



Lapseki Meslek Yüksekokulu



L
J
A
R

Uygulamalı Araştırmalar Dergisi



Editör Kurulu

Baş Editör

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Sakaldaş

Editör Yardımcısı

Doç. Dr. Mesut Yücesan

Editör Yardımcısı

Doç. Dr. Timuçin Everest

Teknik Editör

Öğr. Gör. Dr. M. Onur Ünal

Teknik Editör

Öğr. Gör. Neşe Yıldız

Yazım ve Dil Editörü

Doç Dr. Mesut Yücesan

Yayın Editörü

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Sakaldaş

Yayın veya Danışma Kurulu

Prof. Dr. Fatih Şen

fatih.sen@ege.edu.tr

Ege Üniversitesi

Prof. Dr. Kenan Kaynaş

k_kaynas@comu.edu.tr

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Prof. Dr. Volkan Alptekin

volkan.alptekin@ikcu.edu.tr

İzmir Katip Çelebi Üniversitesi

Doç. Dr. Halil Özekicioğlu

hozekicioğlu@akdeniz.edu.tr

Akdeniz Üniversitesi

Doç Dr. Uğur Ünal

ugunal@ku.edu.tr

Koç Üniversitesi

İçindekiler

UAV-Assisted Landslide Activity Monitoring: Applications and Open Issues İrfan ZİREK, R. Cüneyt ERENOĞLU	1
Çanakkale İli Kışlık Sebze Yetiştiriciliği Yapılan Alanlarda Kök-ur Nematodlarının Yaygınlıklarının Belirlenmesi Ayşenur YILMAZ, Uğur GÖZEL.....	15
Buğday-Fiğ Rotasyonu ve Farklı Toprak İşleme Yöntemlerinin Kök Lezyon Nematodları (<i>Pratylenchus spp.</i>)'nın Popülasyon Gelişimleri Üzerine Etkileri Uğur GÖZEL, Tuncay MANSIZ	24
Sera Şartlarında Süs Bitkileri Üretimine Yönelik Gerçekleştirilen Farklı Tarımsal Uygulamalar Arda AKÇAL Seçkin KAYA, Alper DARDENİZ, Hanife GENÇ, Mevlüt AKÇURA Ünal KIZIL, Murat YILDIRIM, İsmail TAŞ, Okan ERKEN.....	30
The Effect of Designed Drainage Structures on Landslide Areas: UAV Results of the Güzelyalı Landslide Oya ERENOĞLU, R. Cüneyt ERENOĞLU, Emin Uğur ULUGERGERLİ	36
Yalova Çekirdeksiz Üzüm Çeşitlerinde Farklı Çizi Açma ve Bilezik Alma Uygulamalarının Üzüm Verim ve Kalitesine Etkileri Ümit GÖZCÜ, Alper DARDENİZ	49
Yalova Çekirdeksiz Üzüm Çeşitlerinde Farklı Çizi Açma ve Bilezik Alma Uygulamalarının Üzüm Verim ve Kalitesine Etkileri Ümit GÖZCÜ, Alper DARDENİZ	49
Timelike V-Mannheim Curves In Minkowski 3-Space E_1^3 Eray Avcı, Çetin Camcı.....	58



UAV-Assisted Landslide Activity Monitoring: Applications and Open Issues

İrfan ZİREK¹

<https://orcid.org/0000-0003-3593-0710>

R. Cüneyt ERENOĞLU²

<https://orcid.org/0000-0002-8212-8379>

¹ Çanakkale Provincial Disaster and Emergency Directorate - AFAD, Çanakkale, Turkey

² Çanakkale Onsekiz Mart University, Department of Geomatics Engineering, Çanakkale, Turkey

* Corresponding author: ceren@comu.edu.tr

Abstract

In this study, the principles, analyzes and results of landslide monitoring are presented by using aerial photographs obtained with the help of high-resolution cameras integrated with unmanned aerial vehicles. For this purpose, an active landslide near Sarıcaeli Village (Çanakkale, Turkey) was selected as the pilot study area. This landslide has been tried to be modeled using unmanned aerial vehicle photogrammetry and global positioning system. For this purpose, data were collected from the field for three periods: in May 2016, September 2016 and January 2017. These obtained data were evaluated during a series of photogrammetric workflows and final products such as digital surface models, digital terrain models, three-dimensional models and orthomosaics were produced. In addition, these products were processed in the geographic information system and the temporal development of the landslide was analyzed.

Key Words: Landslide, UAV, GPS/GNSS, Photogrammetry, DEM, DTM

İHA Destekli Heyelan Aktivitesi İzleme: Uygulamalar ve Açık Konular

Özet

Bu çalışmada, insansız hava araçlarına entegre olarak kullanılan yüksek çözünürlüklü kameralar yardımıyla elde edilen hava fotoğrafları kullanılarak heyelanların izlenmesine ilişkin esaslar, analizler ve sonuçları sunulmaktadır. Bu amaçla pilot çalışma bölgesi Sarıcaeli Köyü (Çanakkale, Türkiye) yakınındaki aktif heyelan seçilmiştir. Bu heyelan insansız hava aracı fotogrametrisi ve küresel konum belirleme sistemi kullanılarak modellenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla Mayıs 2016, Eylül 2016 ve Ocak 2017’de olmak üzere üç periyot araziden veri toplanmıştır. Elde edilen bu veriler bir dizi fotogrametrik iş akışı yardımıyla değerlendirilerek sayısal yüzey modelleri, sayısal arazi modelleri, üç boyutlu modeller ve ortomozaikler gibi sonuç ürünler üretilmiştir. Ayrıca bu ürünler coğrafi bilgi sisteminde işlenerek heyelanın zamansal gelişimine ilişkin irdelemeler gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Heyelan, İHA, GPS/GNSS, Fotogrametri, SYM, SAM

Introduction

A landslide is the downward movement of material consisting of natural rock, soil, artificial fill or a combination of these in the direction of slope (Cruden and Varnes, 1996). Landslides, alone or together with earthquakes, volcanic eruptions, forest fires and major rainstorms that can trigger landslides, are the leading cause of loss of life, injury and property damage in natural disasters worldwide (WP/WLI, 1993). Landslides that can be seen in all continents, oceans and seas in the world can occur in different sizes, from a small landslide of a few square meters to large submarine landslides of hundreds of square kilometers covering the land and sea floor (Guzzetti, 2005). Landslides are natural events that are seen worldwide and have negative economic effects and sometimes result in loss of life. High slope, unstable ground, groundwater and human effects are some of the factors that cause landslides. With unmanned aerial vehicle (UAV) supported by digital cameras, data can be easily collected in difficult weather and terrain conditions at any time. The fact that data collection is fast and less costly is an important reason for using these tools. UAVs also enable rapid and high spatial resolution mapping of landslides.

In this study, global positioning system/global navigation satellite system (GPS/GNSS) and UAV studies were evaluated in the landslide area that occurred in 2016 and 2017 in the Saricaeli village of Çanakkale. The landslide was observed for a year and the aerial photographs of the landslide area were taken by UAV, with observations made in three different campaigns. Before the aerial photographs were taken, ground control points (GCPs) were established and the coordinates of the GCPs were measured with a geodetic GPS/GNSS receiver. The UAV photographs taken were processed using photogrammetry techniques.

Using the data obtained in different time epochs, the area and volume of the sliding mass, the direction of the landslide can be determined and its development can be followed. In addition, digital elevation model (DEM), digital terrain model (DTM), orthomosaic and three-dimensional models of the landslide area were created with the photogrammetry methods and software used. DTM derivatives such as surface slope and slope orientation were produced from the created DTMs and the global cell relations of the DTMs in GRID format were examined and the slip direction and accumulation area of the landslide were successfully determined.

Landslide Modeling using UAV Photogrammetry Approach

Studies in which the development of landslide areas, are analyzed by photogrammetric methods are becoming widespread. In these studies, using digital terrain models obtained at different times, landslide dynamics such as differences between produced digital terrain models, topographic profiles, volume calculations, three-dimensional displacement vectors are revealed. Complex analyzes such as tracking the development of landslide movement obtained by measuring from digital terrain models and orthophotos obtained at different times can be performed (Fernandez et al., 2015).

Erenoğlu et al. (2014) took aerial photographs of Adatepe Landslide, which was an active landslide in Çanakkale province on November 15, 2013, using low-cost UAVs and digital cameras in their study, in campaigns. By using the plane image correction method from the photographs taken, an orthomosaic with cm-level resolution covering the entire Adatepe Landslide slip area was created. In addition, displaced sections, regional differences on the surface, bumps, ridges, and grooves were modeled by scaling in the digital terrain model produced.

UAV-based photogrammetry has been proposed to be used for monitoring and analyzing active landslides. Peterman (2015) studied the Potosko Planina landslide that occurred near the village of Korosko Bela in the Karavanke Mountains in the west of Northwest Slovenia and presented a practical example of tracking landslides by UAV. As a result of previous geological researches in the region, it was seen that more than 10 cm displacement occurred per year. The data obtained as a result of periodic observations carried out twice a year have been processed and it has been determined that larger movements have occurred.

Niethammer et al. (2012), using UAV photographs of the Super Sauze landslide that occurred in France, a digital terrain model of many regions was produced with the high-resolution orthomosaic of the entire landslide. UAV capability to visualize cracks and displacements in the landslide surface

was evaluated and image processing approaches were evaluated for appropriate georeferencing of data. As a result of the observations made between May 2007 and October 2008 in the landslide, it was observed that horizontal displacements from 7 m to 55 m occurred. In this study, it has been shown that radio-controlled low-cost unmanned aerial vehicles can provide high-resolution remote sensing data in landslides and the proposed UAV-based remote sensing approach has significant potential for the production of high-resolution orthomosaics and DTMs that enable analysis of cracks and surface coverage.

Fernandez et al. (2015) showed that mudflow in La Guardia (Jaen, Southern Spain) was measured by 4 UAV flights between 2012 and 2014. These measurements were also compared with data previously obtained from conventional aerial photogrammetry and light detection and ranging (LIDAR) measurements. DEM, which allows the estimation of the changes in the surface, and orthophotos, in which the horizontal and vertical displacements at the relevant points can be determined, were obtained in each measurement. Between some campaigns, significant displacements were observed in centimeters vertically and meters horizontally.

Rau et al. (2011) mapped the 21.3 km² test area with a fixed-wing unmanned aerial vehicle containing hundreds of landslides triggered by Typhoon Morakot. Air triangulation, orthophoto rendering and mosaicing were applied to the obtained images. An automatic landslide detection algorithm based on object-based image analysis (OBIA) technique is proposed. Color orthophoto and DEM were used. The orthophotos obtained before and after the typhoon were used to estimate the new landslide areas. Experimental results show that the developed algorithm has high accuracy and the feasibility of a fixed-wing UAV for landslide mapping.

In the studies by Farina et al. (2017), different landslides in Tuscany, Umbria and Sicily regions of Italy were investigated using the Saturn multicopter, an instrument developed at the University of Florence. It is aimed to show how fast a sensitive DEM can be produced by using aerial photographs obtained by UAV. As a result of the study, it has been seen that a detailed geomorphological map can be prepared by defining the main geomorphological features of the investigated area by obtaining high resolution point clouds data of the landslide area with UAV technology. It was also concluded that it is possible to measure surface deformations with a vertical accuracy of a few centimeters.

Turner et al. (2015) collected high-resolution images with UAV in 7 epochs for 4 years and used them to determine landslide dynamics. The DEM of the landslide was created with an accuracy of 4-5 cm horizontally and 3-4 cm vertically. Volumetric changes in certain areas of the landslide were measured over time series. The surface movement of the landslide was monitored and measured with the COSI-Corr image correlation algorithm without ground verification. Historical aerial photographs were used to construct the base digital surface model and the total displacement of the landslide was found to be approximately 6630 m³. In this study, a robust and reproducible algorithm is presented that enables UAV mapping and monitoring of landslide dynamics over a relatively long time series.

Eker and Aydın (2016) obtained digital images of the Hollenstein landslide that occurred in the YBBS Region of Lower Austria with UAV flights and used them for photogrammetric measurement. From these images, the orthophoto of the landslide and DEM with 6 cm error were produced with the Structure from Motion (SfM) algorithm. The deformation in the area was determined by comparing the DEM created with the 1 m resolution LIDAR image taken in 2009.

Lindner et al. (2015) used technologies such as geophysical methods (geoelectricity, inclinometer, soil moisture and soil temperature) and GPS/GNSS surveys to monitor and document a landslide. For this purpose, a large soil flow of several million cubic meters was successfully detected by modeling the landslide movement in a small village in Austria triggered by heavy rains in June 2013. Additionally, the UAV was also used for periodic assessment of the landslide process. In total, 9 flights were made by multicopter equipped with a digital single-lens reflex camera (DSLR) providing thousands of images. Based on these images and detailed GPS/GNSS surveys of the landslide area, DEMs with an accuracy of less than ± 10 cm were produced as well as orthophotos. Crack tracing, flow direction and velocity and mass balance data were obtained from these datasets.

Study Area and Geological Setting

The study area is located at the coordinates of $40^{\circ}07'14.48''$ N– $26^{\circ}26'00.94''$ E, approximately 100 m above sea level of the Sarıcaeli Landslide, which occurred in the Sarıcaeli village of Çanakkale Province Central District (Figure 1). The landslide that occurred is a deep seated rotational type landslide and is approximately 1 km away from Sarıcaeli village center and approximately 7 km from Çanakkale city center. Some terrestrial photos visually verify that the width of the landslide is approximately 150 m and its length is approximately 45 m (Figure 2).

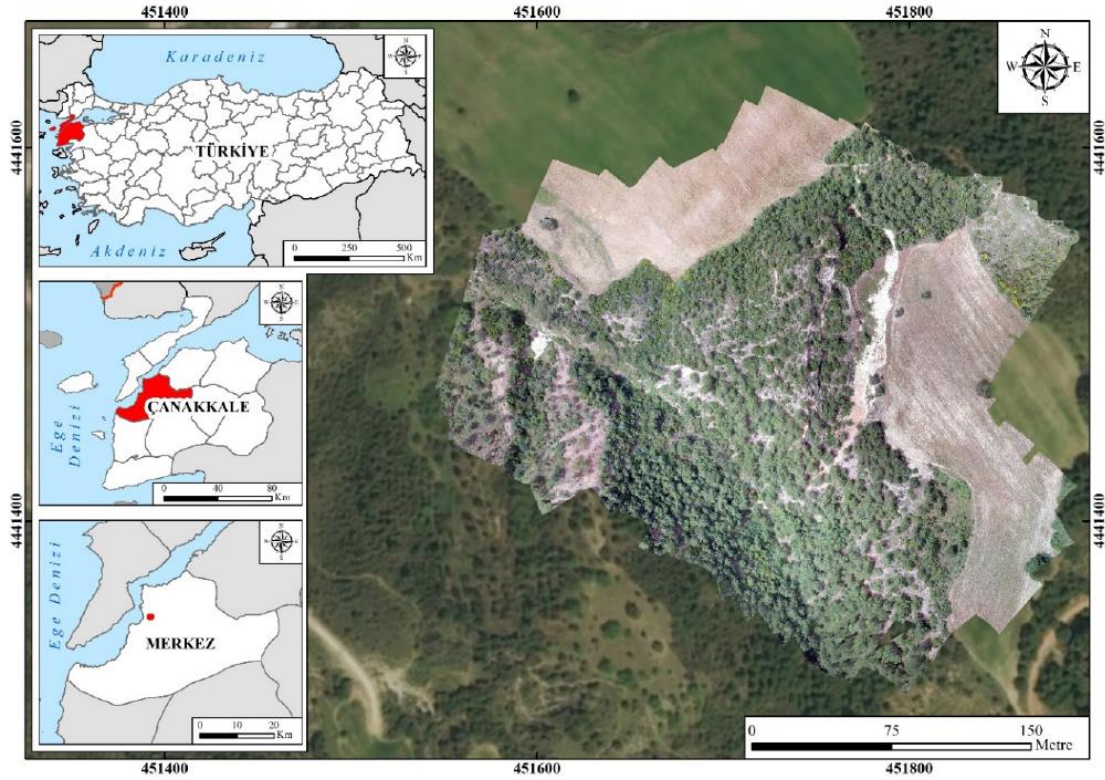


Figure 1. Location map of the study area



Figure 2. Terrestrial photos from the landslide site

Landslides where the surface of the slide is lower than the maximum rooting depth of the trees (more than 10 meters deep). Deep-floor landslides often involve deep regolith, weathered rock, and/or bedrock, and involve large cliff slides associated with translational, rotational, or complex motion. Such landslides, which move at a speed of up to a few meters per year, usually occur in tectonically active areas.

The geology of the study area is dominated by a marine unit consisting of small-coarse-grained sandstone and to a lesser extent pebble-pebbly conglomerate, siltstone and mudstone, which is located on the red colored conglomerate, sandstone and mudstone (Figure 3). The components of the sandstones are quartz and mica grains. The conglomerates, on the other hand, have well-developed planar parallel layers. All these sediments were affected by storm and tidal processes as well as the normal wave and current processes prevailing in the environment during deposition, and the sediments were processed depending on these processes (Ilgar et al., 2008).

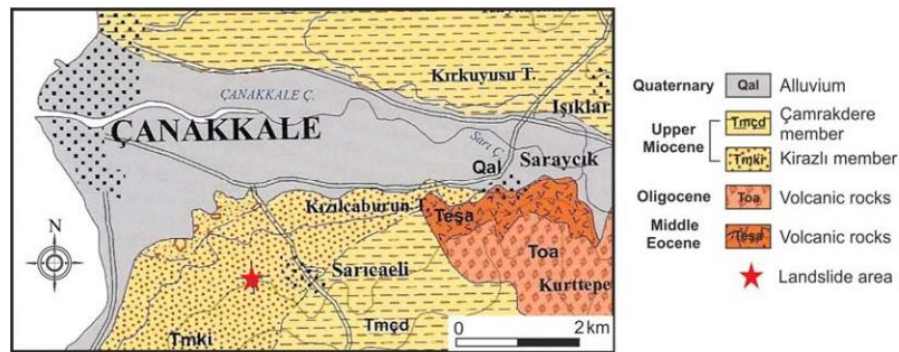


Figure 3. The geological map of study area

Material and Method

In the data collection stage, one DJI Inspire 1 brand UAV with four motors and one DJI Zenmuse X3 digital camera integrated into the UAV, a GPS/GNSS receiver and five GCPs were used. Field studies in the landslide area were repeated in three different epochs on 30 May 2016, 6 September 2016 and 27 January 2017. The data collection step is the same for all epochs. Therefore, in this section, only the GCP facility, coordinate measurement and image acquisition processes on May 30, 2016 will be explained.

The GCPs to be used in the image processing phase were installed at the upper limit of the landslide (Figure 4, left). The GCPs and their locations were chosen so that they can be easily seen on the images taken by the UAV (Figure 4, right). The coordinates of the installed GCPs were measured in millimeters with the GPS/GNSS receiver. YCPs are used in georeferencing and datum transformations of DEMs and orthomosaics to be produced. The coordinates of the GCPs were measured in the Universal Transverse Mercator 3° (UTM) Projection System, Datum of the International Terrestrial Reference Frame 1996 (ITRF96). The slice number is 27.

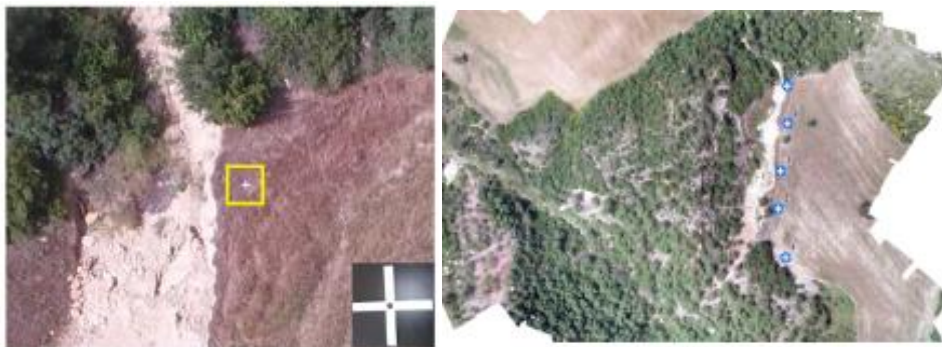


Figure 4. Ground control point and locations of ground control points used in the study (30 May 2016)

UAV-based UA studies have been carried out for many years. For UAV photogrammetry, the first fixed-wing, remotely controllable aircraft were produced in the late 1970s. A quarter century later, unmanned helicopters were developed to produce high resolution DEMs. Today, many other UAV systems are also used (Niethammer et al., 2010).

UAVs are very useful due to their low cost compared to satellite images, when images cannot be obtained from satellites due to weather conditions and data can be obtained at any time. Orthophoto and DEM of the desired area can be produced in a short time.

Determining the area where the image will be taken and preparing the flight plan is sufficient for the use of UAVs for photogrammetric purposes. The easy use of UAVs, their light weight, their ability to be used in adverse weather conditions, and the ability to obtain fast data compared to satellite systems have made the use of these vehicles widespread in land surveying and orthophoto production. Orthophotos, three-dimensional models, digital terrain and elevation models, point clouds can be easily produced with photogrammetric approaches from the data obtained with UAVs (Türk, 2013). One of the biggest advantages of UAV-based UA applications is that it provides the opportunity to collect information about hazardous areas such as landslides and rockfall areas where direct measurements cannot be made (Niethammer et al., 2010).

Monitoring and analysis of active landslides includes both spatial and temporal measurements. In addition, landslide conditions (changes in surface topography, including the rate and extent of displacements) need to be evaluated continuously. Displacements are of great importance and are obtained by comparing DEMs and orthophotos created on different dates. These measurements can be made manually or automatically. UAV-based orthophotos allow large-scale analysis of landslide material and crack structures. Fracture structures can be clearly identified and associated with the fracture process in the landslide material. In addition, high resolution textural information in UAV-derived orthophotos also allows the analysis of soil moisture on the landslide surface. DEM derivatives such as slope, aspect, curvature of the landslide area and landslide accumulation area data can also be produced using UAV-based DEMs (Niethammer et al., 2010).

Data Processing and Results

After the data collection process was completed, the data processing phase was started. At this stage, point cloud, DEM, SAM and orthomosaic were produced with Structure from Motion (SfM) Algorithm using Agisoft PhotoScan Professional Edition Version 1.2.4 software. After aligning the photographs with the software, sparse and dense point clouds, 3D polygonal model, DEM, SAM and orthomosaics were produced, respectively. The operations have been completed according to the general workflow and explanations in the Agisoft PhotoScan User's Guide (Figure 5). These processes are described in turn below. The data processing step is the same for all epochs. Therefore, in this section, only the studies based on aerial photographs obtained on 30 May 2016 will be explained.

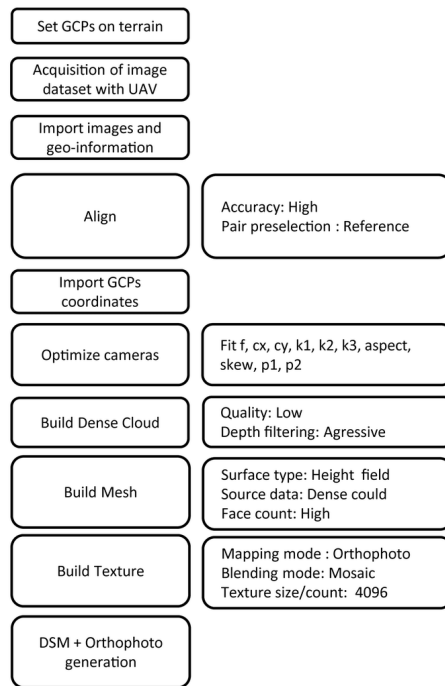


Figure 5. Schematic diagram of the digital (digital) photogrammetry environment (Schenk, 2005)

The SfM process begins with the acquisition of relevant object photographs from multiple positions and/or angles with sufficient overlay (eg 80-90%) (Figure 6). Characteristic image objects can be automatically detected, identified and matched between photos. Beam compensation is then applied on the matching features. Thus, the 3D positions of the details, camera rotations and XYZ positions in the photos are determined. As a result, a sparse point cloud is produced. The condensation technique can be used to produce very dense 3D models with multi-image stereopsis (MVS) or depth mapping techniques. The use of GCPs and/or the inclusion of camera locations allows the 3D model to be located in a real-world coordinate system. Finally, the model can be exported as a grid-based DEM and orthomosaics can be produced based on the photographs taken (Lucieer et al., 2014).

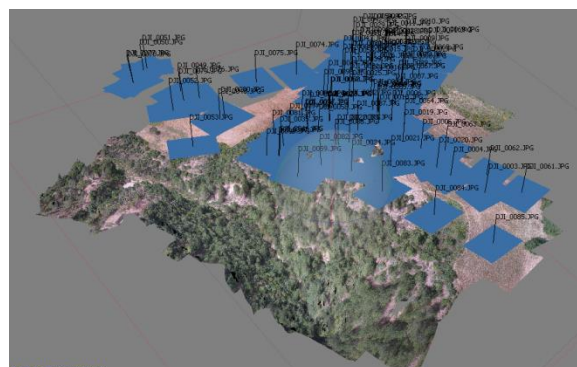


Figure 6. The position of the aerial images

DEMs are models in which the earth's surface is shown numerically, natural objects such as vegetation, man-made objects such as buildings and other objects rising above the bare earth, together with the location information of the surface. DEM can be generated from sparse point cloud, mesh (3D polygonal model) and dense point cloud with PhotoScan software. However, the most accurate result is the data produced from the dense point cloud (PhotoScan UM, 2018). With the "Build DEM" command under the "Workflow" menu, the SYM with a resolution of approximately 6 cm was produced in GRID

format. Dense point cloud was used as surface data and DEM was generated in World Geodetic System 1984 (WGS84) datum (Figure 7, left).

