23(3): 236-241. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/204709>. (Erişim tarihi: 27.01.2021)
- Awang, Y. B.; Atherton, J. G.; Taylor, A. J. 1993. Salinity effects on strawberry plants grown in rockwool. II. Fruit quality. *J. Hortic. Sci.* 68, 791-795. doi.org/10.1080/00221589.1993.11516414
- Büyük, İ., Soydam-Aydın, S., Aras, S. 2012. Bitkilerin Stres Koşullarına Verdiği Moleküler Cevaplar, *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 69(2): 97 – 110. DOI: 10.5505/TurkHijyen.2012.40316
- D'Anna, F. D.; Incalcaterra, G.; Moncada, A.; Miceli, A. 2003. Effects of different electrical conductivity levelson strawberry grown in soilless culture. *Acta Hortic.* , 609, 355-360. doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.609.53
- Epstein E., Norlyn J.D., Rush D.W., Kingsbury R.W., Kelly C.B., Cunningham G.A., Wrona A. 1980. Saline culture of crops: A Genetic Approach, *Sci.*, 210: 399–945. DOI: 10.1126/science.210.4468.399
- Gerdakaneh, M., Mozafari, A., Khalighi, A., Mardah, A. 2010. The effects of exogenous proline and osmotic stress on morpho-biochemical parameters of strawberry callus, *African Journal of Biotechnology* Vol. 9(25), pp. 3775-3779, 21. DOI: 10.5897/AJB09.1828
- Greenway H., Munns R., 1980. Mechanism of salt tolerance in non-halophytes, *Annu. Rev. Plant Physiol.* 31 (1980) 149–190. doi.org/10.1146/annurev.pp.31.060180.001053
- Hoffman, GJ. 1981. Alleviating salinity stress. In *Modifying the Root Environment to Reduce Crop Stress*, Chap. 9, eds. Arkin GF, Taylor HM, pp. 305-343. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI.
- Keutgen, A. J.; Keutgen, N. 2003. Influence of NaCl salinity stress on fruit quality in strawberry. *Acta Hortic.* (ISHS), 609, 155- 157. doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.609.20
- Keutgen, A.J., Pawelzik, E. 2007. Modifications of Strawberry Fruit Antioxidant Pools and Fruit Quality under NaCl Stress. *Journal Of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 4066–4072. DOI: 10.1021/jf070010k
- Kuşvuran, Ş. 2010. Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar (Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Mart, 2010, 355s.
- Levitt J., Salt and ion stress, in: Levitt J. 1980. (Ed.), *Responses of plants to environmental stresses*, Vol. II, Water radiation, salt and others stresses, Acad. Press, New York, USA, 1980, pp. 365-488.
- Martinez Barroso, MC., Alvarez, CE. 1997. Toxicity symptoms and tolerance of strawberry to salinity in the irrigation water. *Sci. Hortic.*, 71: 177-188. Ashton Research Sta., University of Bristol, UK.
- Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol. Plant.* 15:473- 497.
- Saied, A. S.; Keutgen, A. J.; Noga, G. 2005. The influence of NaCl salinity on growth, yield and fruit quality of strawberry cvs. 'Elsanta' and 'Korona'. *Sci. Hortic.* 103, 289-303. DOI: 10.1016/j.scienta.2004.06.015
- Torun, A.A., Kaçar-Aka, Y., Kılı, O., Erdem, H., Yardım, P., Serçe, S., İnan, S. 2007. Bazı *Fragaria Chiloensis* Genotiplerinin Değişik Nacl Konsantrasyonlarına *In Vitro* Çoğaltma Sırasındaki Tepkileri, *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 24(2):27-33, ISSN 1300-3496.
- Turhan, E., Eriş, A. 2007. Growth and Stomatal Behaviour of Two Strawberry Cultivars under Long-Term Salinity Stress. *Turk J Agric For* 55-61.
- Üzal, Ö., Yıldız, K. 2014. Bazı Çilek (*Fragaria x ananassa L.*) Çeşitlerinin Tuz Stresine Tepkileri, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tarım Bilgileri Dergisi*, 24 (2): 159- 167. doi.org/10.29133/yyutbd.235929
- Yavuzlar, E.E., Adak, N. 2019. Farklı Çilek Genotiplerinin *In vitro* Tuzluluk Tolerans Düzeyleri Üzerine Araştırmalar, *Hasat Uluslararası Tarım Ve Orman Kongresi* , Birinci Basım, ISBN: 978 – 605 – 7602 – 92 – 3, 65, 21-23 Haziran, Ankara.
- Yılmaz, H., Kina, A. 2008. The influence of NaCl salinity on some vegetative and chemical changes of strawberries (*Fragaria x ananassa L.*), *African Journal of Biotechnology* Vol. 7 (18), pp. 3299-3305. doi.org/10.1080/01904167.2013.766210
- Zhao, X., Li, G., Li, L.J., Hu, P.P., Zhou H. C. 2017. *Acta Hortic.* 1156. ISHS. Proc. VIII International Strawberry Symposium. doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1156.130.