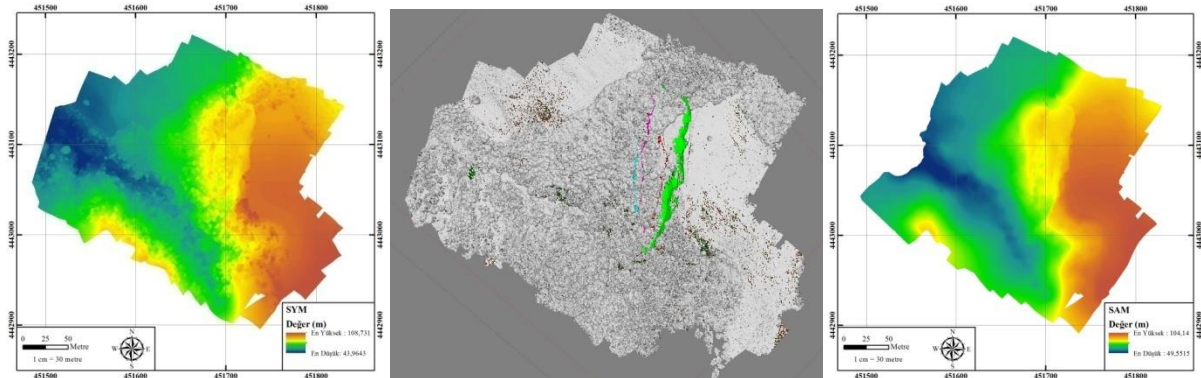


Figure 7. Digital surface model, classification of ground points and digital terrain model (30 May 2016)

DTM can be defined as a three-dimensional representation of the land surface consisting of X, Y, Z coordinates held in numerical format. It includes not only heights, but also other geographical elements and natural details such as rivers and ridge lines. The DEM produced in the previous step will show the current status of the landslide area and its surroundings, and the vegetation on this area will also be represented on this data. Since data such as slope, aspect, landslide flow direction to be produced using this model will not provide accurate information about the area, DTM was produced by classifying the points belonging to the ground and analyzes were carried out using this model (Figure 7, middle).

In order to create the DTM to be used in the analysis, first of all, it is necessary to determine the ground points by classifying the dense point cloud. For this, ground points were determined by automatically classifying the dense point cloud. As a result, the points of vegetation on the land were removed. After the classification process was completed, the classified dense point cloud was used as the surface data, similar to the DEM generation, and the DTM was generated in the WGS84 datum. As a result, a digital terrain model was produced in GRID format. The resolution of the digital terrain model created is approximately 6 cm. (Figure 7, right).

Discussion and Conclusion

The produced DTM and orthomosaics were opened using ArcMap software included in the ArcGIS Desktop 10.5 package, which is a GIS software. Before starting the analysis, artificial gaps on the SAMs were removed with the "fill sink" function. The resolution of the DTMs was then resampled. The global cell relationships were examined and the slip direction and accumulation area of the landslide were determined by using the gap-filling function and resampled DTM in GRID format. In addition, slope and slope orientation data of the landslide area and its surroundings, which are derivatives of DTM, were also produced in GRID format. In order to make comparisons between DTM and orthomosaics based on the data collected and produced in different epochs, a grid mesh of the same width and cell size as the DTM was created. The data analysis step is the same for all epochs. Therefore, in this section, only the analyzes made on the data produced on the basis of aerial photographs obtained on 30 May 2016 will be explained.

In order to eliminate the gap errors on the SAM in GRID format, the "fill sinks" function has been applied on the data. If a cell has less height than the other 8 cells around it, as shown in Figure 8, first two sub-figures, surface flow will not be achieved. For this reason, these gaps should be filled by rearranging the height values.

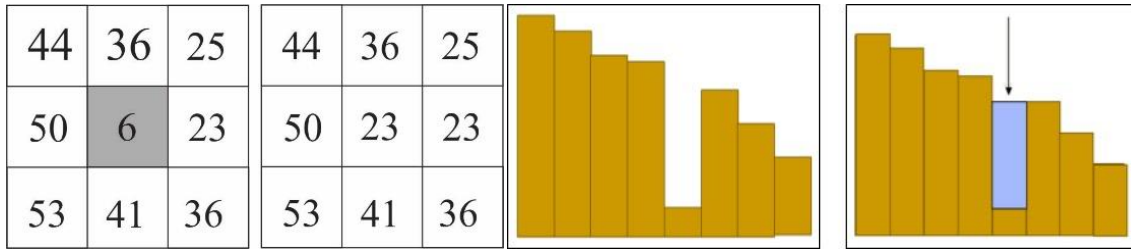


Figure 8. Fill in the gaps (Güreşçi, 2012)

These defects on the DTM opened with Arcmap software have been fixed with Spatial Analyst Tools > Hydrology > Fill function in the Arctoolbox toolbox, which includes many data management, transformation and analysis geoprocessing functions (Figure 8, second two sub-figures).

The resolution of DTM, which was approximately 6 cm before starting the analysis, was rearranged to 50 cm by resampling. It was observed that the analyzes made without this correction did not yield healthy results. It was resampled with the Data Management Tools > Raster > Raster Processing > Resample function in the Arctoolbox toolbox.

The flow direction of the landslide was determined by applying the "flow direction" function to the gap-corrected DTM data. In this function, the height of the cell is compared with the 8 cells around it. The flow will be towards the cell with a height lower than its height value (Figure 9).

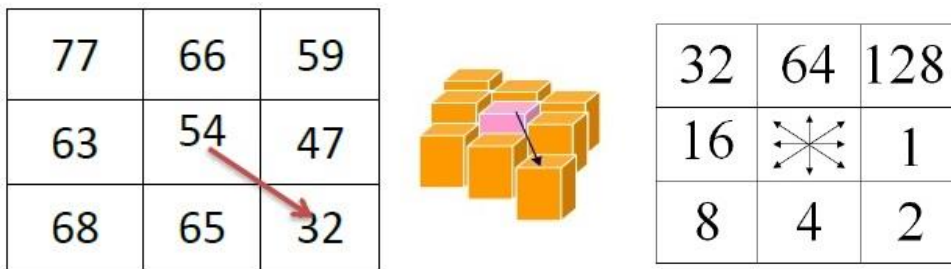


Figure 9. Flow directions (Güreşçi, 2012)

Flow direction data was produced with the Spatial Analyst Tools > Hydrology > Flow Direction function in the Arctoolbox toolbox. The flow direction is expressed in the digital environment with the "8-way flow model". Flow directions are represented by the numerical values shown in Figure 10, left.

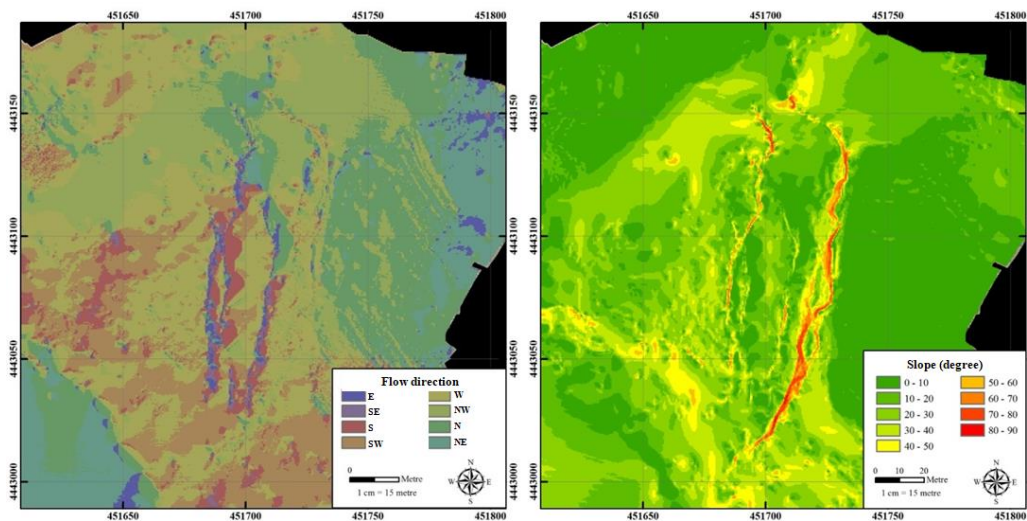


Figure 10. Landslide flow direction and slope map (30 May 2016)

The slope is the rate of change in the maximum z-value from each cell. Slope can be expressed as percent slope or degree slope (Chang, 2007). Slope in percent is the percentage expression of the ratio of the vertical distance to the horizontal distance. The slope in degrees is the tangent of the ratio of the vertical distance to the horizontal distance (Küpçü, 2015). The slope data (slope), which is a DTM derivative, was produced in GRID format and in degrees with the Spatial Analyst Tools >Surface>Slope function in the Arctoolbox toolbox. SAM was used as input data. The pixel size, number of columns and rows of the generated data are the same as the SAM data. The resolution of the slope data produced in GRID format of the landslide area and its surroundings is 50 cm, just like the DTM data (Figure 10, right).

Aspect is a measure of the direction of the slope. Aspect starts at 0 degrees in the north, moves clockwise and ends at 360 degrees in the north (Chang, 2007). It corresponds to 90 degrees east, 180 degrees south, and 270 degrees west. Flat areas are expressed with the value of -1 (Küpçü, 2015). Aspect, a SAM derivative, was produced in GRID format with the Spatial Analyst Tools>Surface>Aspect function in the Arctoolbox toolbox. DTM was used as input data. The pixel size, number of columns and rows of the generated data are the same as the DTM data. The resolution of the slope orientation data produced in GRID format of the landslide area and its surroundings is 50 cm like the DTM data (Figure 11, left).

Hillshades are shadows drawn on the map to simulate the effect of sun rays on the terrain. It is the hypothetical illumination of a surface for a certain azimuth and altitude relative to the sun (Wade, 2006). The relief data of the landslide area and its surroundings were produced in GRID format with Spatial Analyst Tools >Surface >Hillshade function (Figure 11, right).

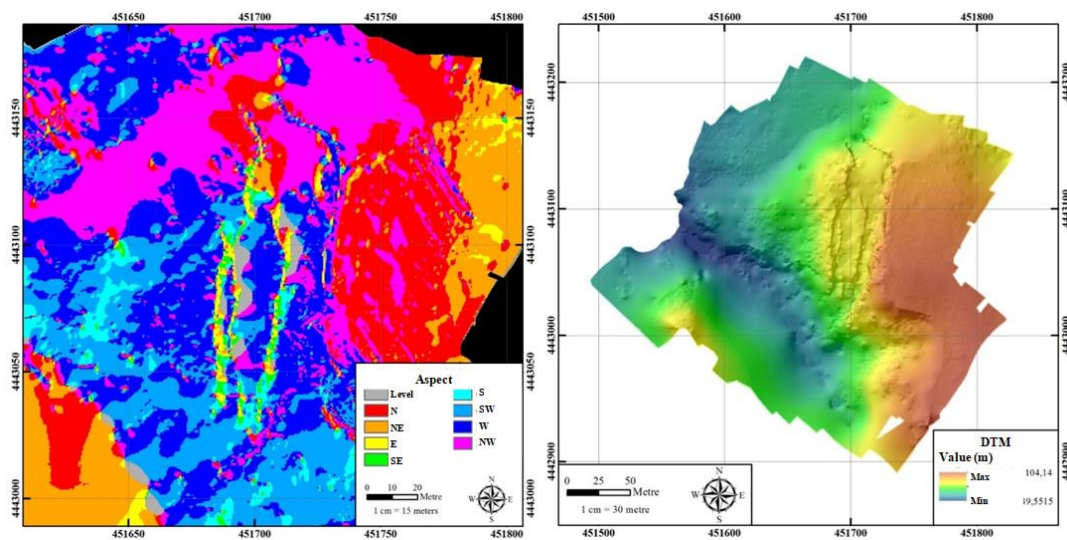


Figure 11. Aspect map and DTM with hillshade map

One of the main purposes of this study is to analyze and interpret the development of landslides using UAV photogrammetry. Based on the generated grid network, the frames where the changes on the landslide (natural objects, etc.) can be followed and examined were created as shown in Figure 12. It is clear that the ruptures from the upper boundary of the landslide increased, one of the bushes in the frame in the orthomosaic obtained in the 1st epoch was not included in the orthomosaic obtained in the 3rd epoch as a result of the progression of the landslide.

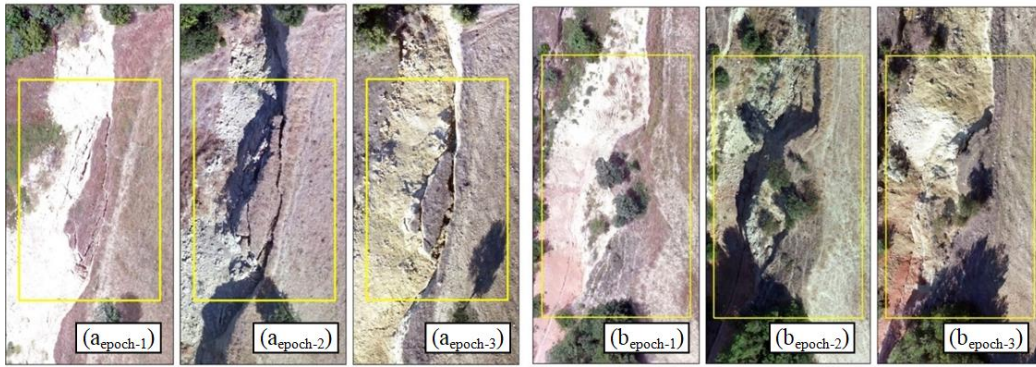


Figure 12. Landslide development (Aerial view of locations a and b at the 1st, 2nd and 3rd epochs)

Meteorological data obtained from Çanakkale Meteorology Directorate shows the amount of precipitation between May 2016 and January 2017 (Table 1). The amount of precipitation is particularly high in the period between November 2016 and January 2017.

Table 1. Monthly precipitation (kg/m²) in 2016 and 2017

Month	Precipitation in 2016 (kg/m ²)	Precipitation in 2017 (kg/m ²)
January	110.2	174.3
February	88.4	56.8
March	53.6	22.1
April	15.0	14.9
May	26.8	20.9
June	39.9	36.8
July	-	17.2
August	-	-
September	1.8	-
October	8.6	-
November	209.0	-
December	28.6	-

The volumetric changes in the amount of soil in the area of the landslide among the measurement epochs performed using UAV photogrammetry are given in Table 2.

Table 2. Volumetric change (m³)

Epoch #	Volume (m ³)	Difference between 1 st and 2 nd Epochs (m ³)	Difference between 2 nd and 3 rd Epochs (m ³)
1	169918,843	2740,585	3904,147
2	172659,428		
3	176563,575		

The elevation changes between consecutive epochs were determined by differentiating the DTMs obtained in 3 epochs of the landslide area. Depending on the progress of the landslide, changes related to the amount of material displaced occurred (Figure 13).

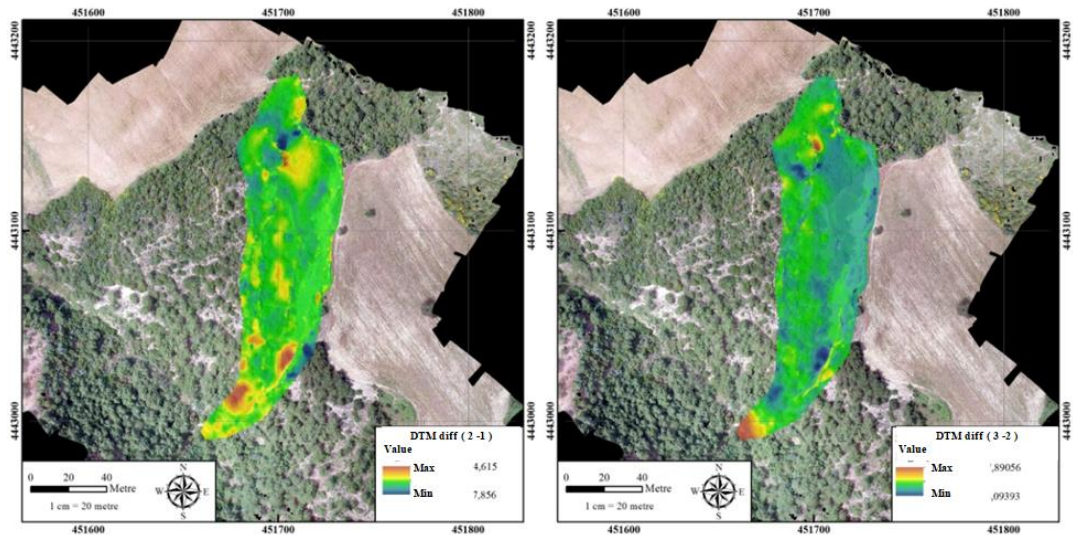


Figure 13. DTM difference (epoch 2 – epoch 1) and DTM difference (epoch 3 – epoch 2)

The soil in the study area is wet, the structure of the rocks consisting of conglomerate-sandstone-mudstone alternation observed in the area, and that the structure of the ground and surface water permeable and impermeable units, together with the high slope factor, creates a suitable environment for landslide development. From the detailed analysis of orthomosaics, it has been determined that the landslide grows continuously depending on the structural and environmental factors in the landslide area. It is thought that following the landslide development with economical and fast methods such as unmanned aerial vehicles will make a difference especially in disaster management. This method is also very effective in tracking landslides in areas that may create danger or where there is no access. In particular, possible loss of life and economic losses will be prevented by observing and monitoring the landslide areas in or near the settlements. When necessary, the settlement area will be evacuated, and the risk of loss of life in these areas will be prevented. The widespread use of this method in all “Provincial Disaster and Emergency Directorates”, making predictions about the direction of disasters such as landslides in the future, identifying possible eligible disaster victims, new settlement areas, housing, public facilities, infrastructure projects, social facilities, etc. will be effective in choosing the areas where the structures will be built. The data to be obtained with this study can be used as base data within the scope of the projects for the preparation of hazard and risk maps using geographic information systems.

Acknowledgement

The authors like to thank editor and the anonymous reviewers for their constructive comments and suggestions.

Conflicts of Interest

The authors declare no conflict of interest.

References

- Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, 2015. Bütünleşik Tehlike Haritalarının Hazırlanması Heyelan-Kaya Düşmesi Temel Kılavuz.
- Agisoft PhotoScan User Manual: Professional Edition, Version 1.2
- Aydın Ö., 2007. GPS Tekniği Ders Notları, Yıldız Teknik Üniversitesi
- Bakker W. H., 2009. Principle of Remote Sensing, The International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation, Holland
- Chang K., 2007. Introduction to Geographic Information Systems, Mcgraw Higher Ed, 4. Edition, p. 1-6
- Cruden D.M., Varnes D.J., 1996. Landslide Types and Processes, Special Report , Tansportation Research Board, National Academy of Sciences, 247:36-75
- Duran Z., 2003, Tarihi Eserlerin Fotogrametrik Olarak Belgelenmesi ve Coğrafi Bilgi Sistemine Aktarılması, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Türkiye
- Egels Y., Kasser M., 2002. Digital Photogrammetry, Taylor and Francis, USA and Canada
- Eisenbeiss H., 2009. UAV Photogrammetry, ETH Zurich for the Degree of Doctor of Science
- Eker E., Aydın A., 2016. İnsansız Hava Aracı (İHA) Sistemleriyle Heyelan hakkında Topoğrafik Veri Alımı: Hollenstein (Aşağı Avusturya – YBBS Bölgesi) Heyelan Alanı Örneği, 1st International Mediterranean Science and Engineering Congress (IMSEC 2016), October 26-28, 2016, Adana, Turkey, Pages:5082-5088, Paper ID: 1484
- Erenoğlu R. C., Akçay O., Erenoğlu O., Uluocak E. Ş., Karaca Z., 2014. UAV Based Monitoring of Adatepe Landslide, Çanakkale, NW Turkey, FIG Congress 2014, Engaging the Challenges - Enhancing the Relevance, Kuala Lumpur, Malaysia 16 – 21 June 2014
- Farina P., Rossi G., Tanteri L., Salvatici T., Gigli G., Moretti S., Casagli N., 2017 The Use of Multi-copter Drones for Landslide Investigations, 3. North American Symposium on Landslide, June 4-8 2017, Raoneke, Virginia, USA
- Fernandez T., Perez J. L., Cardenal F. J., Lopez A., Gomez J.M., Colomo C., Delgado J., Sanchez M., 2015. Use Of A Light UAV And Photogrammetric Techniques To Study The Evolution Of A Landslide, Jaen (Southern Spain), The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-3/W3,2015, 241-248
- Gonzales F. C., Woods R. E., 2008. Digital Image Processing, Pearson Prentice Halls, ABD
- Guzzetti F., 2005. Landslide Hazard and Risk Assesment, Doctoral Thesis, Bonn, Germany
- Güreşçi N. G., Seyrek K., Sargın A. H., 2012. Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Hidroloji Uygulamaları. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Teknoloji Dairesi Başkanlığı
- İlgar A., Demirci S. E., Duru M., Pehlivan Ş., Dönmez M., Akçay A.E., 2008, 1:100000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları No:100, Jeoloji etütleri Dairesi, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara
- Kavak K.Ş., 1998. Uzaktan Algılamanın Temel Kavramları ve Jeolojideki Uygulama Alanları, Jeoloji Mühendisliği, Sayı 52, s. 63
- Kılınçoğlu D.B., 2016. Farklı İnsansız Hava Araçları İle Elde Edilen Görüntülerin Otomatik Fotogrametrik Yöntemlerle Değerlendirilmesi ve Doğruluk Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Türkiye
- Küpçü S., 2015. Coğrafi Bilgi sistemleri Uygulamaları, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir
- Lindner G., Schraml K., Mansberger R., Hübl J., 2015. UAV Monitoring and Documentation of a Large Landslide, Applied Geomatics, Springer
- Lyra A., Ploussi A., Georgantzoglou A., MATLAB as a Tool in Nuclear Medicine Image Processing, 2011, Publisher: InTech
- Lucieer A., De Jong S. M., Turner D. Mapping Landslide Displacements Using Structure from Motion (SfM) and Image Correlation of Multi-Temporal UAV Photogrammetry, Progress in Physical Geography 2014, Vol. 38 (1) Pages 97-116

- Niethammer U., James M. R., Rothmund S., Travelletti J., Joswig M., 2010. UAV-Based Remote Sensing of Landslides, International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXVIII, Part 5 Commission V Symposium, Newcastle upon Tyne, UK
- Niethammer U., James M. R., Rothmund S., Travelletti J., Joswig M., 2012. UAV-based Remote Sensing of the Super-Sauze Landslide: Evaluation and Results, Engineering Geology Volume 128, 9 March 2012, Pages 2-11
- Peterman V., 2015. Landslide Activity Monitoring With the Help Of The Unmanned Aerial Vehicle, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-1/W4,2015, 215-218
- Rau J. Y., Jhan J. P., Lo C. F., Lin Y. S., 2011. Landslide Mapping Using Imagery Acquired by a Fixed-Wing UAV, International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XXXVIII-1/C22, 2011, ISPRS Zurich 2011 Workshop, 14-16 September 2011, Zurich, Switzerland
- Richard Liew J.Y., Chen W.F., 2003. The Civil Engineering Handbook, Second Edition, CRC Press
- Schenk T., 2005. Introduction to Photogrammetry, Autumn Quarter 2005
- Toprak A.S., 2014. Fotogrametrik Tekniklerin İnsansız Hava Araçları İle Mühendislik Projelerinde Kullanılabilirliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Konya Selçuk Üniversitesi, Türkiye
- Turner D., Lucieer A., and Steven M. J., 2015. Time Series Analysis of Landslide Dynamics Using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV), Remote Sens. 2015, 7, 1736-1757; doi:10.3390/rs70201736
- WP/WLI, (UNESCO Working Party for World Landslide Inventory), 1993. Multilingual Landslide Glossary
- Wade T., Sommer S., 2006. A to Z GIS, ESRI Press, California, USA.
- Xu G., 2007. GPS Theory, Algorithms and Applications, Second Edition, Springer, Germany
- Yaşayan A., Uysal M., Varlık A., Avdan U., 2011. Fotogrametri, Anadolu Üniversitesi
- Zhang L., 2015. Automatic Digital Surface Model (DSM) Generation from Linear Array Images, Doctoral Thesis, Swiss Federal Institute of Technology Zurich, Zurich, Switzerland



Çanakkale İli Kışlık Sebze Yetiştiriciliği Yapılan Alanlarda Kök-ur Nematodlarının Yaygınlıklarının Belirlenmesi

Ayşenur YILMAZ¹

<https://orcid.org/0000-0002-3873-6537>

Uğur GÖZEL^{2*}

<https://orcid.org/0000-0003-1363-1189>

¹Ç.O.M.Ü., Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 17100, Çanakkale, Türkiye

²Ç.O.M.Ü., Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 17100, Çanakkale, Türkiye.

*Sorumlu yazar: ugozel@comu.edu.tr

Özet

Sebzeler tarımsal üretimde ve insan beslenmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Ülkemizde yazlık ve kışlık olarak 50 kadar sebze türü yetiştirilmekte ve bu sebzelerin %54'ünün kışlık olarak üretimi yapılmaktadır. Tüm tarımsal ürünler gibi kışlık sebzelerde de verim ve kaliteyi etkileyen hastalık ve zararlılar bulunmaktadır. Bunlardan en önemlileri arasında Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) yer almaktadır. Kışlık sebzelerde zararlı Kök-ur nematodları ile ilgili yapılmış az çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmada Çanakkale ili kışlık sebze yetiştiriciliği yapılan alanlarda zararlı Kök-ur nematodu türlerinin yayılışları ve popülasyon yoğunlukları belirlenmiştir. Bu amaçla, Çanakkale ili kışlık sebze yetiştirilen alanlara periyodik olmayan arazi çıkışları yapılarak Kök-ur nematodlarının yaygınlık ve yoğunlukları belirlenmiştir. Çanakkale ili ve ilçelerinden toplamda 158 adet bitki ve toprak örneği toplanmış ve 26'sı Kök-ur nematodu bulaşık olduğu saptanmıştır. Çanakkale ilinde kışlık sebze yetiştirilen alanların %16,46'sının Kök-ur nematodu ile bulaşık olduğu tespit edilmiştir. En fazla bulaşıklık %30,8 ile Çan ilçesinde gözlenirken, en az bulaşıklık %5 ile Biga ilçesinde gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kök-ur nematodları, Kışlık Sebzeler, Çanakkale.

Determination of the Prevalence of Root-knot Nematodes in the Winter Vegetable Growing Areas in Çanakkale Province

Abstract

Vegetables have an important place in agricultural production and human nutrition. In our country, about 50 species of vegetables are grown in summer and winter and 54% of these vegetables are produced in winter. Like all agricultural products, there are diseases and pests that affect the yield and quality of winter vegetables. Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) are among the most important of these. There are few done studies on harmful root-knot nematodes in winter vegetables. In this study, the distribution and population densities of harmful Root-knot nematode species were determined in the winter vegetable growing areas of Çanakkale. For this purpose, the prevalence and densities of root-knot nematodes were determined by making non-periodic field surveys to winter vegetable growing areas in Çanakkale. A total of 158 plant and soil samples were collected from Çanakkale province and its districts, and 26 of them were determined as contaminated. It has been determined that 16.46% of the areas where winter vegetables are grown in Çanakkale are infested with root knot nematode. The highest of infestation was observed in Çan district with 30,8%, while the least infestation was observed in Biga district with 5%.

Keywords: Root-knot Nematodes, Winter Vegetables, Çanakkale

Giriş

Ülkemizde yetiştirilen sebze türlerinin %54'ü kışlık sebze türleridir (Anonim, 2020). Türkiye'de sebze üretiminde ilk sırada yer alan bölgelerden biri Marmara Bölgesi'dir. Bu bölge arazi varlığı, hayvancılık faaliyetleri ve su ürünleri potansiyeli ile ülkemizde önemli bir yere sahiptir. Bölgede sebze üretimi il düzeyinde incelendiğinde 2019 yılında Çanakkale'de 222.700 da alanda 1.100.000 ton olup, 2020 yılında ise 213.400 da alanda 977.600 tondur. Çanakkale ilinde 9 bin dekar alanda kışlık sebze yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bu alanlardan 24.683 ton kışlık sebze elde edilmektedir (Tüik, 2019; Tüik, 2020).

Toplam sebze üretiminde önemli bir yeri olan bazı kışlık sebzeler Apiaceae, Brassicaceae, Asteraceae, Amaranthaceae ve Alliaceae gibi önemli familyalarda yer almaktadır. Bu familyalarda yer alan sebzelerden bazıları; ıspanak (*Spinacia oleracea* L.), taze soğan (*Allium cepa* L.), lahanası (*Brassica oleracea* L.), havuç (*Daucus carota* L.), marul (*Lactuca sativa* L.), turp (*Raphanus sativus* L.), pırasa (*Allium ampeloprasum* L.), maydanoz (*Petroselinum crispum* (Mill.) Nym.), roka (*Eruca vesicaria* (Mill.)), kırmızı pancar (*Beta vulgaris* var. *Condivita* Alef) ve dereotu (*Anethum graveolens* L.)'dur. İnsan beslenmesinde ve tarımsal üretimde önemli bir yere sahip olan sebzeler, birçok zararlının olumsuz etkisine maruz kalmakta, ekonomik olarak verim kayıplarına uğramaktadır. Örneğin maydanoz, dereotu, roka, tere yaprakları yenilen bir bitki olduğundan, zararlının oluşturduğu belirtiler (yapraklarda sararma, solma, bodurlaşma) üreticiler açısından önemli bir sorun oluşturmaktadır. Aynı şekilde havuç, şalgam, pancar gibi sebzelerin yumruları tüketildiğinden dolayı köklerde oluşacak herhangi bir zarar verim ve kaliteyi olumsuz etkileyeceği için üreticiler tarafından istenmeyen bir durumdur. Kışlık sebzelerin dünyada ve ülkemizde konukçusu olduğu ve önemli verim kayıplarına neden olan birçok zararlısı bulunmaktadır.

Kışlık sebzeler üzerinde diğer zararlıların yaygınlık ve zarar düzeyleri hakkında araştırmalar yapılmış olsa da Kök-ur nematodlarının (*Meloidogyne* spp. Goeldi, 1892 (Tylenchida: Meloidogynidae) kışlık sebzeler üzerindeki zarar boyutu tam olarak bilinmemektedir. Bitki paraziti nematod (BPN) türlerinin en önemlileri arasında, oluşturdukları zararlar, dünyada ekili tarım arazilerinin çoğunda bulunması ve geniş bir konukçu yelpazesine sahip olmaları nedeni ile *Meloidogyne* cinsini oluşturan Kök-ur nematodları gelmektedir (Sasser, 1977; Trudgill ve Blok, 2001). Dünyada tarım alanlarının %52'sinin Kök-ur nematodları ile bulaşık olduğu belirlenmiştir (Taylor, 1987). Bu nematodlar türe de adını veren köklerde oluşturdukları tipik urlanmalar ile diğer bitki paraziti nematodlardan ayrılmaktadırlar. Kök-ur nematodları dünyadaki yaygınlıkları, mücadelesindeki zorluklar ve ayrıca bitkilerde meydana getirdikleri ekonomik zarar seviyesi açısından bitki paraziti nematodlar içerisinde ilk sırada yer almaktadırlar (Karszen ve Moens, 2006; Jones ve ark., 2013).

Dünyada bugüne kadar 100'ün üzerinde *Meloidogyne* türü belirlenmiştir (Trinh ve ark., 2019). Türkiye'de farklı bitki türlerinde yapılan tür teşhisi çalışmalarında ise 10 farklı Kök-ur nematodu türü (*M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. chitwoodi*, *M. artiellia*, *M. acrita*, *M. luci*, *M. exiqa* ve *M. thamesi*) (Kepenekçi ve ark., 2002; Devran ve Söğüt, 2009; Özarslandan ve Elekçioğlu, 2010; Aydınli ve ark., 2013; İmren ve ark., 2014; Aydınli, 2018; Ataş, 2021) tespit edilmiştir. Bütün tarımsal ürünlerde olduğu gibi kışlık sebze üretiminde de birim alandan verimi artırmak amacı ile hastalık, zararlı ve yabancı otlarla mücadele etmek gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı Çanakkale ili kışlık sebze yetiştiriciliği yapılan alanlarda Kök-ur nematodu türlerinin yaygınlıklarının belirlenmesidir. Yapılan bu çalışma Çanakkale ili için bir ilk niteliğindedir.

Materyal ve Yöntem

Çalışmanın ana materyalini Çanakkale ili ve ilçeleri kışlık sebze ekim alanlarından alınan 158 adet kök ve toprak örnekleri ile bu örneklerden elde edilen *Meloidogyne* spp.'ye ait dişi ve ikinci dönem larvalar oluşturmaktadır.

Çanakkale İli Kışlık Sebze Yetiştiriciliği Yapılan Alanlarda Kök-ur Nematodlarının Yaygınlıklarının Belirlenmesi

Doğa Çalışmaları

Çanakkale ili ve ilçelerinde 2021-2022 yıllarında kış aylarında kışlık sebze yetiştirilen alanlara periyodik olmayan arazi çıkışları yapılmıştır. Bu alanlarda bulunan bitkiler incelenerek, belirti gösteren bitkiler (bodurluk, sararma, solma ve köklerde urlanma) ve toprakları ayrı ayrı polietilen poşetlere konularak ve etiket bilgileri (örnekleme tarihi, alındığı bölge, GPS koordinat bilgileri ve bitki çeşidi) eklenerek buz kutuları içerisinde Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Nematoloji Laboratuvarı'na getirilmiştir. Toplamda 158 adet bitki ve toprak örneği alınmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Çanakkale İli'nde örnekleme yapıldığı lokasyonlar, alınan bitki ve toprak örnekleri

No	İlçe	Köy/Belde	Örnek Sayısı
1	Merkez	Kurşunlu, Kepez, Halileli, Sarıcaeli, Saraycık	68
2	Ezine	Pınarbaşı, Merkez, Akçaeli, Uluköy	24
3	Ayvacık	Tuzla, Babadere, Kösedere	22
4	Biga	Gümüşçay, Kozçeşme, Akköprü, Yeniçiftlik	20
5	Çan	Karakoca, Çal, Çınarcık	13
6	Lapseki	Kangırlı, Merkez, Çardak, Umurbey	11
Toplam			158

Laboratuvar Çalışmaları

Köklerde Bulunan Nematodların İncelenmesi

Laboratuvara getirilen köklerde Kök-ur nematodlarının bulunup bulunmadığını tespit etmek için toprak yıkama odasında kökler, zarar gelmeyecek şekilde daldırma yöntemi ile yıkanmıştır. Sonra asit fuksin çözeltisi (10 ml %1'lik asit-fuksin, 17,5 ml laktik asit, 12,6 ml gliserin, 12,4 ml saf su) içerisinde boyanmıştır (Moltmann, 1988). Bu yöntemde prensip olarak, nematodların boya maddesini bünyesine alıp koyu kırmızı renk almalarından yararlanılmıştır. Daha sonra kılcal kökler iki lam arasında yerleştirilerek ve ışık mikroskobunda nematodlar incelenmiştir.

Bitkilerden Kök-ur Nematodları Yumurta Paketi ve Dişisinin Elde Edilmesi

Yıkanan kökler stereobinoküler mikroskop altında incelenmiş ve Kök-ur nematodları ile bulaşık olup olmadığı belirlenmiştir. Kök-ur nematodlarının dişi bireyleri ve yumurta paketi tespit edilen bitkiler bulaşık olarak kayıt altına alınmıştır. Kayıt altına alınan bulaşık her bitkiye ait kılcal köklerdeki urlardan, dişi bireylerin bırakmış oldukları yumurta paketleri ve dişi bireyler binoküler mikroskop altında pens ve bistüri ile toplanmıştır.

Toprak Örneklerinden Kök-ur Nematodlarının Elde Edilmesi

Nematodların topraktaki yoğunluğunun belirlenmesi için birden fazla ekstraksiyon (özütleme) yöntemi vardır. Nematodları toprak örneklerinden elde etmek için Geliştirilmiş Baermann Huni yöntemi (Hooper, 1986) kullanılmıştır. Bu yöntemin kullanılma amacı, topraktaki nematodların hareketliliğinden yararlanarak nematodların toprak ortamından su ortamına geçmesini sağlamıştır.

Çanakkale İli Kışlık Sebze Yetiştiriciliği Yapılan Alanlarda Kök-ur Nematodlarının Yaygınlıklarının Belirlenmesi

Geliştirilmiş Baermann Huni Yöntemi

Bu yöntem topraktaki aktif nematodları elde etmek için kullanılmaktadır. Yöntem için 12 cm çapında ve 2 cm yüksekliğinde plastik petri ile tabanında 0,5 cm yüksekliği olan elekler, eleklerin içerisine yerleştirilen filtre kağıtları ve arazi çalışmasından elde edilen toprak örnekleri kullanılmıştır.

Eleklerin içerisine filtre kağıdı yerleştirilip, her bir toprak örneği temizlenip (taş ve benzeri maddelerden arındırmak) karıştırılarak, filtre kağıdının üzerine 100 gr tartılıp konulmuştur. Daha sonra elek ve petri kenarları arasındaki boşluktan toprak ıslanıp petri kaplarının yüksekliğine gelene kadar su ilave edilmiştir. Bu işlemde nematodların aktif hareketleri ile toprak ortamından su ortamına geçmesi amaçlanmıştır. Düzenek bu şekilde 48 saat bekletilmiş olup, petri içerisindeki su 100 ml'lik mezürlere aktarılıp burada da 24 saat bekletilmiştir. Süre sonunda 10 ml'e kadar üstten seyreltilerek 10 ml'lik cam tüplere aktarılmış burada 4-6 saat kadar bekletilerek nematodların tüp tabanına çökmesi sağlanmıştır. Aynı şekilde 1 ml'ye kadar seyreltilmiştir.

Her bir örnek için tüplerde kalan 1 ml'deki su iyice karıştırılıp içerisinde mikro pipet ile 100 µl su alınıp lam ve lamel arasına koyulmuş ve bunun içerisindeki Kök-ur nematodlarının larvalarının sayımları yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Çanakkale İli ve İlçelerindeki Kışlık Bitki Yetiştirilen Alanlardaki Bitki ve Toprak Örneklerinin Dağılımı

Çanakkale ili ve ilçelerindeki kışlık sebze yetiştirilen alanlardaki Kök-ur nematodlarının yaygınlıklarının belirlenmesi amacı ile yapılan bu çalışmada 20 farklı bitki türünden toplam 158 adet bitki ve toprak örneği alınmıştır. En fazla örnek alınan bitki %15,82 ile pırasayken, en az örnek alınan bitkiler %0,63 ile tere, siyah turp, brüksel lahanası ve kerevizdir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Bitki ve toprak örneklerinin bitki türüne göre dağılımı ve örnekleme oranı

Bitki Türü	Latince Adı	Örnek Sayısı	Örnekleme Oranı (%)
Brokoli	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>	11	6,96
Maydanoz	<i>Petroselinum crispum</i>	10	6,33
Tere	<i>Lepidium sativum</i>	1	0,63
Marul	<i>Lactuca sativa</i>	16	10,16
Pırasa	<i>Allium ampeloprasum</i>	25	15,82
Havuç	<i>Daucus carota</i>	2	1,26
Kırmızı pancar	<i>Beta vulgaris</i> var. <i>condivita</i>	8	5,06
Kırmızı turp	<i>Raphanus sativus</i>	9	5,70
Beyaz turp	<i>Raphanus sativus</i>	4	2,53
Siyah turp	<i>Raphanus sativus</i>	1	0,63
Beyaz lahanası	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> f. <i>alba</i>	10	6,33
Mor lahanası	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> f. <i>rubra</i>	9	5,70
Roka	<i>Eruca vesicaria</i>	4	2,53
Dereotu	<i>Anethum graveolens</i>	16	10,16
Ispanak	<i>Spinacia oleracea</i>	11	6,96
Taze soğan	<i>Allium cepa</i>	5	3,16
Karnabahar	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i>	12	7,59
Pazı	<i>Beta vulgaris</i> var. <i>cicla</i>	2	1,26
Brüksel lahanası	<i>Brassica oleracea gemmifera</i>	1	0,63
Kereviz	<i>Apium graveolens</i>	1	0,63
Toplam		158	100

Çanakkale İli Kışlık Sebze Yetiştiriciliği Yapılan Alanlarda Kök-ur Nematodlarının Yaygınlıklarının Belirlenmesi

Çanakkale İli ve İlçelerinde Kışlık Sebze Ekim Alanlarındaki Kök-ur Nematodlarının Yaygınlık Durumu

Örnekleme yapılan kışlık sebze yetiştirilen alanlardan toplam 158 örnek alınmış ve 26'sı *Meloidogyne* spp. ile bulaşık olarak tespit edilmiştir. Bu alanların %16,46'sında Kök-ur nematodları tespit edilirken %83,54'ünde Kök-ur nematodlarının varlığına rastlanmamıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Çanakkale ili ve ilçelerinde örnekleme yapılan alanlarda *Meloidogyne* spp. ile bulaşıklık oranı

İlçe	Bulaşık Çeşidi	Bitki	Latince Adı	Örnek Sayısı	Bulaşık Örnek Sayısı	Bulaşıklık Oranı (%)
Merkez	Brokoli		<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>	4	1	25
	Maydanoz		<i>Petroselinum crispum</i>	5	1	20
	Dereotu		<i>Anethum graveolens</i>	5	2	40
	Kırmızı pancar		<i>Beta vulgaris</i> var. <i>condivita</i>	5	2	40
	Havuç		<i>Daucus carota</i>	2	1	50
	Marul		<i>Lactuca sativa</i>	7	1	14,2
	Beyaz lahana		<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> f. <i>alba</i>	4	1	25
	Pırasa		<i>Allium ampeloprasum</i>	7	0	0
	Kırmızı turp		<i>Raphanus sativus</i>	5	0	0
	Roka		<i>Eruca vesicaria</i>	2	0	0
	Mor lahana		<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> f. <i>rubra</i>	4	0	0
	Karnabahar		<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i>	8	0	0
	Taze soğan		<i>Allium cepa</i>	2	0	0
	Siyah turp		<i>Raphanus sativus</i>	1	0	0
	Ispanak		<i>Spinacia oleracea</i>	5	0	0
	Beyaz turp		<i>Raphanus sativus</i>	1	0	0
	Tere		<i>Lepidium sativum</i>	1	0	0
Toplam				68	9	13,2
Ezine	Pırasa		<i>Allium ampeloprasum</i>	5	1	20
	Marul		<i>Lactuca sativa</i>	3	1	33,3
	Kereviz		<i>Apium graveolens</i>	1	1	100
	Karnabahar		<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i>	1	1	100
	Ispanak		<i>Spinacia oleracea</i>	2	0	0
	Dereotu		<i>Anethum graveolens</i>	4	0	0
	Maydanoz		<i>Petroselinum crispum</i>	2	0	0
	Mor lahana		<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> f. <i>rubra</i>	1	0	0
	Taze soğan		<i>Allium cepa</i>	1	0	0
	Brokoli		<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>	1	0	0
	Beyaz lahana		<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> f. <i>alba</i>	1	0	0
	Beyaz turp		<i>Raphanus sativus</i>	1	0	0
	Kırmızı turp		<i>Raphanus sativus</i>	1	0	0
	Toplam				24	4
Ayvacık	Brokoli		<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>	2	1	50
	Beyaz lahana		<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> f. <i>alba</i>	2	1	50
	Mor lahana		<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> f. <i>rubra</i>	2	1	50

Çanakkale İli Kışlık Sebze Yetiştiriciliği Yapılan Alanlarda Kök-ur Nematodlarının Yaygınlıklarının Belirlenmesi

	Pırasa	<i>Allium ampeloprasum</i>	2	1	50	
	Maydanoz	<i>Petroselinum crispum</i>	2	1	50	
	Dereotu	<i>Anethum graveolens</i>	4	0	0	
	Karnabahar	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i>	1	0	0	
	Brüksel lahanası	<i>Brassica oleracea gemmifera</i>	1	0	0	
	Kırmızı turp	<i>Raphanus sativus</i>	1	0	0	
	Marul	<i>Lactuca sativa</i>	2	0	0	
	İspanak	<i>Spinacia oleracea</i>	1	0	0	
	Pazı	<i>Beta vulgaris</i> var. <i>cicla</i>	1	0	0	
	Roka	<i>Eruca vesicaria</i>	1	0	0	
	Toplam		22	5	22,7	
Çan	Marul	<i>Lactuca sativa</i>	1	1	100	
	Pırasa	<i>Allium ampeloprasum</i>	8	2	25	
	Maydanoz	<i>Petroselinum crispum</i>	1	1	100	
	Dereotu	<i>Anethum graveolens</i>	1	0	0	
	Taze soğan	<i>Allium cepa</i>	2	0	0	
	Toplam		13	4	30,8	
Lapseki	Brokoli	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>	2	1	50	
	Pırasa	<i>Allium ampeloprasum</i>	1	1	100	
	Kırmızı pancar	<i>Beta vulgaris</i> var. <i>condivita</i>	1	1	100	
	Karnabahar	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i>	1	0	0	
	Beyaz lahana	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> f. <i>alba</i>	1	0	0	
	Pazı	<i>Beta vulgaris</i> var. <i>cicla</i>	1	0	0	
	Mor lahana	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> f. <i>rubra</i>	1	0	0	
	Marul	<i>Lactuca sativa</i>	1	0	0	
	Beyaz turp	<i>Raphanus sativus</i>	1	0	0	
	Dereotu	<i>Anethum graveolens</i>	1	0	0	
	Toplam		11	3	27,3	
Biga	Kırmızı pancar	<i>Beta vulgaris</i> var. <i>condivita</i>	2	1	50	
	Pırasa	<i>Allium ampeloprasum</i>	2	0	0	
	Kırmızı turp	<i>Raphanus sativus</i>	2	0	0	
	Marul	<i>Lactuca sativa</i>	2	0	0	
	İspanak	<i>Spinacia oleracea</i>	3	0	0	
	Beyaz turp	<i>Raphanus sativus</i>	1	0	0	
	Roka	<i>Eruca vesicaria</i>	1	0	0	
	Dereotu	<i>Anethum graveolens</i>	1	0	0	
	Beyaz lahana	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> f. <i>alba</i>	2	0	0	
	Brokoli	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>	2	0	0	
	Karnabahar	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i>	1	0	0	
	Mor lahana	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> f. <i>rubra</i>	1	0	0	
		Toplam		20	1	5
		TOPLAM		158	26	16,46

Çanakkale ili merkezinden kışlık sebze yetiştirilen alanlardan toplamda 68 adet örnek alınmış, bu örneklerin 9 tanesi *Meloidogyne* spp. ile bulaşık olarak tespit edilmiş olup, buradaki bulaşıklık oranı

Çanakkale İli Kışlık Sebze Yetiştiriciliği Yapılan Alanlarda Kök-ur Nematodlarının Yaygınlıklarının Belirlenmesi

%13,2 olarak belirlenmiştir. Ezine ilçesindeki alanlardan 24 adet örnek alınmış, 4'ü bulaşık olarak tespit edilmiş ve bulaşıklık oranı %16,7 olarak belirlenmiştir. Ayvacık ilçesindeki alanlardan 22 adet örnek alınmış, bu örneklerden 5'i bulaşık olarak tespit edilmiş olup, bulaşıklık oranı %22,7 olarak belirlenmiştir. Çan ilçesindeki alanlardan 13 örnek alınmış, 4'ü bulaşık olarak tespit edilmiş ve bulaşıklık oranı %30,8 olarak belirlenmiştir. Lapseki ilçesindeki alanlardan 11 örnek alınmış olup, bu örneklerden 3 tanesi bulaşık olarak tespit edilmiş ve bulaşıklık oranı %27,3 olarak belirlenmiştir. Biga ilçesindeki alanlardan ise 20 örnek alınmış, 1 tanesi bulaşık olarak tespit edilmiş ve bulaşıklık oranı %5 olarak belirlenmiştir.

En fazla bulaşıklık %30,8 ile Çan ilçesinde belirlenmiş, en az bulaşıklık ise %5 ile Biga ilçesinde tespit edilmiştir. Bu oranların kışlık sebzelerin ilçelerde yetiştirilme oranlarına ve alınan bitki örneği sayısına göre farklılık gösterebileceği düşünülmektedir.

Kök-ur nematodlarının alınan örnek sayısına ve sebze türlerine göre bulunma oranları incelendiğinde brokolide %27,3, maydanozda %30, marulda %18,75, pırasada %20, havuçta %50, kırmızı pancar %50, beyaz lahanada %20, mor lahanada %11,1, dereotunda %12,5, karnabaharda %8,3, kerevizde ise %100 olarak belirlenmiştir. Bu bölgede yetiştiricilik yapılan alanlarda tere, kırmızı turp, siyah turp, beyaz turp, roka, ıspanak, taze soğan, pazı ve brüksel lahanası bitkilerinde Kök-ur nematodları tespit edilmemiştir. Alınan örnekler içerisinde en az bulaşıklık %11,1 ile karnabahar bitkisinde gözlemlenmiştir.

Anwar ve McKenry (2012) Pakistan'da yaptıkları bir çalışmada havuç, lahana ve marul yetiştirilen alanlarda %90 *M. incognita* ile, turp yetiştirilen alanların ise *Meloidogyne* spp. ile bulaşık olduğunu bildirilmiştir. Tileubayeva ve ark., (2021)'a göre Rostov bölgesinde yaptıkları sürvey çalışmasında en yaygın bitki paraziti nematod cinsinin *Meloidogyne* olduğunu ve en yüksek *Meloidogyne* yoğunluklarını kereviz, havuç, salatalık, yeşil biber, patlıcan ve fesleğende tespit etmişlerdir.

Türkiye'de *M. arenaria* Safranbolu'da maydanoz bitkisinde rapor edilirken, dünyanın başka yerlerinde de yine maydanoz bitkisi üzerinde tespitler yapılmıştır (Radewald ve ark., 1972; Aguirre ve ark., 2003; Doucet ve Pinochet, 1992; Mennan ve ark., 2011; Sasanelli ve ark., 2015). Bazı çalışmalar da ise maydanozun *M. arenaria*'ya karşı duyarlı olduğu bildirilmiştir (İbrahim ve ark., 1983; Walker, 2002). Ülkemizde Yalova'da dereotunda *M. incognita* rapor edilmiştir (Kepenekci ve Dura, 2017). Evlice ve ark. (2020) Romance, Chantenay, Nantes havuç çeşitlerinin *M. chitwoodi*, *M. javanica*, *M. incognita* ve *M. hapla*'ya karşı hassas olduğu bildirmişlerdir.

Kök-ur nematodlarının kışlık sebzelerdeki konukçuluğu ve kışlık sebzelerin duyarlılığı ile ilgili yapılan bu çalışmaların sonuçları, Çanakkale ilinde yaptığımız bu sürvey çalışması ile benzerlik göstermektedir. Kışlık sebzelerin Kök-ur nematodlarına hassas olduğu ve ekim alanlarının Kök-ur nematodları ile bulaşık olduğu belirlenmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Sebzelerde, Kök-ur nematodlarının tespitleri ile ilgili yapılan çalışmalar, genellikle yazlık sebze üretim alanlarında gerçekleştirilmiştir. Dünyada ve Türkiye'de kışlık sebzelerin Kök-ur nematodlarına duyarlılığı ile ilgili az çalışma bulunmaktadır. Çalışmalar çoğunlukla kışlık sebzelerde önemli zararlara neden olan Kist nematodları (*Heterodera* spp.) üzerinde yoğunlaşmıştır. Ülkemizde kışlık sebze yetiştirilen alanlarda Kök-ur nematodlarının bulaşıklık durumu tam olarak bilinmemektedir. Özellikle Kök-ur nematodlarının yaygın olarak bulunduğu bölgelerde nematodlar ile mücadelenin doğru bir şekilde yapılması için daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu çalışma sonucuna göre Çanakkale ili ve ilçelerinde Kök-ur nematodları yoğunluğundan dolayı dayanıklı çeşit kullanılması ve nematodlar ile mücadelede kimyasal mücadeleye alternatif mücadele yöntemleri seçilmesi önerilmektedir.

Çanakkale ili ve ilçelerinde yapılan bu çalışmada, toplamda 158 kök ve toprak örneği alınmış olup 26'sı bulaşık olarak tespit edilmiştir. Kışlık sebze ekim alanlarında bulaşıklık oranı Çanakkale ili için %16,46 olarak belirlenmiştir. Bu çalışma Çanakkale ili kışlık sebze alanlarındaki Kök-ur nematodu türlerinin yaygınlığının belirlendiği kapsamlı ilk çalışma niteliğindedir.

Not: Bu makale birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında yürüttüğü yüksek lisans çalışmasının bir kısmından üretilmiştir.

Kaynakça

- Anonim, 2020. <http://www.turktarim.gov.tr/Haber/538/kislik-sebze-uretiminde-ne-nasil-yapilmali> (Erişim Tarihi: 24.09.2021).
- Anwar, S.A., McKenry, M.V., 2012. Incidence and population density of plant-parasitic nematodes infecting vegetable crops and associated yield losses in Punjab, Pakistan. *Pakistan Journal of Zoology*. 44: 2.
- Aguirre, Y., Crozzoli, R., Greco, N., 2003. Effect of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on parsley, population. 1: 5.
- Ataş, H., Uysal, G., Gözel, Ç., Özalp, T., Gözel, U., Devran, Z., 2021. First report of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* on calendula in Turkey. *Journal of Nematology*. 53.
- Aydınlı, G., Mennan, S., Devran, Z., Sirca, S., Urek, G., 2013. First report of the root-knot nematode *Meloidogyne ethiopica* on tomato and cucumber in Turkey. *Plant Disease*. 97 (9): 1262.
- Aydınlı, G., 2018. Detection of the root-knot nematode *Meloidogyne luci* Carneiro et al., 2014 (Tylenchida: Meloidogynidae) in vegetable fields of Samsun Province, Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*. 42 (3): 229-237.
- Devran, Z., Söğüt, M.A., 2009. Distribution and identification of Root-knot nematodes from Turkey. *Journal of Nematology*. 41 (2): 128.
- Doucet, M.E., Pinochet, J., 1992. Occurrence of *Meloidogyne* spp. in Argentina. *J. Nematol.* 24 (4): 765-770.
- Evlice, E., Erdoğan, F.D., Yatkın, G., 2020. Bazı havuç çeşitlerinin kök-ur nematodu türlerine (*Meloidogyne* spp. Goeldi, 1982) karşı reaksiyonu. *Bitki Koruma Bülteni*. 60 (1): 25-30.
- Hooper, D.J., 1986. Handling, fixing, staining and mounting nematodes. In: *Laboratory Methods for Work with Plant on Soil Nematodes*, (Ed. J.F. Southey). Her Majesty's Stationery Office, London, pp. 59-80.
- İbrahim, I.K.A., Rezk, M.A., Khalil, H.A.A., 1983. Resistance of some plant cultivars to root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp. *Nematol Medit.* 11: 189-192.
- İmren, M., Özarslandan, A., Kasapoğlu, B.E., Toktay, H., Elekçioğlu, İ.H., 2014. Türkiye buğday faunası için yeni bir tür, *Meloidogyne artiellia* Franklin, 1961. *Türkiye Entomoloji Dergisi*. 38 (2): 189-196.
- Jones, J.T., Haegeman, A., Danchin, E.G.J., Gaur, H.S., Helder, J., Jones, M.G.K., Kikuchi, T., Manzanilla-López, R., Palomares-Rius, J.E., Wesemael, W.M.L., Perry, R.N., 2013. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*. 14 (9): 946-961.
- Karsen, G., Moens, M., 2006. Root-knot nematodes. In: Perry, R.N. and Moens, M. (Eds). *Plant nematology*. Wallingford, UK, CABI Publishing, pp. 59-90.
- Kepenekçi, İ., Öztürk, G., Evlice, E., 2002. Ülkemiz örtü altı sebze üretiminde sorun olan yeni bir kök-ur nematodu türü (*Meloidogyne exigua* Goeldi, 1887) ve diğer kök-ur nematodu türleri, IV. Sebze Tarımı Sempozyumu, Bildiri özetleri, 55 s., Bursa.
- Kepenekçi, İ., Dura, O., 2017. *Anethum graveolens*, a new host of *Meloidogyne incognita* in Turkey. *Pakistan Journal of Nematology*. 35 (2): 215-216.
- Mennan, S., Aydinli, G., Kati, T., 2011. First report of root-knot nematode (*Meloidogyne arenaria*) infecting parsley in Turkey. *Journal of Phytopathology*. 159 (10): 694-696.
- Moltmann, E., 1988. Kairomone im Wurzelexsudat Von Getreide: Ihre Bedeutung für die Wirtsfindung der Infektionslarven des Getreidezystenaelchens *Heterodera avenae* Und Ihre Charakterisierung. Hohenheim Universität, Doktorarbeit, 148 pp.
- Özarslandan, A., Elekçioğlu, İ.H., 2010. Türkiye'nin farklı alanlarından alınan kök-ur nematodu türlerinin (*Meloidogyne* spp.) (Nemata: Meloidogynidae) moleküler ve morfolojik tanılama ile belirlenmesi, *Türkiye Entomoloji Dergisi*. 34 (3): 323-35.
- Radewald, J., Shibuya, F., Nelson, J., Brendler, R., Vilchez, M., 1972. The influence of the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, on parsley yields under controlled greenhouse conditions. *California Agriculture*. 26 (8): 6-8.
- Sasanelli, N., Vovlas, N., Cantalapiedra-Navarrete, C., Lucarelli, G., Palomares-Rius, J.E., Castillo, P., 2015. Parasitism and pathogenicity of curly-leaf parsley with the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* in Southern Italy. *Helminthologia*. 52 (4): 348-354.

- Sasser, J.N., 1977. Worldwide dissemination and importance of the root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp. *Journal of Nematology*. 9 (1): 26-29.
- Taylor A.L., 1987. Identification and estimation of root-knot nematode species in mixed populations. Bulletin 12. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Gainesville, Florida. 73 pp.
- Tileubayeva, Z., Avdeenko, A., Avdeenko, S., Stroiteleva, N., Kondrashev, S., 2021. Plant-parasitic nematodes affecting vegetable crops in greenhouses. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 28 (9): 5428-5433.
- Trinh, Q.P., Le, T.M.L., Nguyen, T.D., Nguyen, H.T., Liebanas, G., Nguyen, T.A.D., 2019. *Meloidogyne daklakensis* n. sp. (Nematoda: Meloidogynidae), a new root-knot nematode associated with Robusta coffee (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) in the Western Highlands, Vietnam. *Journal of helminthology*. 93 (2): 242-254.
- Trudgill, D.L., Blok, V.C., 2001. Apomictic, polyphagous root-knot nematodes: Exceptionally successful and damaging biotrophic root pathogens. *Annu. Rev. Phytopathol.*, Vol. 39: 53-77.
- Tüik., 2019. <https://data.tuik.gov.tr/> Bitkisel üretim istatistikleri (Erişim Tarihi: 24.12.2021).
- Tüik., 2020. <https://data.tuik.gov.tr/> Bitkisel üretim istatistikleri (Erişim Tarihi: 24.12.2021).
- Walker, J.T., 2002. Susceptibility of eight herbs to common root-knot nematodes. *J Env Hort*. 20: 101-103.



Buğday-Fiğ Rotasyonu ve Farklı Toprak İşleme Yöntemlerinin Kök Lezyon Nematodları (*Pratylenchus spp.*)'nın Popülasyon Gelişimleri Üzerine Etkileri

Tuncay MANSIZ¹

<https://orcid.org/0000-0003-1885-5958>

Uğur GÖZEL^{2*}

<https://orcid.org/0000-0003-1363-1189>

¹ Ç.O.M.Ü., Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 17100, Çanakkale, Türkiye

² Ç.O.M.Ü., Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 17100, Çanakkale, Türkiye.

*Sorumlu yazar: ugozel@comu.edu.tr

Özet

Türkiye’de 2021 yılı verilerine göre buğday ekilen alan 67 milyon 446 bin dekar olarak kayda geçmiştir. Bu alanlardan elde edilen üretim ise 17 milyon 650 bin tondur. Türkiye’de 2021 yılında 3 milyon 653 bin dekar alana fiğ ekimi yapılmıştır. Buğday ve fiğ’in ülkemizde önemli bir yere sahip olması, zararlılar ile mücadelenin de önemini arttırmaktadır. Bitki paraziti nematodlar zararlılar içerisinde önemli verim kayıplarına yol açabilecek bir potansiyele sahiptir. Bu çalışmada Çanakkale İli, Dardanos Yerleşkesindeki buğday ve fiğ alanlarında bulunan kök lezyon nematodları (*Pratylenchus spp.*)’nın popülasyon gelişimleri belirlenmiştir. Ürün rotasyonu uygulamasının ve farklı toprak işleme aletlerinin kök lezyon nematodlarının popülasyonları üzerine etkisi 2019-2021 yıllarında araştırılmıştır. Çalışmanın yürütüldüğü alanda buğday-fiğ ürün rotasyonu uygulanmış ve 3 farklı toprak işleme aleti kullanılmıştır. Altı parsel sahip alanda en fazla nematod yoğunluğu Çizel-Buğday parselinde gözlemlenmiştir. Nematod yoğunluğunun en düşük olduğu parsel ise Pulluk-Fiğ parseli olmuştur. Ürün rotasyonu uygulanan dönemde *Pratylenchus spp.*’nin yoğunluğu azalmıştır. Farklı toprak işleme aletlerinin kullanımı, topraktaki *Pratylenchus spp.* yoğunluğunu etkilemiştir.

Anahtar Kelimeler: Buğday, Bitki paraziti nematod, Çanakkale, Fiğ

The Effects of Wheat-Vetch Rotation and Different Tillage Methods on the Population Development of Root Lesion Nematodes (*Pratylenchus spp.*)

Abstract

Based on 2021 data wheat cultivated areas in Turkey was recorded as 67,446 million decares. Yield production from these areas was about 17,65 million tons. Also in Turkey 3,653 million decares of vetch cultivated areas were recorded in 2021. Having wheat and vetch in an important place in our country’s agricultural production increases the importance of pest control of related crops. Plant parasitic nematodes have a potential to cause significant yield losses among pests. In this study, the population development of root lesion nematodes (*Pratylenchus spp.*) was determined in wheat and vetch cultivated areas in Çanakkale Province, Dardanos Campus. The effects of crop rotation and different tillage methods on root lesion nematode populations were investigated during 2019-2021. Wheat-vetch crop rotation was applied in the area where the study was conducted and 3 different tillage equipments were used. In the area of six plots, the highest nematode density was observed in the Chisel-Wheat plot and the lowest was in Plow-Vetch parcel. The density of *Pratylenchus spp.* decreased during crop rotation period. The use of different tillage equipment, had a direct effect on the *Pratylenchus spp.* densities.

Keywords: Wheat, Plant parasitic nematode, Çanakkale, Vetch

Giriş

İnsanların temel besin kaynağını oluşturan en önemli bitkilerden biri buğdaydır. Dünya nüfus artışına paralel olarak, buğday gereksinimi de artış göstermektedir. 2000 yılında 6,1 milyar olan dünya nüfusunun 2050 yılında 9,3 milyara ulaşması tahmin edilmektedir (Anonim, 2009). Bu artış sonucunda dünyanın buğdaya olan ihtiyacı da paralel olarak artma eğilimi göstermesi beklenmektedir. Türkiye’de buğday, beslenme açısından en önemli tahıllardan biridir. 2021 yılında Türkiye’de buğday ekilen alan 67 milyon 446 bin dekadır. Bu alanlardan elde edilen üretim ise 17 milyon 650 bin tondur (Tüik, 2021). Hayvansal yem olarak kullanılan fiğ ülkemiz tarım ve hayvancılığında önemli bir yere sahiptir. Hayvansal gıdalar, insanoğlunun beslenmesinde oldukça etkili ve önemli bir alandır. Hayvansal gıdaları yeterli düzeyde alabilmenin yolu, hayvansal ürünleri arttırmaktan, hayvansal ürünleri arttırmanın yolu ise bol ve kaliteli kaba yem ile hayvanları beslemek ve yerli hayvan ırkları ıslah etmekten geçmektedir (Anonim, 2010). Önemli bir tarım ürünü olan fiğ, yeşil ot ve kuru ot olmak üzere iki farklı şekilde kullanılmaktadır. Türkiye’de 2021 yılında 3 milyon 653 bin dekar alana fiğ ekimi yapılmıştır. Bu alanlardan yeşil ot olarak 3 milyon 990 bin ton üretim elde edilmiştir (Tüik, 2021).

Buğday ve fiğ bitkisinin önemli bir yere sahip olması zararlılarla mücadelenin önemini arttırmaktadır. Nematodlar bu zararlar arasında verdikleri zarar açısından kritik bir yere sahiptir. Bitki paraziti nematodların dünya genelinde buğdayda ortalama %7 oranında ürün kaybına neden oldukları tahmin edilmekte ve bunun maddi değerinin ise 5,8 milyar dolar olduğu bildirilmektedir (Sasser, 1987). Dünya genelinde buğday ekili alanlarda ekonomik kayıplara neden olduğu belirlenen nematod türleri; tahıl kist nematodları (*Heterodera* spp.), kök lezyon nematodları (*Pratylenchus* spp.), Buğday gal nematodu (*Anguina tritici*), Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) ve Soğan sak nematodu (*Ditylenchus dipsaci*) olarak bildirilmektedir (Nicol ve ark., 2002). Türkiye’de farklı bölgelerde yapılan çalışmalarda tahıl kist nematodlarının ve lezyon nematodlarının buğday üretim alanlarında yaygın oldukları ve verimde önemli kayıplara neden oldukları tespit edilmiştir (Yıldırım ve ark., 2007). Yapılan diğer bir çalışma da *Pratylenchus* spp. türünün Türkiye’de Doğu Akdeniz Bölgesinde %36 oranında verim kaybına neden olduğu tespit edilmiştir (Elekcioğlu ve Gözel, 1997).

Pratylenchus spp.nin bir yaşam evresini laboratuvar koşullarında 27°C’ de 40-45 günde tamamlandığı yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir. Kök lezyon nematodu erginlerinin uygun doğal koşullar altında bitkinin türüne, hava sıcaklığı, nemi ve diğer çevresel koşullara göre 35-40 günde gelişiminin tamamlandığı belirlenmiştir (Nicol, 1996). Nematod bütün larva dönemlerinde ve ergin dönemlerde köklere giriş yaparak beslenebilmektedir. Kök lezyon nematodları kışı enfekte köklerin içinde veya kış koşullarına yumurta, larva veya ergin olarak toprakta geçirmektedir. Sıcaklığın ve nim düşük olduğu kurak olduğu dönemlerde ise bir sonraki bitki gelişim dönemine kadar toprakta durgun olarak kalmaktadır (Agrios, 1969).

Nematodlar çeşitli beslenme alışkanlıklarına sahiptir. Mikrofağ denilen bazı nematod türleri mikroorganizmalar ile beslenirken, saprofit denilen diğer grup nematodlar çürüyen organik materyallerde beslenmektedirler. Bitki paraziti nematodlar doğrudan bitkiden beslenmektedir. Bu grup içerisinde ektoparazit nematodlar stilet kullanarak bitki hücrelerini deler ve beslenir (Decraemer ve Hunt, 2006). Ektoparazit türler içerisinde *Aphelenchoides* türleri ve *Ditylenchus* türleri yer almaktadır (Kepenekçi, 2012). Endoparazit nematodlar ise sadece kök dokuya nüfus etmektedir. *Pratylenchus* ve *Radopholus* önemli türleridir (Perry ve Moens, 2013). *Pratylenchus* tüm yaşam dönemlerini kök bölgesinde geçirir (Kepenekçi, 2012). Polifag bir zararlı olan kök lezyon nematodları arpa, buğday, nohut olmak üzere geniş bir konukçu yelpazesine sahiptir (Handoo ve Golden 1989; Castillo ve Vovlas 2007). Çok hızlı üreme yeteneğine sahip olan kök lezyon nematodları bitkinin kılçak kökleri arasında geçiş yapmakta ve köklerdeki beslenme sonucunda da bitkinin kök kısmında kahverengi lekelenmeler oluşturabilmektedir (Agrios, 1997).

Kök lezyon nematodlarına karşı en etkili mücadele yöntemi dayanıklı çeşitlerin kullanılmasıdır. Ekim nöbeti uygulaması da zararlılarla mücadele açısından önemli bir mücadele yöntemidir. Birçok çalışma, ekim nöbeti uygulanan alanlardaki zararlı ve hastalıkların zarar düzeyini azalttığını göstermektedir. Bu durumlar göz önüne alındığında nematodlarla mücadelenin önemi artmakta ve mücadeleyi gerekli kılmaktadır. Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesine ait olan Dardanos Yerleşkesindeki buğday ve fiğ alanlarında bulunan kök lezyon nematodları (*Pratylenchus* spp.)’nın

Buğday-Fiğ Rotasyonu ve Farklı Toprak İşleme Yöntemlerinin Kök Lezyon Nematodları (*Pratylenchus* spp.)'nın Popülasyon Gelişimleri Üzerine Etkileri

buğday-fiğ rotasyonuna tepkilerini ve farklı toprak işleme aletlerinin popülasyon dağılımlarına olan etkilerini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma Çanakkale ili Dardanos Yerleşkesinde bulunan buğday ve fiğ alanlarındaki kök lezyon nematodlarının belirlenmesi ve ürün rotasyonu uygulaması ile farklı toprak işleme aletlerinin popülasyona etkisinin iki üretim sezonu boyunca incelenmesi için yürütülmüştür. Çalışma sonucunda alandaki *Pratylenchus* spp. popülasyonunun belirlenmesi, ürün rotasyonu uygulamasının ve farklı toprak işleme aletlerinin nematod popülasyonuna etkisi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışma, belirlenen parsellerden her ay toprak örnekleme yapılması ve alınan örneklerin laboratuvarda hazırlanarak incelenmesi çalışmaları olarak iki şekilde gerçekleştirilmiştir.

1. Toprak Örneklerinin Alınması

Toprak örneklerinin alındığı toplam 8,5 dekarlık alan yaklaşık 1 dekardan oluşan 6 eşit parselden oluşmuştur. Alanda buğday ve fiğ ürün rotasyonu uygulanmıştır. Ayrıca 3 farklı toprak işleme aleti kullanılmıştır. Ürün desenine ve toprak işleme aletine göre yapılan adlandırma sırası ile; pulluk-fiğ (PF), pulluk-buğday (PB), rotatiller-buğday (RB), rotatiller-fiğ (RF), çizel-fiğ (ÇF) ve çizel-buğday (ÇB) şeklinde yapılmıştır (Şekil 1). Toprak örnekleri her bir parselin 25 farklı yerinden parseli homojen olarak temsil edecek şekilde toprak burgusu yardımı ile alınmıştır.



Şekil 1. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Dardanos Yerleşkesindeki deneme parselleri

Bir parselin 25 farklı yerinden toprak burgusu ile alınan topraklar geniş çaplı bir plastik kap içerisinde karıştırılıp 2 kg'lık homojen toprak örnekleri elde edilmiştir. 6 parsel bulunan alandan her biri 2 kg olacak şekilde, toplamda 6 farklı toprak örneği alınmıştır. Toprak örnekleri bitki paraziti nematodların yoğun olarak bulunduğu, toprağın 0-30 cm derinliğinden alınmıştır. Alınan örnekler bulunduğu alandaki bitkinin türüne, toprak işleme aletine ve tarihe göre etiketlenip plastik poşetlere alınmıştır. Toprak örnekleri buz kutusu içerisinde, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Nematoloji Laboratuvarına getirilmiştir. Laboratuvara getirilen örnekler daha sonra analizleri yapılmak üzere +4°C sıcaklıkta iklim odalarında muhafaza edilmiştir.

Laboratuvar Çalışmaları

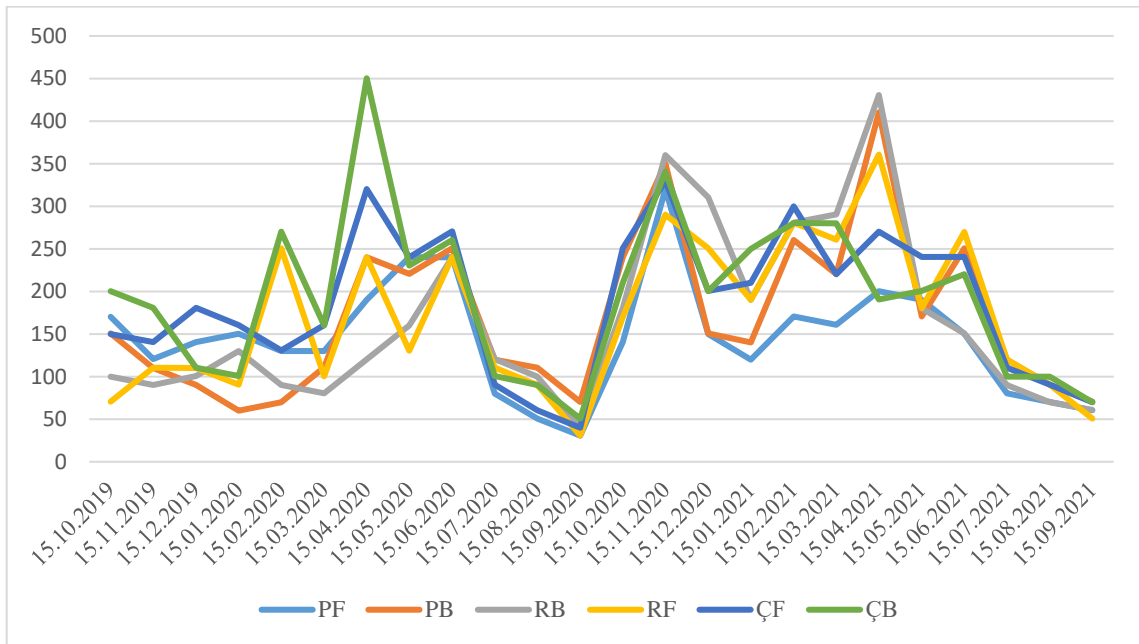
Nematodlar topraktan geliştirilmiş Baermann Huni Yöntemi ile elde edilmiştir (Hooper, 1986). Kullanılan petri kapları 12 cm çapında ve 2 cm yüksekliğindedir. Eleklerin üzerine toprağın suya geçmesini engellemek amacıyla filtre kağıdı kullanılmıştır. Bu işlemden sonra her bir petri kutusuna her örnekleme alanından getirilen toprak örnekleri tekrar paçal yapıp 100 g hassas tartıda tartılıp filtre kağıdının üzerine yerleştirilmiştir. Her bir toprak örneğinden 3 petri kutusu hazırlanmıştır. Bu işlem

Buğday-Fiğ Rotasyonu ve Farklı Toprak İşleme Yöntemlerinin Kök Lezyon Nematodları (*Pratylenchus* spp.)'nin Popülasyon Gelişimleri Üzerine Etkileri

sonucunda 18 petri kutusu kullanılmıştır. Her bir petri kabına toprakların ıslanması için belirli miktarda su eklenmiştir. Su eklendikten sonra petri kutularının üzerine alındığı parsel, alana ekili bitki, kullanılan toprak işleme aleti, alındığı tarihler yazılıp etiket yapıştırılmıştır. Bu şekilde petriler 48 saat oda sıcaklığında bekletilerek topraktaki canlı nematodların tabandaki suya geçmesi sağlanmıştır. 48 saatin ardından petri kutusunun içerisindeki su 100 ml'lik mezürlere alınarak nematodların suyun tabanına çökmesi için 6-8 saat beklenmiştir. Beklemenin ardından mezürlerin en üst kısmındaki su seyreltilerek 10 ml'ye yoğunlaştırılmıştır. Daha sonra 10 ml'lik sular cam tüplere alınarak buzdolabında bir gün bekletildikten sonra tekrar seyreltme işlemi uygulanıp 1 ml'ye yoğunlaştırılmıştır. Yoğunlaştırılan 1 ml'lik su iyice karıştırılarak mikro pipet yardımıyla tüp içerisinde 100 µl su alınarak ışık mikroskobu altında incelenmesi yapılarak *Pratylenchus* spp. sayımları yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Buğday-fiğ rotasyonu ve farklı toprak işleme yöntemlerinin kök lezyon nematodları (*Pratylenchus* spp.)'nin popülasyon gelişimleri rotasyon ve toprak işleme yöntemlerine göre süreye bağlı olarak değişimler göstermiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Deneme Parsellerindeki *Pratylenchus* spp. popülasyon gelişimi (Nematod/ 100 g toprak)

Deneme alanından örneklerin alınmasına 2019 yılı ekim ayında başlanmıştır ve son örnek 2021 eylül ayında alınmıştır. Örnekleme süresi iki üretim sezonunda da devam etmiştir. Ürün rotasyonu uygulanan, 3 çeşit toprak işleme aleti kullanılan ve 6 parsel bölünmüş tarlada *Pratylenchus* spp. yoğunluğunun en yüksek olduğu dönemler her iki sezonda da mart-nisan-mayıs ayları olmuştur. Yoğunluğun en az olduğu dönemler ise bitkinin olmadığı, sıcaklığın yüksek olduğu ve yağışın olmadığı temmuz-ağustos-eylül ayları ile yağışın çok bol ve sıcaklığın düşük olduğu kasım-aralık-ocak aylarında tespit edilmiştir. Sıcaklığın yüksek olduğu kurak dönemlerde kök lezyon nematodlarının durgun döneme geçtiği yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Akdeniz bölgesinde yapılan çalışmada Adana ilinde tarla koşullarında *Pratylenchus* spp. popülasyon yoğunluğu mart ayında yüksek, sıcaklığın artışa geçtiği dönemlerde popülasyonun azaldığı tespit edilmiştir (Elekeçioğlu ve Gözel, 1997). Nisan ayında ÇB parselinde *Pratylenchus* yoğunluğu parseller arasındaki en yüksek yoğunluğa ulaşmıştır. Ülkemizde yapılan benzer bir çalışmada ise; Şahin ve ark., (2008), Ankara'nın Haymana ilçesindeki buğday tarlasında *Heterodera filipjevi*, *P. thornei*, ve *P. neglectus* popülasyonlarının mevsimsel değişikliklere karşı etkilerini incelemişlerdir. Araştırmalarında karlı ve soğuk geçen kasım-nisan ayları arasında *Pratylenchus* türlerinde en düşük yoğunluğun gözlemlendiğini bildirmişlerdir. Aynı şekilde artan sıcaklıklar ile birlikte haziran ve temmuz aylarında da tarla popülasyonunda önemli düşüş olduğunu belirtmişlerdir. Buğdayda yüksek kök lezyon nematodu popülasyonlarında verimde önemli azalmalar ortaya çıkabilmektedir. ABD'nin Oregon ve Washington eyaletlerinde 100 cm³ toprakta yaklaşık 611,6 *P. neglectus* bulunması durumunda kış sezonunda verim kaybı %37'ye, yaz sezonunda ise 100 cm³

Buğday-Fiğ Rotasyonu ve Farklı Toprak İşleme Yöntemlerinin Kök Lezyon Nematodları (*Pratylenchus spp.*)'nin Popülasyon Gelişimleri Üzerine Etkileri

toprakta 244,65 *P. neglectus* bulunduğunda da verim kaybı %14 seviyelerinde olduğu bildirilmiştir (Johnson ve ark., 2008). Toprak işleme aletlerinin işleme derinliği nematodların taşınımı açısından önemlidir. Toprakta bulunan nematodların yoğunluklarında, toprak işleme aletlerinin çalışma derinliğine bağlı olarak farklılıklar gözlemlenebilmektedir. Çizel diğer toprak işleme aletlerine göre yüzey alanı az olan bir işleme aletidir. Buğday, *Pratylenchus spp.*'nin ana konukçularından birisidir. *Pratylenchus spp.* buğdayda daha fazla zarar oluşturma potansiyeline sahiptir. Bu nedenle en yüksek yoğunluk ÇB parselinde tespit edilmiştir. Wu ve ark., (2019), Çin'de yaptıkları bir çalışmada *P. neglectus*'un kışlık buğday üretimi yapılan alanlardaki (Jimai 22 ve Tainong 18 çeşidi) popülasyon gelişimlerini iki yıl boyunca (2009-2011) takip etmişlerdir. Çalışma sonucunda buğday kök bölgesindeki maksimum nematod yoğunluğunu ekili olan buğday çeşitlerinde 2009-2010 sezonunda sırasıyla 464,00 ve 326,66, 2010-2011 sezonunda ise 199,33 ve 339,33 olarak bulmuşlardır. Kök lezyon nematodlarının zararına ilişkin yapılan diğer bir çalışmada ise *P. thornei* ve *P. neglectus*'un konukçusu olduğu buğdayda %30-70 arasında verim kaybına neden olduğu bildirilmektedir (McDonald ve Nicol 2005; Thompson ve ark., 2008; Vanstone ve ark., 2008). Rotasyon uygulamasının uygulandığı dönemlerde nematod popülasyonu düşmüştür.

Sonuçlar ve Öneriler

Bu araştırma da buğday-fiğ ürün rotasyonu uygulaması ve 3 farklı toprak işleme aletinin *Pratylenchus spp.*'nin popülasyon gelişimine etkisi 2019-2021 yıllarında araştırılmıştır. En fazla yoğunluğun tespit edildiği toprak işleme aleti çizel olmuştur. En az popülasyon yoğunluğunun bulunduğu parsel Pulluk-Fiğ parseli olarak tespit edilmiştir. Pulluk ve rotatiller ile toprak işleme yapılan parsellerde her iki yılda da, tarla popülasyonunun yüksek olduğu Nisan aylarında bile popülasyon yoğunluğunun düşük olduğu gözlemlenmiştir. Derin sürüm toprak işleme aletlerinin tarladaki mevcut nematod popülasyonuna olumsuz bir etkisi olduğu yapılan bu çalışma ile belirlenmiştir. Nematodların topraktaki popülasyon yoğunlukları toprak sıcaklığına ve hava şartlarına bağlı olarak değişebilmektedir. Toprak sıcaklığının ve neminin düşük olduğu hava koşullarında nematodlar toprağın daha derinine inmekte, toprak sıcaklığının ve neminin optimum olduğu koşullar da toprağın 0-30 cm derinliğinde yaşam ortamı bulmaktadır. Mart-nisan-mayıs aylarında yağışın ve sıcaklığın ortalama değerlerde olduğu hava koşullarında nematod yoğunluğu en yüksek düzeyde bulunmuştur. Temmuz-ağustos-eylül ve aralık-ocak-şubat aylarında ise sıcaklığın en yüksek ve en düşük olduğu hava koşullarında yoğunluk en düşük düzeylerde tespit edilmiştir. Nematodlar ile mücadele de ürün rotasyonu uygulamasının yapılan araştırma ile önemi bir kez daha ortaya çıkmaktadır. Farklı toprak işleme aletlerinin kullanımının da yoğunluğu değiştirebileceği, toprak işleme yapmadan önce nematodlar ile ilgili mücadele de kullanılacak olan toprak işleme aletlerinin dikkatli ve mücadeleye katkısı düşünülerek seçilmesinin de önemli olabileceği belirlenmiştir.

Teşekkür: Dardanos yerleşkesindeki kendi deneme alanlarında bu tez çalışmasını yapmamıza olanak sağlayan Sayın Prof. Dr. Sakine ÖZPINAR'a teşekkür ederiz.

Not: Bu makale birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında yürüttüğü yüksek lisans çalışmasının bir kısmından üretilmiştir.

Kaynakça

- Agrios, G.N., 1969. Plant diseases caused by nematodes, In: Plant pathology Academic Pres Inc., New York, 169 p.
- Agrios, G.N., 1997. Plant Pathology. Academic Press incorporated, London.
- Anonim, 2009. <http://dergiler.ankara.edu.tr/dergiler/42/474/5458.pdf>. Erişim Tarihi: 24.03.2022.
- Anonim, 2010. <https://www.frmtr.com/tarim-ve-hayvancilik>. Erişim Tarihi: 07.11.2019.
- Decraemer, W., Hunt, D.J.M., 2006. Plant Nematology, 2nd ed., Perry, R.N. and Moens, M. (eds), CABI Publishing, Wallingford, Oxfordshire, UK and Boston, USA.
- Elekçioğlu, H.İ., Gözel, U., 1997. Effect of mixed populations of *Paratrophurus acristylus*, *Pratylenchus thornei* and *Pratylenchus* sp. (Nematoda: Tylenchida) on yield parameters of wheat in Turkey. *International Journal of Nematology*. 7 (2): 217-220.
- Handoo, Z.A., Golden, A.M., 1989. A key and diagnostic compendium to the species of the genus *Pratylenchus* filipjev, 1936 (lesion nematodes). *Journal of Nematology*. 21: 202-218.
- Hooper, D.J., Janet, A., 1986. Cowland. "Fungal hosts for the chrysanthemum nematode, *Aphelenchoides ritzemabosi*." *Plant pathology* 35 (1): 128-129.
- Johnson, W.A., Johnston, R.H., Johnston, J.A., Kushnak, G.D., Grey, W., Burrows, M.E., Dyer, A.T. 2008. Root lesion nematodes in wheat. *MontGuide* 2: 1-4.
- Kepenekçi, İ., 2012. Genel Nematoloji, cilt 1, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Eğitim Yayım ve Yayınları Daire Başkanlığı, Ankara, Türkiye.
- Mcdonald, A.H., Nicol, J.M., 2005. Nematode parasites of cereals. In: Luc M, Sikora R A, Bridge J (Eds.). *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*, CAB International, London, pp.131-191
- Nicol, J.M., 1996. The distribution, pathogenicity population dynamics of *Pratylenchus thornei* on wheat in South Australia. PhD Thesis, University of Adelaide, Australia, pp. 236.
- Nicol, J.M., 2002. Important nematode pests. In: Curtis, B. C., Rajaram, S., Gomez Macpherson. H. (Eds.). *Bread Whead Improvement and Production*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, pp. 345-366.
- Perry, R.N., Moens, M., 2013. (eds). *Plant nematology*. Cabi.
- Sasser, J.N., 1987. A Perspective on Nematode Problems Worldwide. In Saxena, M.C., Sikor, R.A. and Sarivastava, J.P (Eds), *Nematode Parasitic to Creals and Legumes in Temperate Semi-Arid Regions*. Proceedings of a Workshop Held at Larnaca, Cyprus, 1-5: 1-12.
- Şahin, E., Nicol, J.M., Yorgancılar, A., Elekçioğlu, İ.H., Tülek, A., Yıldırım, A.F., Bolat, N., 2008. Seasonal variation of field populations of *Heterodera filipjevi*, *Pratylenchus thornei* and *P. neglectus* on winter wheat in Turkey. *Nematologia Mediterranea*. 36: 51-56.
- Tüik, 2021. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori>. Erişim Tarihi: (21.02.2022).
- Yıldırım, A.F., Nicol, J.M., Bolat, N., Şahin, E., Elekçioğlu, H.İ., Hodson, D., Tülek, A., Hekimhan, H., Yorgancılar, A., 2007. Orta Anadolu Bölgesi Buğday Ekim Alanlarında Nematodların Dağılımı ve Toprak Özellikleri ile İlişkilerinin Araştırılması. *Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri* (27-29 Ağustos, Isparta), 76 s.
- Wu, H.Y., Wang, D.Y., Li, J.Q., Zhou, X.B., 2019. Population dynamics of the root-lesion nematode, *Pratylenchus neglectus*, during the winter wheat growing season in Tai'an, China. *Russian Journal of Nematology*, 27(1): 47-56.



Sera Şartlarında Süs Bitkileri Üretimine Yönelik Gerçekleştirilen Farklı Tarımsal Uygulamalar

Arda AKÇAL^{1*}

<https://orcid.org/0000-0002-0426-0745>

Alper DARDENİZ¹

<https://orcid.org/0000-0003-3480-662X>

Mevlüt AKÇURA³

<https://orcid.org/0000-0001-7828-5163>

Murat YILDIRIM⁴

<https://orcid.org/0000-0002-0879-8331>

Seçkin KAYA¹

<https://orcid.org/0000-0003-2157-7215>

Hanife GENÇ²

<https://orcid.org/0000-0001-8180-4307>

Ünal KIZIL⁴

<https://orcid.org/0000-0002-8512-3899>

İsmail TAS⁴

<https://orcid.org/0000-0003-0872-2529>

Okan ERKEN⁵

<https://orcid.org/0000-0001-5177-7432>

- 1 ÇOMÜ Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 17100, Çanakkale.
- 2 ÇOMÜ Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, 17100, Çanakkale.
- 3 ÇOMÜ Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 17100, Çanakkale.
- 4 ÇOMÜ Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 17100, Çanakkale.
- 5 ÇOMÜ Lapseki M.Y.O., Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, 17100, Çanakkale

*Sorumlu yazar: aakcal@comu.edu.tr

Özet

Bu araştırma, 2017-2018 yılları arasında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Dardanos Yerleşkesi 'Ziraat Fakültesi Uygulama Alanı'nda kurulan beşik çatılı polikarbon örtülü, galveniz-çelik konstrüksiyonlu serada gerçekleştirilmiştir. Kompostlaştırılmış farklı tarımsal atıkların mevsimlik süs bitkisi fide üretiminde yetiştirme ortamı olarak kullanılabilirliğinin ortaya konulması amacıyla yürütülen araştırmada bitkisel materyal olarak Yıldız çiçeği (*Dahlia* ssp.)'nin tohum ve fideleri kullanılmıştır. Tohum ekimi torf perlit ortamında gerçekleştirilmiş, burada geliştirilen genç fideler 2-3 yapraklı dönemde alınarak yeşil ceviz kabuğu, çeltik kavuzu ve zeytin pirinası gibi Çanakkale bölgesinin önemli tarımsal atıklardan elde edilmiş kompostlara şaşırtılmıştır. Araştırmada yetiştirme ortamı olarak kullanılan farklı agregatların, yıldız çiçeğinin fide gelişimi ve çiçeklenme özellikleri üzerine olan etkileri incelenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar özellikle yeşil ceviz kabuğu kompostunun torfa alternatif bir süs bitkisi yetiştirme ortamı olarak kullanılabilmesine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Tarımsal atık, kompost, süs bitkileri, mevsimlik çiçek, örtü altı üretim.

Different Agricultural Treatments for Ornamental Plants Production in Greenhouse Conditions

This research was carried out, in the greenhouse with barrel-roofed polycarbonate covered and galvanized-steel construction, established in the Dardanos Campus 'Faculty of Agriculture Application Area of Çanakkale Onsekiz Mart University, in between the yaers of 2017-2018. Seeds and seedlings of Dahlia (*Dahlia* ssp.) were used as plant material in the research carried out to demonstrate the usability of different composted agricultural wastes as a growing medium in annual ornamental plant seedling production. Seeds were sowed in peat perlite medium. Young seedlings were transferred at 2-3 leaf stage and planted in different growing media with composts obtained from important agricultural wastes of Çanakkale region such as green walnut shell, olive pomace compost, rice compost and peat. In the research, the effects of different aggregates used as growing media on seedling growth and flowering characteristics of dahlia were investigated. The results indicate that especially green walnut shell compost can be used as an alternative medium for ornamental plant growing to the peat.

Keywords: Agricultural waste, compost, ornamental plants, annual flowers, greenhouse production.

Giriş

Günümüzde gelişmiş pek çok ülke tarımsal üretimini modern teknikler kullanarak serada (örtü altı üretim) gerçekleştirmektedir. Küresel iklim değişikliğinin etkilerinin yakından hissedildiği tarım sektöründe örtü altı üretimiyle ön planda yer alan coğrafi bölgelerin tropik kuşağın etkisi altına girmesiyle birlikte özellikle süs bitkileri sektöründe gerçekleşen seracılık faaliyetlerinin giderek kuzeyde yer alan bölgelerde yayılış göstereceği ön görülmektedir. Süs bitkileri sektörü bakımından ürün yönetimi, üretim planlaması ve sera koşullarında modern yetiştirme teknikleri kullanılarak yapılan üretim günümüzün başlıca araştırma konuları arasında yer almaktadır.

Seralar, sıcaklık, ışık vb. çevresel faktörlerin kontrol edilebildiği, yılın her döneminde üretim yapılabilecek özelliklerde dizayn edilerek düzenlenebilen özel bitki yetiştirme alanlarıdır. Ticari olarak yetiştiriciliğin yapılması amacıyla cam ve plastik gibi ışığı maksimum düzeyde geçirebilen örtü malzemesiyle kaplanarak, iklime uygun olarak seçilen farklı yapı malzemeleriyle inşa edilebilirler.

Kuzey Avrupa’da yer alan ülkelere kıyasla ülkemizde seracılık faaliyetleri çoğunlukla ek ısıtma gerektirmeksizin, iklimsel avantajlar kullanılarak yapılabilmektedir. Örtü altı üretim ekolojije bağımlı olarak gelişme gösterdiğinden, öncelikle güney kıyılarımızda yoğun olarak yayılmış, 1960’lı yıllarda plastik türevlerinin sera örtüsü olarak kullanıma girmesi ve büyük illere olan ulaşım sorunlarının giderilmesiyle birlikte hızla seracılık faaliyetleri artmaya başlamıştır. Türkiye’de örtü altı üretim çoğunlukla Akdeniz bölgesi olmak üzere Ege, Marmara ve Karadeniz bölgelerinde yapılmaktadır (Sevgican, 2003).

Ülkemizde sera alanlarının büyük bir kısmı sebze üretimi için değerlendirilirken, buna karşın yalnızca % 3’lük bir sera alanında süs bitkileri üretimi gerçekleştirilebilmektedir. Bu duruma neden olan başlıca faktörler arasında; örtü altı süs bitkileri yetiştiriciliği bakımından seranın ilk kurulum ve işçilik maliyetlerinin yüksek olması, birçok süs bitkisi türünün tropik orjinli olması nedeniyle kışın serada ısıtma giderlerinin artması, kullanılan üretim materyalleri ve yetiştirme ortamlarının yurt dışından ithal yollarla karşılanması yer almaktadır. Saksılı (iç mekan) süs bitkilerinin saksı içerisinde yer alan yetiştirme ortamıyla birlikte satışa sunulması ve pazara gönderilmesi nedeniyle süs bitkileri üretiminin gerçekleştirildiği seracılık faaliyetlerinde en büyük girdi maliyetlerini bitkiler için kullanılan torf, cocopeat (hindistan cevizi torfu) vb. ithal yetiştirme ortamları oluşturmaktadır. Bu bağlamda, süs bitkilerinde alternatif yetiştirme ve çoğaltma ortamlarının kullanımı üzerine pek çok araştırma yapılırken, tarımsal kökenli organik atıkların değerlendirilmesine yönelik olarak ise çok az sayıda araştırmanın var olduğu bilinmektedir. Chen ve Hadar (1986), torfun yerine kullanılacak çürütülmüş tarım artıkları üzerinde yürüttükleri bir çalışmada, katı sığır gübresi ve üzümde elde edilen cibrenin, bazı biyokimyasal özelliklerini ortaya koymuş, sebze ve süs bitkisi yetiştiriciliği bakımından fide büyüme ortamı olarak denemiştir. Çalışmada, torfa nazaran bitki büyümesinin daha iyi sonuç verdiği belirlenmiş, torf’a gübre ve cibrenin 1:1 oranında ilave edilmesiyle elde edilen substratın fide yetiştiriciliğinde kullanılacağı rapor edilmiştir. Siklamen bitkileri üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada ise, torf, ahır gübresi, artık mantar kompostu, yaprak çürüntüsü ve çam kabuğu gibi tarımsal atıklar ile çeşitli inorganik materyallerden oluşan karışımlar yetiştirme ortamı olarak denenmiş, torf+çam kabuğu kompostu+ %10 perlit karışımından oluşan yetiştirme ortamının siklamen bitkilerinde yaprak ve çiçek sayısını arttırdığı ve daha kompakt bir görünüm elde edildiği ifade edilmiştir (Soyergin, 2002).

Akçal (2014) tarafından frezya çiçeği üzerinde farklı yetiştirme ortamlarının korm gelişimi ve çiçeklenme özelliklerine etkilerinin belirlenmesine yönelik olarak gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise, torf, çam kabuğu, perlit karışımının çiçeklenmede düşük oranda erkencilik sağladığı belirtilmiştir. Kahraman ve Akçal (2016)’ın topraksız tarım yöntemiyle farklı yetiştirme ortamlarının göl soğanı (*Leucojum aestivum* L.) yetiştiriciliğinde kullanılabilirliği üzerine yürüttükleri bir çalışmada, yetiştirme ortamı olarak çam kabuğu rendesinin torf ve cocopeat’e nazaran daha başarılı sonuç verdiği ifade edilmiş, diğer taraftan çam kabuğu rendesinde yetişen göl soğanlarında soğan büyüklüğü ve kök kalitesinde önemli düzeyde artış olduğu bildirilmiştir.

Çanakkale koşullarında örtü altında gerçekleştirilen bu çalışmanın amacı, modern seracılık faaliyetleri kapsamında topraksız tarım yöntemiyle farklı tarımsal artıklardan elde edilen kompostların bitki yetiştirme ortamı olarak kullanılarak mevsimlik çiçek fidesi üretiminin gerçekleştirilmesidir.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Dardanos Yerleşkesinde yer alan Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama merkezindeki polikarbon örtülü, galvaniz – çelik konstrüksiyonlu serada, 2017 – 2018 yılları arasında yürütülmüştür (Şekil 1 ve Şekil 2).

Denemede mevsimlik çiçek türlerinden Yıldız çiçeği (*Dahlia ssp.*)'nin tohum ve fideleri bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Yıldız çiçeği, çoğunlukla yaz ve sonbahar aylarında çiçeklenen yumru köklü tali bitkiler sınıfında yer alan bir bitkidir. 27 farklı türü bulunan bu bitkinin 9 m'ye kadar boylanabilmesine karşın, nadiren bodur türlerine de rastlanmaktadır (Brickell, 1992; Hessayon, 1993). Ilıman iklimlerde erken çiçek tomurcuğu oluşturan bitki tohumdan ekildiğinde ilk yıl çiçeklenebilmesi nedeniyle mevsimlik çiçek olarak değerlendirilebilmektedir (Mc Claren, 2004; Alp, 2008).

Tesadüf blokları deneme düzenine göre planlanmış olan çalışma, 3 tekerrürlü olarak yürütülmüş ve her tekerrürde 20 adet çiçek fidesi yer almıştır. Yıldız çiçeğinin tohumları torf+perlit karışımına viyol içerisine ekilmiş, iki hafta ışısız bir ortamda ortalama 10 günlük çimlenme süresinin ardından serada 2-3 yapraklı döneme ulaşan yavru fideler seyreltilerek 10 cm çapında 1 Lt' lik alttan drenajlı PE tüp saksılara transfer edilmiştir (Şekil 3). Tüplere alınan fideler sera içi sıcaklıkların yükseldiği Haziran ayı içerisinde sera dışına alınmış, burada havalandırılarak, iki günde bir sulama yapılarak yarı gölge ortamda bekletilmiştir. Araştırmada topraksız kültür yöntemine göre yetiştirilen fidelerin dikilebilmesi için saksılarda katı ortam kültürü uygulanmıştır. Çanakkale bölgesinde yoğun olarak tarımı yapılan bitkilerin budama ve işleme artıklarından elde edilen zeytin pirinası, yeşil ceviz kabuğu ve çeltik kavuzu, Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü laboratuvarında kompostlaştırma işlemine alındıktan sonra yetiştirme ortamı olarak kullanılmıştır. Torf içerisinde yetiştirilenler ise kontrol grubu bitkileri olarak belirlenmiştir.

Çalışmada bitkilerin sulama işleminin gerçekleştirilmesi amacıyla damlama sulama sistemi kullanılmış, ahtapot damlatıcılar saksılara ince lateral borularla getirilmiştir. Bitkilerin beslenmesi amacıyla hazırlanan besin çözeltisi miktarı ve verilme zamanı bitkinin gelişme durumuna, sera içi çevresel faktörlere (sıcaklık, ışık, nem vb.) bağlı olarak farklılık göstermiştir. Bitkilerin beslenmesinde Resh (1981), tarafından modifiye edilmiş Hoagland formülasyonlu besin çözeltisi kullanılmıştır.



Şekil 1. Yıldız çiçeği (*Dahlia ssp.*) tohumlarının sera koşullarında viollere ekilmesi.



Şekil 2. Yıldız çiçeği (*Dahlia ssp.*) fidelerinin serada yetiştirme aşamaları.



Şekil 3. Tüplere alınmış ve çiçek tomurcuğu oluşturmuş Yıldız çiçeği (Dahlia ssp.) fideleri.

Araştırmada fidelere uygulanan yetiştirme ortamlarının etkilerinin belirlenebilmesi amacıyla fide boyu ve kalınlığı (cm), çiçek çapı (mm), tomurcuk sayısı (adet/fide), çiçek sap uzunluğu (cm), çiçek sapı kalınlığı (mm), petal sayısı (adet/çiçek), petal uzunluğu (mm), petal kalınlığı (mm), yaprak uzunluğu (cm), yaprak eni (mm), yaprak kalınlığı (mm) belirlenmiştir.

İstatistiksel analiz

Araştırmada elde edilen veriler SAS istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Bitkisel özelliklere göre yetiştirme ortamlar arasındaki farklılıklar ise t testi uygulanarak belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Sera koşullarında farklı tarımsal atıkların mevsimlik süs bitkilerinde yetiştirme ortamı olarak kullanılabilirliğinin belirlenmesine yönelik olarak yürütülen denemede elde edilen sonuçlar Çizelge 1’de verilmiştir. Buna göre farklı yetiştirme ortamlarının yıldız çiçeğinin fide gelişimi ve çiçeklenme özellikleri üzerinde istatistiki olarak ($p < 0,01$) önemli düzeyde etki meydana getirdiği saptanmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Farklı bitki yetiştirme ortamlarının bazı fide ve çiçek kalite özelliklerine etkisi

Bitki Yetiştirme Ortamları	Fide Boyu*	Fide Kalınlığı*	Çiçek sap uzunluğu*	Çiçek sap kalınlığı*	Çiçek çapı*	Çiçek tomurcuk sayısı**
	(cm)	(cm)	(cm)	(mm)	(mm)	(adet)
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$
Torf (Kontrol)	38.8±0.3a	16.3±0.2a	41.2±1.5a	5.3±0.3a	77.4±1.1a	3±0.3a
Yeşil ceviz kabuğu	35.9±0.4b	13.2±0.4b	38.3±1.1ab	4.2±0.2b	75.8±1.5a	3±0.0a
Zeytin Pirinası	29.4±0.4c	10.1±0.4c	33.2±0.6c	4.2±0.2b	64.4±2.2b	3±0.4a
Çeltik Kavuzu	27.3±0.4d	7.4±0.1d	34.4±2.3bc	2.5±0.2c	54.7±2.6c	2±0.4b

Çalışmada fide boyu gelişimi bakımından ortalama en yüksek değer 38.8 cm ile torf yetiştirme ortamında gerçekleşmiştir. Bu değeri sırasıyla yeşil ceviz kabuğu kompostu (35.9 cm), zeytin pirinası kompostu (29.4 cm) ve ortalama 27.3 cm ile çeltik kavuzu kompostu takip etmiştir. En yüksek fide kalınlığı değeri ortalama 16.3 cm ile torf ortamında gerçekleşirken, en düşük değer ise 7.4 cm ile çeltik kavuzu kompostundan elde edilmiştir. Bu bağlamda, fide gelişim özellikleri bakımından yeşil ceviz kabuğu kompostunun kontrol grubuna (torf) yakın sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Fide özellikleri açısından ortamlar arasında görülen bu farklılığın yetiştirme ortamlarının agregat yapısı, su tutma kapasitesi ve ortamlardaki porozite oranından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Mevsimlik çiçek türlerinde çiçeğin iriliği ve çiçek tomurcuğu sayısı önemli kalite kriterleridir. Bu çalışmada çiçek çapı, çiçek sap uzunluğu ve kalınlığı ile fide başına düşen çiçek tomurcuk sayısına ait bulgular değerlendirildiğinde, özellikle yeşil ceviz kabuğu kompostunun torfa alternatif fide yetiştirme ortamı olarak kullanılabilirliği ön görülmektedir. Diğer taraftan, çiçek çapı ve çiçek sap uzunluğu değerleri bakımından yeşil ceviz kabuğu kompostunun torf ortamında yetişen bitkilere (kontrol) nazaran istatistiksel anlamda aynı düzeyde ($p < 0.01$) etki meydana getirdiği belirlenmiştir. Benzer şekilde, fideler üzerinde meydana gelen çiçek tomurcuğu sayısı bakımından yeşil ceviz kabuğu

ve zeytin pirinası kompostunun etkisi torf (kontrol) yetiştirme ortamı ile aynı düzeyde gerçekleşmiştir (Çizelge 1). Bazı araştırmacılar zambak bitkisinde farklı toprak harcı kullanımının çiçek kandili oluşumunu arttırdığını bildirmiştir (Yılmaz ve Korkut, 1998). Hatamzadeh ve ark. (2012)'da soğanlı bitkilerden *Polianthes tuberosa* 'nın yetiştiriciliğinde küçük soğan ve ağır bünyeli toprak kullanılmasının bitkide meydana gelen başak sayısını azalttığını, organik ve inorganik materyallerin yetiştirme harcına homojen dağılması ile başak sayısının arttırılabileceğine dikkat çekmiştir. Akçal (2014), torf/çam kabuğu/perlit'ten oluşan yetiştirme ortamında frezyanın başak sayısının arttığını rapor ederken, Soyergin ve ark. (1994)'nın bazı saksılı süs bitkilerinde yürüttükleri çalışmada yerli torf ve kompostlanmış ince çam kabuğu karışımının çiçek tomurcuğu sayısını arttırdığı bildirilmiştir.

Çizelge 2. Farklı bitki yetiştirme ortamlarının bazı yaprak gelişimi özelliklerine etkisi

Bitki Yetiştirme Ortamları	Petal uzunluğu*	Petal eni*	Petal sayısı**	Yaprak kalınlığı*	Yaprak uzunluğu*	Yaprak eni
	(mm)	(mm)	(adet)	(mm)	(mm)	(mm)
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$
Torf (Kontrol)	27.2±0.4a	6.3±0.1a	125±3.2a	0.59±0.02a	57.9±2.9a	33.4±2.6öd
Yeşil ceviz kabuğu	26.7±0.2a	5.8±0.2ab	102±8.1ab	0.56±0.02a	51.4±1.2b	32.3±2.0öd
Zeytin Pirinası	23.1±0.4b	4.7±0.1c	95±6.5b	0.45±0.01b	47.7±1.3b	33.4±1.0öd
Çeltik Kavuzu	21.4±0.8c	5.6±0.2b	62±3.9c	0.38±0.03b	50.9±1.0b	31.8±1.3öd

Çalışmada kullanılan farklı tarımsal atıklardan elde edilen kompostların yıldız çiçeğinin vegetatif gelişim ve bazı yaprak özellikleri üzerinde istatistiksel anlamda önemli düzeyde ($p<0.01$) etki meydana getirdiği saptanmıştır (Çizelge 2). Petal uzunluğu bakımından en yüksek değer sırasıyla torf (27.2 mm) ve yeşil ceviz kabuğu (26.7mm) kompostunda belirlenmiştir. Petal uzunluğu, petal eni ve petal sayısı bakımından her iki ortamın da istatistiksel anlamda aynı düzeyde ($p<0.01$) etkili olduğu Çizelge 2'de görülmektedir. Yaprak kalınlığı bakımından en yüksek değerler torf ve yeşil ceviz kabuğu kompostundan elde edilmiştir. Yaprak uzunluğu bakımından torf (kontrol) dışında kalan yetiştirme ortamları istatistiksel açıdan torf ortamına göre aynı düzeyde farklılık oluşturmuştur. Çalışmada değerlendirilen yetiştirme ortamlarının yaprak eni üzerindeki etkisi ise istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır (Çizelge 2).

Sonuçlar ve Öneriler

Farklı bitki yetiştirme ortamlarının mevsimlik süs bitkilerinden Yıldız çiçeğinin (*Dahlia* ssp.) fide gelişimi ve çiçeklenme özelliklerine etkisi üzerine sera koşullarında yürütülen bu çalışmada, Kuzey Ege bölgesinde tarımsal üretim sonucunda ortaya çıkan tarımsal atıkların kompostlaştırıldıktan sonra serada süs bitkileri üretimi için yetiştirme ortamı olarak tekrar değerlendirilebileceği belirlenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen ön sonuçlar, özellikle yeşil ceviz kabuğu kompostunun torf'a alternatif bir süs bitkisi yetiştirme ortamı olarak kullanılabilmesine işaret etmektedir. Diğer taraftan, çalışmada kullanılan farklı tarımsal kökenli atıkların özellikleri ve etki mekanizmalarının daha iyi anlaşılabilmesi, ticari açıdan süs bitkisi yetiştirme ortamı olarak sektöre kazandırılabilmesi bakımından farklı süs bitkisi tür ve çeşitleri üzerinde bu yetiştirme ortamları ile yeni araştırmaların gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Not: Bu araştırma "Sera Şartlarında Sebze ve Süs Bitkileri Yetiştiriciliğine Yönelik Üretim Teknikleri ve Tarımsal Uygulamalar Üzerine Araştırmalar" başlıklı FAY-2017-1159 nolu proje kapsamında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından desteklenmiştir.

Teşekkür

Araştırmada kullanılan yetiştirme ortamlarının temini ve hazırlanmasında katkı sunan ÇOMÜ Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü Öğretim Üyelerinden Prof. Dr. Yasemin Kavdır'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Akçal, A., Golden Wave' Frezya Çeşidinde Dikim Zamanları ile Yetiştirme Ortamlarının Korm ve Çiçek Oluşumuna Etkisi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi. 2014; 2(1): 75-67.
- Alp, Ş., 2008. Yıldız çiçeği-dahlia (*Dahlia* ssp.) yetiştiriciliği, sınıflandırılması ve kullanımı. Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi, 1(1):41-44.
- Brickell, C., 1992. Encyclopedia of gardening. The Royal Horticultural Society, London.648.
- Chen, Y., Hadar, Y. 1986. Composting And Use Of Agricultural Wastes İn Container Media. Compost Production Quality And Use. Proceedings Of A Symposium Organized By The Commision Of The European Communities. Directorate General Science, Research and Development, Udine, İtaly, 17–19 April 1986. 1987; 71-77.
- Hatamzadeh, A., Tehranifar, A., Akbar, i R., 2012. Effect of Planting Depth, Bulb Size and Their Interactions on Growth and Flowering of Tuberose (*Polianthes tuberosa* L.), American–Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 12 (11): 1452–1456, 2012.
- Hessayon, D.G. 1993. The Flowers Expert. Pbi Publica-tions. 158.
- Kahraman, Ö., Akçal, A., 2016. The Enlargement of *Leucojum aestivum* L. in Different Substrates Under Greenhouse Condition. Scientific Papers. Series B, Horticulture. Vol. LX; 191-197.
- Korkut, A.B., 1998. Çiçek Yetiştiriciliği, Hasad Yayıncılık; s:98–107.
- McClaren, B. 2004. Encyclopedia of Dahlias Timber Press. USA, 211.
- Resh, H. M., 1981.Hydroponicfoodproduction. Wood bridge Press, California, pp.23–32.
- Sevgican, A., 2003. Örtüaltı Sebzeçiliği (Topraksız Tarım). Cilt II. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Bornova, İzmir.
- Soyergin, S., Genç, Ç., Ertan, N., 1994. Önemli Saksı Bitkilerinden Difenbahya ve Krotonun Harç ve Ticari Gübre İsteğinin Saptanması Üzerinde Araştırmalar. Bahçe, 23(1–2): 33–34.
- Soyergin, S., 2002. Siklamen Yetiştiriciliğinde En Uygun Yetiştirme Ortamının Belirlenmesi Üzerine Araştırma. II. Ulusal Süs Bitkileri Kongresi 22–24 Ekim Antalya S: 85–90.
- Yılmaz, R., Korkut A., 1998. Zambak (*Lilium* L.) Yetiştiriciliğinde Değişik Harç Kullanımının Çiçeklenmeye Etkileri. I Ulusal Süs Bitkileri Kongresi, 6–9 Ekim Yalova S: 113–118.



The Effect of Designed Drainage Structures on Landslide Areas: UAV Results of the Güzelyalı Landslide

Oya ERENOĞLU¹

R. Cüneyt ERENOĞLU^{2*}

<https://orcid.org/0000-0003-1235-3009>

<https://orcid.org/0000-0002-8212-8379>

Emin Uğur ULUGERLİ³

<https://orcid.org/0000-0001-5639-1109>

¹ ÇOMU, Department of Geography Education, Anafartalar Campus, Çanakkale, Turkey

² ÇOMU, Department of Geomatics Engineering, Terzioğlu Campus, Çanakkale, Turkey

³ ÇOMU, Department of Geophysics Engineering, Terzioğlu Campus, Çanakkale, Turkey

*Sorumlu yazar: ceren@comu.edu.tr

Abstract

Unmanned aerial system has been widely used to produce highly- precise orthomosaics, digital surface models, digital terrain models and three dimensional models in many applications. It is also utilized to determine and to monitor landslide sites using low-cost photogrammetric approach. Particularly, possibility of high precise-sensor acquisition provides substantial information about geometric features and classification for landslides. Landslides are highly erosive processes that dominate soil movement and reshape lands. Therefore, measuring and characterizing landslide volume is essential for disaster prevention and understanding landscape evolution. In this study, a new low-cost drone-based methodology is used to detect soil mass movement caused by rain water drainage constructed to evacuate water in an active landslide area. To do it, the principles, analyzes and results of landslide monitoring are presented by using aerial photographs obtained with the help of high-resolution cameras integrated with unmanned aerial vehicles. For this purpose, an active landslide near Güzelyalı Village (Çanakkale, Turkey) was selected as the study area. Beside the given high-accurate geometric model, the approach has provided fast, efficient and economical solutions.

Key Words: UAV, GPS/GNSS, Photogrammetry, Water drainage, Volume

Tasarlanan Drenaj Yapılarının Heyelan Alanlarına Etkisi: Güzelyalı Heyelanı İHA

Özet

İnsansız hava sistemi, birçok uygulamada yüksek hassasiyetli ortomozaikler, sayısal yüzey modelleri, sayısal arazi modelleri ve üç boyutlu modeller üretmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Düşük maliyetli fotogrametrik yaklaşımla heyelan sahalarının belirlenmesi ve izlenmesi için de kullanılmaktadır. Özellikle, yüksek hassasiyetli algılayıcılar, heyelanlar için geometrik özellikler ve sınıflandırma hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır. Heyelanlar, toprak hareketine neden olan ve arazileri yeniden şekillendiren sonucunda erozyona neden olan süreçlerdir. Bu nedenle, heyelan hacmini ölçmek ve belirlemek, afetlerin önlenmesi ve peyzaj evriminin anlaşılması için esastır. Bu çalışmada, aktif bir heyelan alanında suyun tahliyesi için inşa edilen yağmur suyu drenajının neden olduğu toprak kütlesi hareketini tespit etmek için düşük maliyetli insansız hava aracına dayalı yeni bir metodoloji kullanılmıştır. Bunun için insansız hava araçları ile entegre yüksek çözünürlüklü kameralar yardımıyla elde edilen hava fotoğrafları kullanılarak heyelan izleme prensipleri, analizleri ve sonuçları sunulmuştur. Bu amaçla, çalışma alanı olarak Güzelyalı Köyü (Çanakkale, Türkiye) yakınlarında aktif bir heyelan seçilmiştir. Verilen yüksek doğruluğa sahip geometrik modelin yanı sıra, yaklaşım hızlı, verimli ve ekonomik çözümler sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Insect, Agricultural Pest, Biodiversity, Global Warming, Climate Change

1.Introduction

Since the effective use of photogrammetry, a wide variety of carrier platforms and imaging systems have been used. Many carrier platforms, from helicopters to airplanes, from space shuttles to satellites, have taken their places in the literature according to their suitability for the project. Today, small size UAVs (Unmanned Aerial Vehicles) have reached a practical, reliable and functional level enabling this technology to enter the Geomatics market as an additional platform for spatial data collection (Eisenbeiss, 2009). Although some data is obtained by means of sensors to be mounted on such a device, data collection is carried out using digital cameras in order to obtain higher precision in various applications. In addition to the high sensitivity, it provides the fact that the system is quite economical compared to other measurement methods making UAV-based measurement systems popular. In the last decade, there has been a marked increase in the number of UAV-based applications in robotics, computer vision, processing systems, sensor integration and data processing, geomatics and other different scientific disciplines. If the subject is handled from the geomatics perspective, the system provides important contributions both economically and technically in terms of application areas. However, the UAV measurement technique is in competition with other measurement technologies such as GNSS measurement, terrestrial laser scanning and photogrammetry, and aerial photogrammetry using aircraft or helicopters and medium or large format cameras that already exist in the cartography industry. Many studies have been carried out on subjects such as monitoring the settlements, changes in forest areas, changes in road and water networks, and monitoring of pollution in residential areas or outside the residential areas by using UAV-based imaging technique (Eisenbeiss et al., 2005, Eisenbeiss, 2009; Niethammer et al., 2009; Vogler et al., 2009). The reliability of the UAV system, the quality and accuracy of the final products, easy applicability, low cost and modern method make it widely used in the photogrammetric field today (Sauerbier et al., 2011). Recently, especially some private companies have been producing digital terrain models and orthophotos obtained with UAV-based technology in some of their applications. In addition, the UAV measurement method has been started to be used in monitoring the construction in the land, forest areas, open and closed mines and waste areas and determining the changes in the land (Kun and Özcan, 2019; Wing et al., 2014)). Considering the ease of use and cost of modern UAVs, as well as the reliability, quality and sensitivity of the system, it can be used effectively and widely in mapping applications. Since 2010, the use of UAV technology has continued to develop according to the studies and requirements in the field of cartography and has taken its current form. It has started to be used especially in monitoring the volumetric changes in open and closed mines and determining the deformations caused by these changes (Kun and Özcan, 2019). For example; UAV measurement technique was used to monitor the changes every 3 months in gravel quarries in Switzerland. By using the changes documented by the UAV, a law was enacted in Switzerland in 2012 regarding this study area, and some restrictions were made in the production of gravel. Both monitoring of the volumetric change and the rapid and effective data collection of the method increase the popularity of the system. The use of UAVs is expected to become widespread rapidly due to the added value they provide in documentation and data collection in different sectors. As it is known, monitoring spatial changes in any professional discipline is only possible by regularly monitoring the volumetric changes in the working area. For example; UAV technique was used to monitor the volumetric differences in a 1.08-hectare (120 x 90 m² size) gravel pit located in Lucerne, Switzerland (Eisenbeiss, 2009). For this purpose, 11 ground control points were determined in international and local coordinate systems by using differential GNSS measurements. Data were collected in two different periods, 2009 and 2010. Microdrones MD4-1000 quadcopter was used as UAV vehicle and Olympus EP-1 burst camera was used as camera. It is performed using professional software for camera calibration. This simple procedure takes approximately one hour, including image collection and processing. Camera calibration procedures are repeated before each measurement period. Images were created with 70% and 20% overlaps in the obtained block-lined flight direction. Image orientation is one of the most time-consuming steps in the evaluation of data in the UAV method. Digital Terrain Models (DTM) are obtained during the evaluation process in which internal and external orientation parameters are taken into account. Therefore, orthoimage production can be started only when an error-free DTM is created. Although this procedure is usually an automatic process, manual intervention is required in the stages of determining the focused work area and obtaining the final products. If necessary, single ortho-images in the block can be combined into photomosaic. However,

The Effect of Designed Drainage Structures on Landslide Areas: UAV Results of the Güzelyalı Landslide

the generalization of ortho-mosaics can be quite time-consuming if there are radiometric differences between the data. When UAV-based measurement and GNSS measurement methods are compared; although the accuracy of GNSS measurement is high, the dot density achievable in a given time is low. However, digital elevation models can be easily derived from the digital terrain model obtained from the UAV method.

The paper (a) presents an UAV-assisted photogrammetric procedure to generate high-accurate digital 3D point clouds and orthomosaics for modeling soil mass movement caused by rainwater drainage in a landslide area; (b) the study area and its geological setting; (c) material and methods; (d) data processing and the results; and (e) concluding remarks.

Landslide Modeling using UAV Photogrammetry Approach

In recent years, with the development of digital camera and unmanned aerial vehicle technologies, it has become possible to obtain quality image data. Considering the costs in this context, using the most suitable mapping platform with simple systems and meeting the needs in a shorter time by achieving the desired sensitivity is an approach that will undoubtedly be accepted by the human mind. With the help of the digital camera to be mounted on the unmanned aerial vehicle, it is possible to take high-resolution images. External directional elements can be calculated through the control points of these images, whose locations are determined by GPS in the field, and internal directional elements can be calculated with the calibration process to be made before acquisition. Thus, a terrain model with cm precision can be created. With the unmanned aerial vehicle, both high-resolution and updated data can be obtained at any time. The main purpose in this work package of the project is to monitor landslides and to monitor meaningful changes by evaluating the data obtained by using UAV measurement technique at certain time intervals in landslide areas. Thus, both the effectiveness of the UAV method in monitoring landslides will be tested, and the usability of the UAV method with other Geomatic measurement methods separately and/or integrated will be investigated. Determining the changes in the landslide areas is only possible by monitoring the study area at regular intervals. For this purpose, the integrated use of GPS and UAV technique is a mandatory process, since the locations of the points obtained by GPS are important in image acquisition with the UAV method. The terrain model to be obtained from the images obtained from the UAV depends on the success of the image matching method to be used. Image matching algorithms may not give good results, especially in some areas with weak texture (low texture). In such cases, missing areas for which a terrain model cannot be created can be completed with the most up-to-date terrain model obtained from InSAR data. Thus, considering the advantages and disadvantages, the integrated use of three complementary technologies (GPS, InSAR and UAV) will provide a precise, high-resolution and up-to-date terrain model required for deformation analysis. Within the scope of the project, it is aimed to investigate the large-scale mapping of the landslide study areas with the help of a model multicopter to be used as a UAV and a non-metric camera placed on it. The stability of the camera will be maintained during the flight with a special camera carrier containing a kind of gyroscope to protect the camera from the aircraft's engine vibrations and jolts (Smith et al., 2009). It is predicted that the captured images provide suitable ground sampling intervals at an appropriate height. With the use of appropriate software and sufficient accuracy ground control points, the result products have very strong semantic information. Thus, depending on the camera to be used and the appropriate flight altitude, large-scale map production at the desired scale will be produced with the help of UAV. In other words, using the maps to be obtained, landslide mass changes at different times can be determined. These studies will be carried out entirely simultaneously with the geodetic studies. In this context, images of the project regions will be obtained with the UAV and integrated camera. Separate software will be used for camera calibration. Photogrammetric modeling software will be used in the processing of the obtained images. In this study, digital elevation models will be derived from stereo pairs. Later, feature extractions and digital terrain models will be performed by ortho products.

Study Area and Geological Setting

The Güzelyalı landslide area is located on the Southern shore of the Dardanelles, within the borders of Güzelyalı village, Canakkale (Turkey). The study area is located at the coordinates of 40°03'27.71" N– 26°21'26.65" E, at the approximately 100 m above sea level of the Sarıcaeli Landslide, which occurred in the Güzelyalı village of Çanakkale Province Central District (Figure 1). The landslide is approximately 2 km away from Güzelyalı village center and approximately 11 km from Çanakkale city center. Some terrestrial photos visually verify that the width of the landslide is approximately 130 m and its length is approximately 150 m (Figure 2).

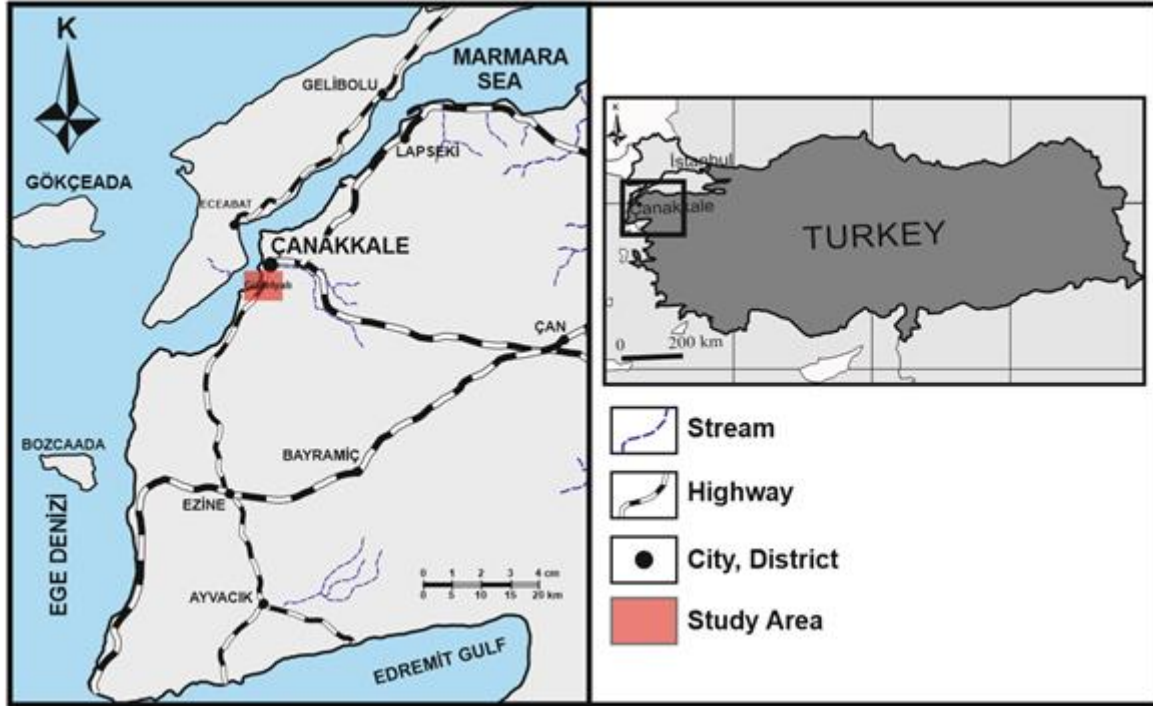


Figure 1. Location map of the study area.



Figure 2. The view of the landslide area on the satellite image and terrestrial photographs of the landslide surface cracks.

The Effect of Designed Drainage Structures on Landslide Areas: UAV Results of the Güzelyalı Landslide

In Güzelyalı and its surroundings, units belonging to the Çanakkale formation (Şentürk and Karaköse, 1987) consisting of marine sediments crop out (Figure 3). Çanakkale formation, the Gallipoli formation of Saltık (1974) corresponds to the Gazhanedere, Kirazlı and Alçıtepe formations. Its general lithology is composed of conglomerate, sandstone, mudstone, siltstone, marl, calcarenite and oolitic limestones. Atabey et al. (2004) defined the Çanakkale formation, which was deposited in environments such as coastal, lagoon, and tidal channels, as three members: The Güzelyalı member, the İntepe member and the Tekkedere member.

Units belonging to the Güzelyalı member of the Çanakkale formation crop out in the Güzelyalı landslide region, which is one of the study areas. The Güzelyalı member studied in the region is predominantly composed of medium grained sandstone, to a lesser extent mudstone, claystone and carbonate units at lower levels.

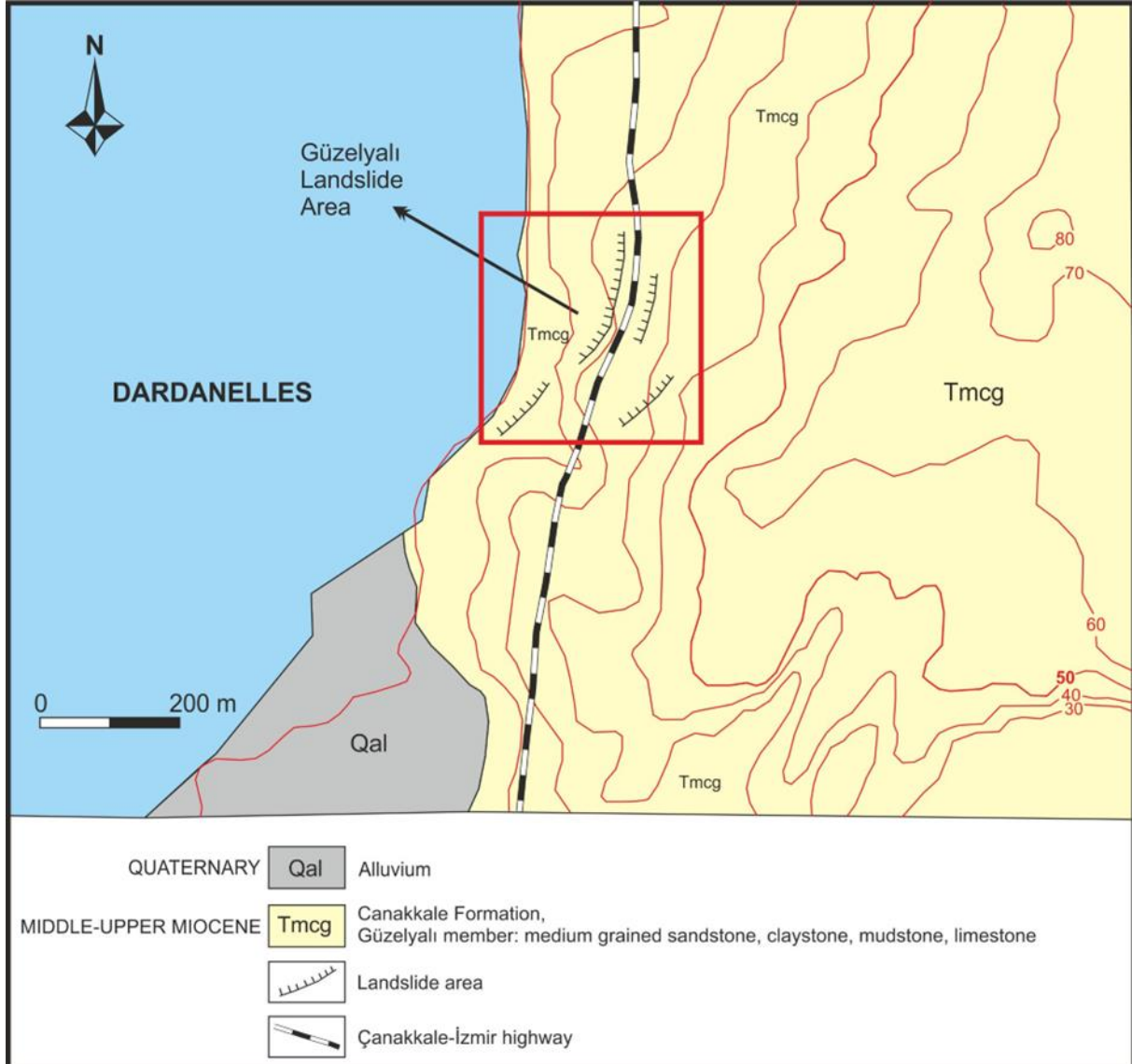


Figure 3. Geological map of Güzelyalı village and its surroundings (The potential borders of the landslide modified from Yiğitbaş et al., 2005).

On the Çanakkale-İzmir highway, where the landslide started, yellow-beige medium-grained, loose sandstones form the widespread outcrop and generally present a massive appearance. In addition, there are hardened, well-cemented sandstone layers varying between 1-8 cm in thickness between loose sandy units. The layers measured from these sandstones have a position of N70W/19NE. It is also possible to see these sandstones as large and small blocks scattered in the loose material. In areas with loose sandy material, abundant crack surfaces were formed. At the slightest contact, the grains of sand

The Effect of Designed Drainage Structures on Landslide Areas: UAV Results of the Güzelyalı Landslide

are immediately dispersed. In the lower part of the sandy level, there are gray colored mudstones and thin claystone bands are found in these mudstones.

It is striking that some environmental factors, as well as geological units and topography factors, play a role in the realization of mass movements in the study area in Güzelyalı. For example; It is seen that the drainage culvert, which is used for the transfer of rain water on the upper side of the Çanakkale-İzmir Highway, is first poured into a pit on the opposite side of the road and then conveyed to the sea via a canal system (Figure 4).

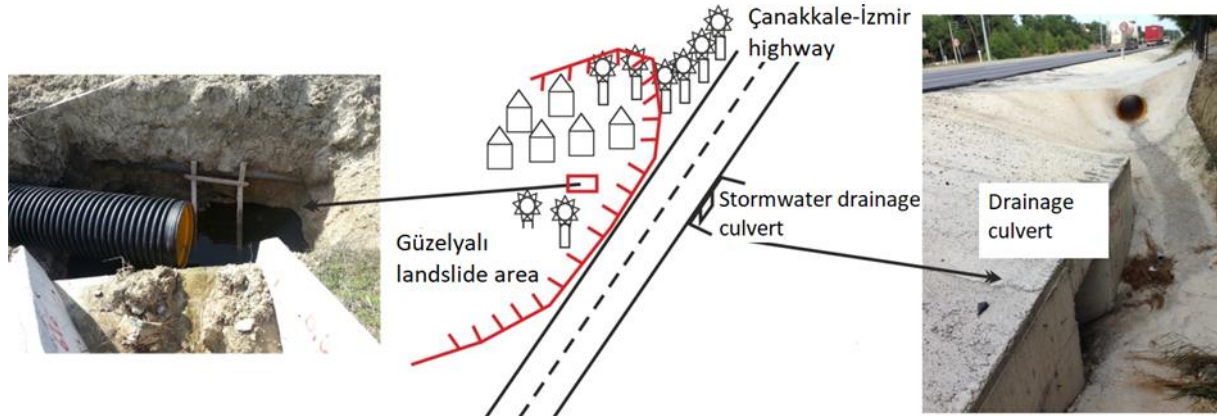


Figure 4. Stormwater drainage culvert thought to have affected the Güzelyalı landslide (UTM: 445325 E, 4434504 N).

Both the unstable conditions of the geological units and the water holding properties of the claystones in it, and especially the weight of the water affecting the soil in this area, increase the weight of the mass in the region. It is observed that there is an intense and significant soil mass movement in the stormwater drainage region after heavy rains, especially in the last wet seasons (Figure 5).



Figure 5. Soil mass change, surface deformation and its effect on vegetation caused by the drainage design on terrestrial photos.

Material and Method

In the research, the DJI Phantom 4 Pro + drone has been used to collect high resolution aerial photos. The Phantom 4 Pro+ is an intelligent camera drone from DJI which offers a 3-axis-stabilized gimbal camera. The number of pixels held by this camera is 20 MP with a 1" CMOS sensor capability to shoot up to 4K/60fps video and also photo bursts at up to 14 fps. There has been an update in the hull from its last version, Phantom 4 which now features an alloy of magnesium that is constructed to increase the rigidity and reduce the weight. The system of flight autonomy adds a dual rear-vision sensor along with the sensing of infrared so that the obstacle sensing can be done for a total of five directions and avoidance for four directions. The primary feature of Phantom 4 Pro+ is high-luminance display that comes integrated into remote controller. The onboard camera accompanies a 1-inch 20-megapixel CMOS sensor for the Phantom model. It also has a custom-engineered lens which is made of 8

The Effect of Designed Drainage Structures on Landslide Areas: UAV Results of the Güzelyalı Landslide

components that are arranged in 7 groups. A mechanical aperture is boasted by the camera which eliminates the distortion of rolling shutter that occurs while capturing images of objects that are moving fast or when they are flying at high speed along with a mechanical focus. The next most important thing apart from the number of pixels for the image quality is the sensor size as a larger sensor has a dynamic range, boosted low light performance and better signal-to-noise ratio. The presence of 1" 20MP CMOS sensor in Phantom 4 Pro+ is nearly 4 times the size of 1/2.3" sensor. This sensor generally takes help of larger pixels, has maximum ISO that goes up to 12,800 and an increased contrast.

Well calibrated cameras are required in high-accuracy works like digital surface modeling. Camera calibration determines information about the camera that improves accuracy in subsequent studying projects, i.e. the camera's focal length, lens distortion, format aspect ratio and principal point. In this study, we used PhotoModeler's camera calibrator based on the field calibration project using calibration sheets including the coded targets. A series of overlapped images were collected using The Phantom 4 Pro+ drone integrated digital camera both in the direction of flight and between adjacent stripes. A quad-rotor open source project has been used and improved by modifications of the software and the electronic circuit in order to comply with the requirements for the landslide modeling study.

A UAV flight was planned to model the soil mass change caused by the drainage design in the landslide area. Photo and line spacing were selected to obtain 80% and 60% forward and side overlap of the images, respectively. Average flying height was 50 m above the ground. Flying speed was about 30 km/h. Flying time was 20 min. Figure 6 showed a sample digital image taken by UAV. The flight had its own set of 5 GNSS control points. Targeted ground control points were established to control the UAV photogrammetry. The GNSS receivers utilized for the survey of photogrammetric control points were SATLAB SL600. For RTK measurements, these dual-frequency geodetic instruments have a manufacturer's stated accuracy specification of ± 1 cm + 1 ppm RMS horizontal, and ± 2 cm + 1 ppm RMS vertical. The GNSS RTK was utilized to position at the centre of the targets (Figure 6). The 252 aerial photos were taken in 9 passes in a uniform grid pattern.



Figure 6. Ground control point and locations of ground control points in the aerial photo

For the processing of the collected aerial photos, the photogrammetric principles will be implemented using computer vision techniques such as automatic feature detection, Structure-from-Motion (SfM) and dense matching. In the other words, advances in computer vision and image analysis have led to the development of a novel photogrammetric approach called SfM when coupled with Multi-View Stereo (MVS) offers a fully automated method capable of producing high resolution DEMs with low cost consumer grade cameras. Later on, the georeferenced 3D point clouds and orthomosaics will be obtained from the oriented images.

Data Processing and Results

Photogrammetric bundle adjustments and Dense Surface Model (DSM) computations of the images were done in an automated manner employing Agisoft PhotoScan Professional (version 1.2.3). The digital aerial images were processed in order to obtain the photogrammetric results (Figure 7).

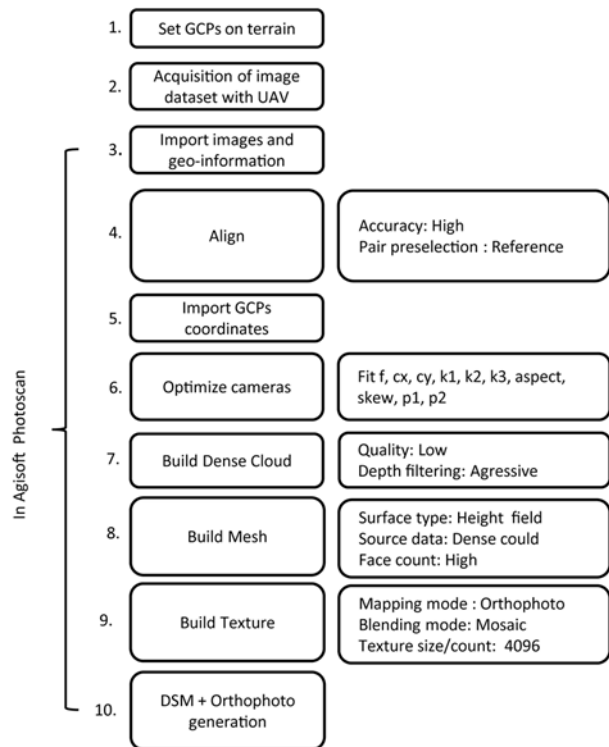


Figure 7. Workflow used for photogrammetric results and parameters.

The data regarding the area of the drainage-induced surface deformation are included in the data processing software. The photo import and reconstruction phase of the flight route is the earliest phase. It is a collection of a number of format photos in the evaluation software. The general is automatically recreated with the flight line with these photos. From the resulting data, it was seen that the DJI Phantom 4 Pro + images have 80% and 60% forward and side overlaps. Forward and side overlaps are used to create a stereoscopic image. Stereoscopic vision allows an object such as an aerial photograph taken from different camera positions to be created from two different perspectives. In the flight field, a three-dimensional image of the Earth's surface will be visible at a smaller scale, often referred to as a model. Therefore, data mapping results using the drone can also produce very high resolution images and also produce a three-dimensional view of the area of drainage-induced surface deformation from the recorded object.

As it is known, photo alignment is used to identify points in each photo and to match the same point in two or more photos. The process of aligning photos will generate the first 3D model, camera position, and photo in each recording, as well as sparse point clouds that will be used later.

At the stage of aligning the photo, a selection can be made according to the requirement for the desired accuracy. Low accuracy may be preferred for an initial inspection, such as viewing the overlapping extent of images, while the highest accuracy may be preferred for the actual image production stage. The "Pair Preselection" option is used in the software during the alignment process of the photographs. If the drone camera is GPS integrated (geo-tagged), that is, it has default coordinates, reference mode should be used. If the photo has no coordinates (not geotagged), the generic mode is used (Figure 8).

The Effect of Designed Drainage Structures on Landslide Areas: UAV Results of the Güzelyalı Landslide

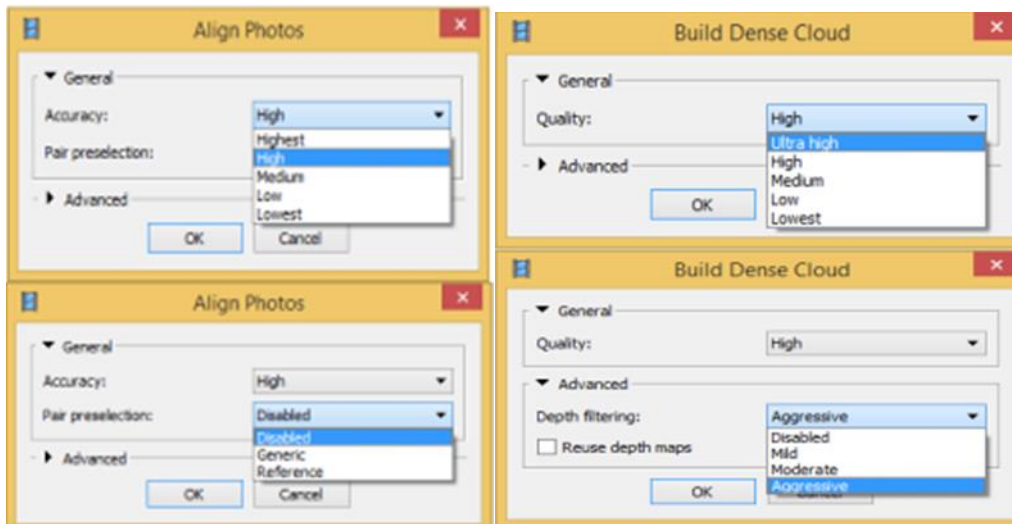


Figure 8. Software align photo buttons and dense point cloud process.

The next stage is the data rectification process. Rectification is the reexposure stage in which the average photographic scale is determined by removing the tilt in an aerial photograph. At this stage, aerial photographs are rectified using the Ground Control Point (GCP). With the rectification, aerial photographs are scaled completely vertically / without tilting and averagely, and absolutely every photograph is made to the desired scale. The entry of the Ground Control Point (GCP) coordinates, measured with the help of high precision GNSS measuring technique, is carried out to provide a 3D coordinate reference (XYZ) to the result of the alignment photo stage. Thus, by improving the geometric quality of the 3D model created, a Digital Elevation Model (DEM) and orthophoto of the region where surface deformation occurs due to drainage is produced.

After aligning the photos, Dense Point Clouds processing is performed and GCP accuracy testing is performed. Quality and Depth Filtering selections are applied in the production of Dense Point Clouds. There are options for quality that range from Lowest to Ultra High, depending on processing time. Also, the filtering for the depth parameter shows how a suspected high point noise (outliers) is handled. Its properties are usually the value of its height, which is much larger or much smaller than the points around it. It is intended to reconstruct complex 3D models for light filtering. Aggressive filtering with many details is designed for the reconstruction of simple and undetailed 3D models.

The next step is the 3D model, or mesh, which is one of the main outputs of aerial photo processing. The 3D model is used as the basis for making both Digital Surface Model (DSM) and digital Terrain Model (DTM) as well as orthophoto DEM. During creation, a mesh appears with the Mesh Parameter option. There are two options for Surface Type, Elevation Field and Random. Arbitrary is used for general 3D models such as buildings, statues and others. Elevation Field is used for Earth surface objects such as Terrain and spatial structures such as pipe networks, cables and others. Elevation Field is used to render the orthophoto. Dense Point Cloud from the previous processing stage can be used for Source Data. There are options from Low, Medium to High for Face Count parameters. In addition to the three options above, there are two additional options, interpolation and point classes. There are two options for interpolation itself, interpolated and extrapolated. Interpolated mode allows automatic interpolation of multiple spaces between raw photos. The extrapolated option is not used in orthophoto processing.

A texture model is a 3D physical model of the appearance in the photo overlay. Texture models are exported to various 3D model formats that can then be used to create 3D models via other desktop software. Texture Parameter option is available during texture model creation. For the maximum and minimum intensity, the maximum and minimum intensity of the overlapping pixels are used (Figure 9). The next step in the software process in which aerial photographs are evaluated is the creation of a Digital Elevation Model (DEM). The Digital Elevation Model is a digital area model in raster/grid format, which is generally used in spatial analysis/GIS based rasters. DEM data can often be reduced to elevation information, slope, aspect, cut and fill, visibility, watershed, and more to modelling. There are

The Effect of Designed Drainage Structures on Landslide Areas: UAV Results of the Güzelyalı Landslide

two terminologies associated with DEM, these are DSM (Digital Surface Model / height calculated from the surface cover of the land such as the roof of the building, tree canopy, bridge, etc.) and DTM (Digital Terrain Model / calculated height from the ground level). The process for creating a digital elevation model (DEM) is shown (Figure 9).

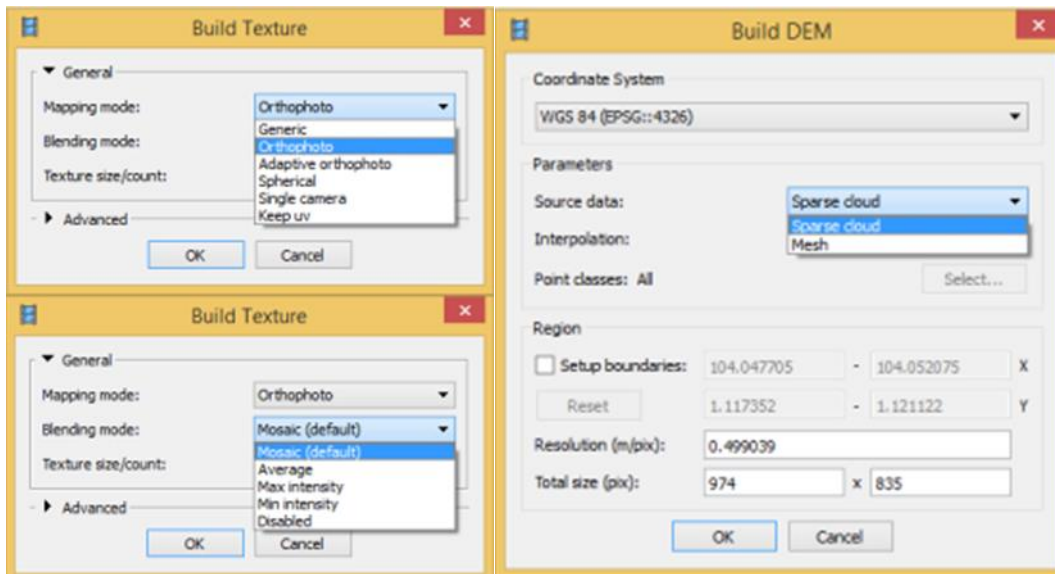


Figure 9. Build texture model and build digital elevation model (DEM) processes.

The last step in the process of obtaining photogrammetric products from aerial photographs is orthophoto production by UAV. Orthophoto is an aerial photograph in which geometric errors are corrected using DEM and GCP. Thus, the mapping process is carried out without any scale inconsistency throughout the study area. Orthophoto is made after Dense Point Clouds, Mesh and DEM production stages. Orthophoto stage includes Orthomosaic Parameter selection. For projection selections, a choice is made between geographic coordinates or plane/projection coordinates. For the surface parameter, the DEM created in the previous step is selected. There are three options for blending mode options, Mosaic, Average, Max Density, and Min Density. The process of creating orthophotos is shown in (Figure 10).

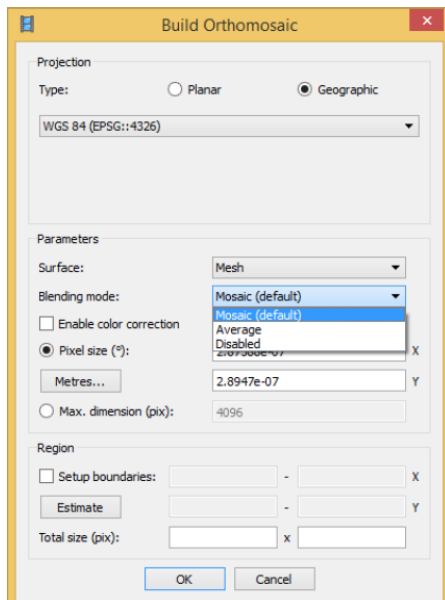


Figure 10. Build orthophoto process.

UAV-assisted digital photogrammetry based on structure from motion (SfM) algorithms was used to derive a very high spatial resolution DSM and orthophoto mosaic (1 mm). For the digital imagery, 2.2 million point textured mesh of the pile were derived from a 14.1 million point DSM. Dense surface model and the other sub-models obtained from digital imagery are seen in Figures 11a-f.

The Effect of Designed Drainage Structures on Landslide Areas: UAV Results of the Güzelyalı Landslide

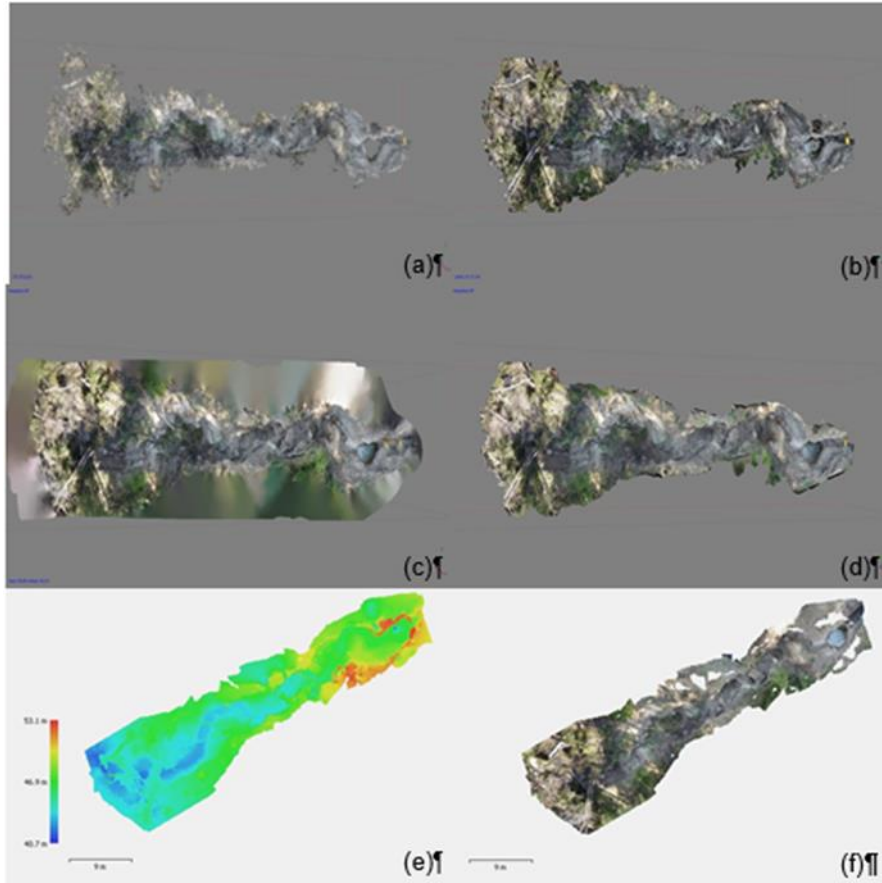


Figure 11. Photogrammetric results: (a) Tie points, (b) Dense cloud model, (c) 3D model, (d) Tiled Model, (e) DEM, (f) Orthomosaic.

After obtaining orthophoto and DEM as well as other final products in the photogrammetric evaluation software, Virtual Surveyor software was used for drawing and volume calculations. Virtual Surveyor software offers 3D drawing on photorealistic models with the help of photogrammetric result products. Then, producing the necessary details in the Virtual Surveyor software, the volume of the emptied soil formed in the area of surface deformation caused by the stormwater drainage culvert was calculated. After the triangulation process in the Virtual Surveyor software, the undeformed ground level was taken as the reference surface and the volume of the discharged soil was calculated.

As a result, the volume of the void region is 1,130.436 cubic meters due to the massive position change caused by the faulty drainage grille using photogrammetric result products produced with the help of aerial photographs obtained with the aid of unmanned aerial vehicles.

As a conventional geodetic measurement method, the same region was measured in the field with a GNSS/CORS measuring device. As a result of the classically collected data, the volume of the void area was calculated as 1,129,846 cubic meters. In addition to the fast, effective and economical results of photogrammetry based on unmanned aerial vehicles, it is an indication that the difference between the volume amounts obtained by both methods is at an acceptable level.

Conclusion

As in many engineering applications, the most basic requirement in estimating the effects of natural disasters is to frequently produce up-to-date maps and models with high location information. With the help of these periodically obtained maps, planning for future studies and modeling is carried out quickly and with high accuracy. Producing such maps and models with the support of unmanned aerial vehicles saves time and costs and has higher accuracy. It is very important to estimate the damages in landslide areas with high accuracy and up-to-date. In this study, a half-hour field study and an office work significant soil mass movement caused by the stormwater drainage culvert is modeled, which was developed to eliminate the ground problem in the landslide areawith UAV. In addition, the volume

The Effect of Designed Drainage Structures on Landslide Areas: UAV Results of the Güzelyalı Landslide

calculations was carried out with the numerical models such as DEM produced from UAV. In addition, the volume of landslide area was calculated with the data from GNSS/CORS. The volume calculations from these two methods showed consistency between 99%; this difference is at an acceptable level in terms of disaster monitoring. As a result of the study, it has been seen that UAV technology can be used in an up-to-date and effective manner in detecting massive soil deformations in landslide areas. Moreover, UAV technology gives faster and more cost-effective results than conventional methods.

Acknowledgement

This work was supported by Çanakkale Onsekiz Mart University The Scientific Research Coordination Unit, Project number: SBA-2021-3628.

Conflicts of Interest

The authors declare no conflict of interest.

References

- Agisoft PhotoScan User Manual: Professional Edition, Version 1.2
- Atabey, E., Ilgar, A., Sakıtış, A., 2004. Çanakkale Havzasının Orta-Üst Miyosen Stratigrafisi, Çanakkale, KB Türkiye, MTA Dergisi, S. 128, s.79-97, Ankara
- Eisenbeiss, H., 2009. UAV Photogrammetry. PhD Dissertation, ETH Zurich, Nr. 18515.
- Eisenbeiss, H., Lambers, K., Sauerbier, M., Zhang, L., 2005. Photogrammetric documentation of an archaeological site (Palpa, Peru) using an autonomous model helicopter, In: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, CIPA, Torino, Italy, Vol XXXIV5/C34, pp. 238-243.
- Kun M., Özcan B., 2019. Maden Ocaklarında İnsansız Hava Aracı Kullanımı: Örnek Bir Saha Çalışması. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 21(2), 554-564.
- Niethammer, U., Rothmund, S., Joswig, M., 2009. UAV based remote sensing of the slow moving landslide SuperSauze, In: Landslide processes, CERIG Editions, Strasbourg, pp. 69-74.
- Saltık, O., 1974. Şarköy-Mürefte sahalarının jeolojisi ve Petrol olanakları: TPAO Rap. 879, 30 s.
- Sauerbier, M., 2011. Investigation of UAV Systems and Flight Modes for Photogrammetric Applications. The Photogrammetric Record 26(136), 400-421.
- Smith, M.J., Chandler, J., Rose, J., 2009. High spatial resolution data acquisition for thegeosciences: kite aerial photography. Earth Surface Processes and Landforms, 34, 155–161.
- Şentürk, K., Karaköse, C., 1987. Çanakkale Boğazı ve dolayının jeolojisi. MTA Rap. no: 9333, (yayımlanmamış) Ankara.
- Vogler, A., Eisenbeiss, H., Aulinger-Leipner, I., Stamp, P., 2009. Impact of topography on crosspollination in maize (*Zea mays* L.). In: European Journal of Agronomy, 31, pp. 99-102.
- Wing, M.G., Burnett, J., Johnson, S., Akay, A.E., Sessions, J., 2014 A low-cost unmanned aerial system for remote sensing of forested landscapes, International Journal of Remote Sensing Applications, 4(3), 113-120.
- Yiğitbaş, E., Baba, A., Bozcu, M., Deniz, O., Kürçer, A., Kaya, M.A., Şengül, E., Ekinci, Y.L., Köse, K., 2005. Güzelyalı (Çanakkale) 27-J Paftası Kuzeydoğu Kesiminde Heyelan Etüd Raporu. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Döner Sermaye Projesi, 112.



Yalova Çekirdeksiz Üzüm Çeşitlerinde Farklı Çizi Açma ve Bilezik Alma Uygulamalarının Üzüm Verim ve Kalitesine Etkileri

Ümit Gözcü¹

Alper Dardeniz^{1*}

<https://orcid.org/0000-0001-8083-140X> <https://orcid.org/0000-0003-3480-662X>

¹ÇOMÜ Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü. 17100, Çanakkale.

*Sorumlu yazar: adardeniz@comu.edu.tr

Özet

Bu araştırma, 'ÇOMÜ Dardanos Yerleşkesi Ziraat Fakültesi Bitkisel Üretim Araştırma ve Uygulama Birimi'nde yer alan 'Sofralık Üzüm Çeşitleri Uygulama ve Araştırma Bağı'nda, 2020 yılı vejetasyon döneminde yürütülmüştür. Araştırmada, 'Yalova Çekirdeksizi' üzüm çeşidinde tek bir tarihte (18 Haziran 2020) yapılan farklı çizi açma [tek (0,5–1,0 mm) ve çift (0,5–1,0 mm)] ve bilezik alma (3 mm ve 5 mm) uygulamalarının üzüm verim ve kalitesine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma; kontrol de dâhil olmak üzere beş farklı uygulama, her uygulamada 3 tekerrür ve her tekerrürde 3'er omca olacak şekilde planlanmıştır. Farklı çizi açma ve bilezik alma uygulamaları tane tutumunun ardından taneler 4–5 mm iriliğe ulaştığında, kış budamasında 5 göz üzerinden budanan yıllık dalın (bayrak) 1.–2. boğum arasından gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar bir arada değerlendirildiğinde; bütün uygulamalarda [tek (0,5–1,0 mm) ve çift (0,5–1,0 mm) çizi açma ile 3 mm ve 5 mm bilezik alma] olumlu etkilerin saptanmasıyla birlikte, üzüm verim ve kalitesi üzerinde en çok olumlu etkiyi meydana getiren 5 mm bilezik alma uygulaması, Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidi için tavsiye edilebilir uygulama olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bilezik alma, Kalite, Verim, Yalova Çekirdeksizi.

Abstract

Effects of Different Girdling Applications on Grape Yield and Quality in Yalova Cekirdeksizi Grape Varieties

This research was carried out in the vegetation period of 2020, in the 'Table Grape Varieties Application and Research Vineyard' in the 'Plant Production Research and Application Unit of COMU Dardanos Campus, Faculty of Agriculture'. In the research, it was aimed to determine the effects of different girdling [once (0.5–1.0 mm), twice (0.5–1.0 mm), 3 mm and 5 mm] applications on grape yield and quality in 'Yalova Cekirdeksizi' grape variety on the same date (18 June 2020). Research, five different applications including control, were planned with 3 replications in each application and 3 vines each repetition. Different girdling applications were carried out between 1st–2nd nodes of the cane pruned over 5 buds in winter pruning, when the berry reached 4–5 mm in size after the berry set. When all the results were evaluated together; along with all applications [once (0.5–1.0 mm), twice (0.5–1.0 mm), 3 mm and 5 mm] were positive effects, the 5 mm girdling application, which was the most positive effect on grape yield and quality, was found to be recommended for Yalova Çekirdeksizi grape variety.

Keyword: Girdling, Quality, Yield, Yalova Cekirdeksizi.

Giriş

Asma (*Vitis vinifera* L.) iklim ve toprak isteği yönünden seçici olmaması, çoğaltma yöntemlerinin kolay olması, sofralık, kurutmalık ve endüstriyel üretimin yanısıra, pekmez, köfter, sucuk, pestil, sirke, bastık ve günbalı gibi birçok ürüne hammadde sağlaması nedeniyle, dünyada ve ülkemizde yetiştiriciliği yapılan en yaygın kültür bitkilerindendir. Türkiye’de bağcılık hemen hemen her ilimizde yapılmakta olup, üzümlerin değerlendirme şekilleri bölgenin sosyal ve ekonomik durumuna göre farklılıklar göstermektedir. Türkiye’de 2021 yılında 3 902 211 da alanda üzüm üretimi gerçekleştirilmiş ve toplamda 3 670 000 ton üzüm üretilmiştir. Bu üzüm üretiminin 1 856 929 tonunu sofralık, 1 430 160 tonunu kurutmalık ve 382 911 tonunu ise endüstriyel amaçla yetiştirilen üzüm çeşitleri oluşturmaktadır (TÜİK, 2022). Türkiye dünyada, 2020 yılına ait üzüm üretim alanı bakımından 400 998 ha alan ile İspanya, Çin, Fransa ve İtalya’dan sonra 5. sırada yer almaktadır. Türkiye 2020 yılında ise 4 208 908 ton üzüm üretimi ile dünyada Çin, İtalya, İspanya, Fransa ve ABD’nin ardından 6. sırada bulunmaktadır (FAO, 2022).

Üzüm yetiştiriciliğinde bölge ve çeşit özelliklerinin dikkate alındığı çeşitli uygulama ve teknik-kültürel işlemler, kalitenin geliştirilerek pazar değerinin arttırılabilmesi için kullanılmaktadır. Bunların başında ise çizi açma, bilezik alma, somak, salkım ve tane seyreltme ile büyümeyi düzenleyici maddeler kullanma gibi uygulama ve teknik-kültürel işlemler gelmektedir. Özellikle sofralık üzümlerde yapılan bu uygulamalarla tane irileşmesi, renklenmede iyileşme, olgunlukta ilerleme ile hasat tarihinin öne çekilmesi sonucunda genel kalite artışları sağlanarak, üzümün yüksek fiyatla pazara sunulması fırsatı elde edilmektedir (Ecevit, 1986; Ceyhan, 1995; Carreno ve ark., 1998; Dardeniz, 2001; Dardeniz ve Kısmalı, 2002; Dardeniz, 2014). Bilezik alma ve çizi açma uygulamalarının çekirdekli ve çekirdeksiz üzüm çeşitlerinde tane ve salkım özelliklerine olumlu etkileri bulunmakta; tane eni, tane boyu, tane ağırlığı, salkım eni, salkım ağırlığı ve dolayısıyla üzüm verimindeki artışın yanında, çözünebilir kuru madde (%SÇKM) ve %asitlik üzerine etkileri farklı araştırmacılar tarafından ortaya konulmaktadır (Shulman ve ark., 1986; Zabadall, 1992; Özer ve ark., 2002; Özer ve ark., 2005; Şahan ve Tangolar, 2013; İşçi ve Altındışli, 2014).

Çekirdeksiz üzüm çeşitlerinde, uzun veya yarı uzun bırakılan çubuğun (bayrak) dip boğum arasındaki kabuk+floem tabakasının, özel yapım çift ağızlı bilezik alma makası yardımıyla 3–5 mm genişliğinde bir tabaka halinde çepeçevre çıkartılmasına bilezik alma, aynı bölgenin tek ağızlı bir alet (aşı bıçağı, çakı) yardımıyla çepeçevre çizilmesine ise çizi açma (çizme) adı verilmektedir (Anonim, 1992). Bu iki uygulamanın da amacı, üst yapraklar tarafından üretilen özümleme ürünlerinin akışının yeni tane tutmuş olan salkımlara yönlendirilerek erkencilik sağlamanın yanı sıra, tane ve salkım ağırlığının arttırılmasıdır. Sultani ve Yuvarlak Çekirdeksiz üzüm çeşitlerinde, çiçeklenmeden itibaren 2–3 hafta içerisinde döllememiş tanelerin dökümünün ardından yapılan bilezik almalar tane iriliğini %30–100 arasında arttırmaktadır (Çelik ve ark., 1998). Bilezik alırken dikkat edilmesi gereken nokta, sadece kabuk+floem tabakasının çıkartılarak odun dokusuna zarar verilmemesi ve bu işlemin gövde çapı 35 mm’den daha küçük olan omcalara uygulanmamasıdır (Uzun, 2004). Bilezik alma çekirdeksiz çeşitlerde genellikle tane çaplarının 3–4 mm olduğu ince koruk döneminde yapılan bir uygulama olup, kısa bırakılan dallara (ırgat) uygulanması tavsiye edilmemektedir (Uzun, 2004; Çelik, 2011). Bununla birlikte, bilezik alma gövdeye de uygulanabilir. Gövdeden bilezik alma daha pratik ve ucuz olmasına rağmen, omcalardaki aşırı ürünün seyreltildiği ve bakım şartlarının en iyi şekilde yerine getirildiği durumlarda gerçekleştirilebilir (Uzun, 2004). Bu şekilde açılan yaralar, 3–6 hafta içerisinde kallus (yara dokusu) oluşturarak kapanmaktadır (Uzun, 2004). Ancak 5 mm’den daha geniş yaralar vejetasyon sonuna kadar kapanmayabilmekte ve bu durumda omcada kurumalar görülebilmektedir.

Bilezik alma, çekirdeksiz üzümleri irileştirmek amacıyla tane tutumundan hemen sonra bayrağın veya uzun bayrağın dip kısmında yalnızca floem tabakasını çepeçevre çizmek suretiyle yapılmaktadır. Buna Ege’de ‘araka’ denilmektedir. Bu uygulama, genellikle çekirdeksiz üzüm çeşitleri ile Buca Razakısı üzüm çeşidinde yürütülmekte olan bir kültürel işlemdir. Açılan yara 7–10 günde kapanmakta, çiçeklenmeden 5–7 gün önce yapıldığında meyve tutumunu arttırmakta, ben düşme sırasında yapıldığında olgunlaşmayı çabuklaştırmaktadır (İlter, 1990). Buradan anlaşılacağı üzere, çizi açma uygulamasının etkisi bilezik alma uygulamasına kıyasla daha düşük olmaktadır.

Yalova Çekirdeksiz Üzüm Çeşitlerinde Farklı Çizi Açma ve Bilezik Alma Uygulamalarının Üzüm Verim ve Kalitesine Etkileri

Bilezik alma, asmalarda çiçek silkesini önlemek, tane tutumunu, tane ile salkım iriliğini arttırmak ve erken olgunlaşmayı sağlamak amacıyla yapılan bir uygulama olup, seyrek ve ufak taneli salkım oluşturan üzüm çeşitlerinde ve özellikle çekirdeksiz çeşitlerde, çiçeklenme zamanında yapıldığında tane tutumunu ve iriliğini arttırmakta ve olgunlaştırmayı erkene almaktadır (Ateş ve Karabat, 2005).

Bu araştırma, Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidinde farklı çizi açma ve bilezik alma uygulamalarının üzüm verim ve kalitesine etkilerinin belirlenmesi amacıyla Çanakkale ili koşullarında yürütülmüştür.

Materyal ve Metot

Bu araştırma, Çanakkale İli'ndeki 'ÇOMÜ Dardanos Yerleşkesi Ziraat Fakültesi Bitkisel Üretim Araştırma ve Uygulama Birimi'nde yer alan 'Sofralık Üzüm Çeşitleri Uygulama ve Araştırma Bağı'nda, 2020 yılında yürütülmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü yıl 16 yaşında olan Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidi omcaları 5BB Amerikan asma anacı üzerine aşılı olup, 3 metre x 1,5 metre sıra arası ve sıra üzeri mesafelerde tek kollu sabit kordon terbiye sistemiyle tesis edilmiştir.

Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidi; 1988 yılında 'Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü'nde Beyrut Hurması x Perlette üzüm çeşitlerinin melezlenmesi sonucunda elde edilmiştir. Taneleri beyaz renkli, oval şekilli, orta irilikte (4–5 g) ve ince kabukludur. Salkımlar yaklaşık 250–300 g ağırlığında, orta sıklıkta ve konik biçimlidir. Çeşit erkenci özellikte ve orta verimlilikte olup, asmaları kuvvetli gelişim göstermektedir. Kısa ve yarı uzun karışık budama yapılabilmektedir (Çelik, 2006).

Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidinde kış budaması; yıllık dallarda bulunan ırgatların 2 göz, bayrakların ise 5 göz üzerinden yarı–uzun karışık budanmalarıyla 4 Mart tarihinde gerçekleştirilmiştir. Tane tutumunun ardından taneler 4–5 mm iriliğe ulaştığında (18 Haziran 2020), herhangi bir bilezik alma ve çizi açma uygulaması yapılmamış ırgatlardan süren yazlık sürgünlerdeki salkımların tamamı omcalar üzerinden uzaklaştırılmıştır. Aynı tarihte (18 Haziran 2020) 5 göz üzerinden budanarak bayrak olarak bırakılan yıllık dalın 1.–2. boğum arasından çizi açma ve bilezik alma uygulamaları gerçekleştirilmiş, kontrolde ise herhangi bir çizi açma ve bilezik alma uygulaması yapılmamıştır. Tek çizi açma uygulaması (tek defa 0,5–1,0 mm); bayrağın dip boğum arasının bıçağın tek bir darbesiyle çepeçevre çizilmesi, çift çizi açma uygulaması (iki defa 0,5–1,0 mm) ise; bayrağın dip boğum arasının bıçağın iki darbesiyle (2–3 mm aralıklı olarak) çepeçevre çizilmesi yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. 3 mm ve 5 mm'lik bilezik alma uygulamaları; bayrağın dip boğum arasından 3 mm ve 5 mm genişliğindeki kabuk+floem tabakasının özel yapım bilezik alma makaslarıyla çepeçevre çıkartılması suretiyle yapılmıştır.

Uygulamada salkımların daha iyi havalanması ve ilaçlamanın daha verimli olabilmesi amacıyla dip ve obur sürgünler omcalar üzerinden uzaklaştırılmış, yazlık sürgünlerdeki uç alma işlemi ise ikinci sürgün bağlama tellerinin üzerinden gerçekleştirilmiştir. Salkımların altındaki dip yapraklarla (2–3 adet) birlikte mevcut koltuklar alınmış, salkımların üzerindeki koltuklarda ise dipte bir adet yaprak bırakılmak suretiyle koltukların uç kısımları yazlık sürgünler üzerinden uzaklaştırılmıştır. Bununla birlikte kuş zararını önlemek amacıyla, tanelerde ben düşme döneminin hemen öncesinde bütün omcalar delikli kuş file örtü materyaliyle örtülmüştür.

Yapılan bu araştırma, tesadüf parselleri deneme desenine göre her uygulamada 3 tekerrür ve her tekerrürde 3'er adet omca olacak şekilde planlanmıştır. Elde edilen bulgular 'SAS 9.1.3. Portable' istatistik paket programı kapsamında varyans analizi ile belirlenmiş, incelenen parametrelerde uygulamalar arasındaki farklılık LSD çoklu karşılaştırma testiyle $p < 0,05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidinde farklı çizi açma ve bilezik alma uygulamalarının üzüm verim ve kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesinin amaçlandığı bu çalışmada, Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidinde bazı fenolojik evre ve tarihler Çizelge 1.'de, ortalama verim ve salkıma ait değerler Çizelge 2.'de, salkım ve tane sayısına ait değerler Çizelge 3.'te, taneye ait değerler Çizelge 4.'te, tane kabuk rengine ait değerler Çizelge 5.'te ve tane olgunluğuna ait değerler Çizelge 6.'da sunulmuştur.

Yalova Çekirdeksiz Üzüm Çeşitlerinde Farklı Çizi Açma ve Bilezik Alma Uygulamalarının Üzüm Verim ve Kalitesine Etkileri

Çizelge 1. Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidinde bazı fenolojik evre ve tarihler

Fenolojik evreler	EL Numarası	Tarih
Kış gözlerin uyanması	EL-04	16/04
Yazlık sürgünlerin 30 cm'ye ulaşması	EL-15	14/05
Tam çiçeklenme	EL-26	04/06
Hasat	EL-38	24/08

Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidi omcalarında bazı fenolojik gözlemler yapılmış olup, bu fenolojik evre ve tarihler aşağıda belirtilmiştir. Kışlık gözlerin uyanması; 16 Nisan, yazlık sürgünlerin 30 cm'ye ulaşması; 14 Mayıs, tam çiçeklenme; 04 Haziran ve hasat ise; 24 Ağustos olarak belirlenmiştir (Çizelge 1.).

Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidinde en yüksek ortalama verim 5 mm bilezik alma (5804,7 g/omca) uygulamasından elde edilirken, en düşük ortalama verim değerleri ise sırasıyla kontrol (3780,5 g/omca), çift çizi açma (3855,7 g/omca), tek çizi açma (3999,6 g/omca) ve 3 mm bilezik alma (4554,7 g/omca) uygulamalarında tespit edilmiştir. En geniş salkımlar yine 5 mm bilezik alma (10,78 cm) uygulamasından, en dar salkımlar ise kontrol (9,79 cm) uygulamasından elde edilirken, tek çizi açma (10,31 cm), çift çizi açma (10,53 cm) ve 3 mm bilezik alma (10,30 cm) uygulamaları ara grupta yer almıştır (Çizelge 2.).

En yüksek salkım boyu kontrolden (16,74 cm) elde edilirken, en düşük salkım boyu çift çizi açma (13,59 cm) uygulamasından alınmış ve sırasıyla 3 mm bilezik alma (14,62 cm), tek çizi açma (15,53 cm) ve çift çizi açma (13,59 cm) uygulamaları farklı ara grupları oluşturmuştur. En yüksek salkım ağırlığı sırasıyla çift çizi açma (291,0 g/salkım) ve 5 mm bilezik alma (287,4 g/salkım) uygulamalarından alınırken, en düşük salkım ağırlığı kontrolden (229,4 g/salkım) elde edilmiş, sırasıyla tek çizi açma (257,6 g/salkım) ve 3 mm bilezik alma (275,2 g/salkım) uygulamaları ara grubu oluşturmuştur. En dar salkıma sahip olan kontrolden, en uzun salkımın elde edildiği dikkati çekmektedir (Çizelge 2.).

Çizelge 2. Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidinde ortalama verim ve salkıma ait değerler

Uygulamalar	Ortalama verim (g/omca)	Salkım eni (cm)	Salkım boyu (cm)	Salkım ağırlığı (g/salkım)
Kontrol	3780,5 b	9,79 b	16,74 a	229,4 b
Tek çizi açma	3999,6 b	10,31 ab	15,53 ab	257,6 ab
Çift çizi açma	3855,7 b	10,53 ab	13,59 c	291,0 a
3 mm bilezik alma	4554,7 b	10,30 ab	14,62 bc	275,2 ab
5 mm bilezik alma	5804,7 a	10,78 a	15,97 ab	287,4 a
LSD (0,05)	879,12	0,8448	1,6652	50,556

LSD (0,05): 0,05 düzeyinde önemli.

İşçi ve Altındışli (2014)'nin Alphonse Lavallée ve Trakya İlkeren üzüm çeşidinde yapmış oldukları bilezik alma uygulamasının üzüm verim ve kalitesi üzerine etkisinin belirlendiği çalışmada, üzüm veriminde kontrole kıyasla uygulamalarda daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Şahan ve Tangolar (2013)'in Flame Seedless ve Alphonse Lavallée üzüm çeşitlerinde tane tutum döneminde yapmış oldukları 5 mm'lik bilezik alma uygulamasının etkileri olarak, her iki üzüm çeşidinde üzüm veriminde ve tane ağırlığında kontrole kıyasla önemli artışların olduğu tespit edilmiştir. Elde edilmiş bu yöndeki bulgular, mevcut araştırma sonuçlarıyla benzerlikler göstermektedir.

En yüksek salkım sıklığı çift çizi açma (6,79) uygulamasından, en düşük salkım sıklığı ise sırasıyla kontrol (6,12) ve tek çizi açma (6,22) uygulamalarından elde edilmiş, diğer uygulamalar ara grubu oluşturmuştur. En yüksek salkım boyu/salkım eni oranı kontrol (1,72) uygulamasından, en düşük oran ise çift çizi açma (1,30) uygulamasından alınmış, diğer uygulamalar ara grupları teşkil etmiştir. Uygulamalar tane tutum döneminden sonra yapıldığından ve dolayısıyla çiçeklenme ve tane tutumuna etkisi olmadığından, tane sayısı parametresinde uygulamalar arasında önemli bir farklılık tespit

Yalova Çekirdeksiz Üzüm Çeşitlerinde Farklı Çizi Açma ve Bilezik Alma Uygulamalarının Üzüm Verim ve Kalitesine Etkileri

edilememiştir (Çizelge 3.). Yapılan uygulamaların kontrole kıyasla salkım değerlerini olumlu yönde etkilediği yönündeki bulgularımız, yaptığı uygulamaların salkım ağırlığını arttırdığını belirten Zabadal (1992)'in bulgularıyla paralellik göstermektedir.

Çizelge 3. Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidinde salkım ve tane sayısına ait değerler

Uygulamalar	Salkım sıklığı (1-9)	Salkım boyu/salkım eni	Tane sayısı (adet/salkım)
Kontrol	6,12 b	1,72 a	88,46
Tek çizi açma	6,22 b	1,51 b	87,28
Çift çizi açma	6,79 a	1,30 c	84,72
3 mm bilezik alma	6,49 ab	1,43 bc	87,92
5 mm bilezik alma	6,44 ab	1,48 bc	82,32
LSD (0,05)	0,388	0,1914	ÖD

ÖD: Önemli değil. LSD (0,05): 0,05 düzeyinde önemli.

En yüksek tane eni sırasıyla çift çizi açma (17,02 mm) ve 5 mm bilezik alma (16,72 mm) uygulamalarından, en düşük tane eni ise kontrol (14,40 mm) uygulamasından elde edilmiş, tek çizi açma (15,38 mm) uygulaması arada ayrı bir grubu oluşturmuş, 3 mm bilezik alma (14,98 mm) uygulaması ise kontrol ve tek çizi açma uygulamasının arasında ara grubu meydana getirmiştir. Tane boyu bakımından en yüksek değerler sırasıyla çift çizi açma (19,24 mm) ve 5 mm bilezik alma (18,56 mm) uygulamalarında, en düşük değerler ise 3 mm bilezik alma (16,47 mm) ve kontrol (16,49 mm) uygulamalarında belirlenmiş, tek çizi açma uygulaması (17,49 mm) arada farklı bir grubu oluşturmuştur. En yüksek tane ağırlığı 3,35 g/tane değeriyle 5 mm bilezik alma uygulamasından, en düşük tane ağırlığı 2,45 g/tane değeriyle kontrolde tespit edilmiş, diğer uygulamalar farklı ara grupları (çift çizi açma: 3,27 g; 3 mm bilezik alma: 3,01 g ve tek çizi açma 2,83 g) meydana getirmiştir. Tane boyu/tane eni oranı bakımından en yüksek oranı sırasıyla kontrol (1,15) ve tek çizi açma (1,14) uygulaması oluştururken, en düşük oranı 3 mm bilezik alma (1,10) uygulaması meydana getirmiş, sırasıyla çift çizi açma (1,13) ve 5 mm bilezik alma (1,11) uygulamaları ara grupları oluşturmuştur (Çizelge 4.).

Bahar ve ark. (1998)'nin ve Abu-Zahra ve Salameh (2012)'in yapmış oldukları bilezik alma uygulamalarında, uygulamaların kontrole kıyasla tane eni, tane boyu ve tane ağırlığı değerlerinde önemli derecede artışlar sağladığı belirtilmiştir. Elde edilmiş olan bu yöndeki bulgular, önceki araştırma bulgularını destekler niteliktedir.

Çizelge 4. Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidinde taneye ait değerler

Uygulamalar	Tane eni (mm)	Tane boyu (mm)	Tane ağırlığı (g/tane)	Tane boyu/tane eni
Kontrol	14,40 c	16,49 c	2,45 c	1,15 a
Tek çizi açma	15,38 b	17,49 b	2,83 bc	1,14 a
Çift çizi açma	17,02 a	19,24 a	3,27 ab	1,13 ab
3 mm bilezik alma	14,98 bc	16,47 c	3,01 ab	1,10 c
5 mm bilezik alma	16,72 a	18,56 a	3,35 a	1,11 bc
LSD (0,05)	0,8881	0,9467	0,4471	0,0223

LSD (0,05): 0,05 düzeyinde önemli.

Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidinin tane kabuk renginin parlaklığını ifade eden L değeri 35,06 ile 37,41 arasında belirlenmiştir. Uygulamalar arasında en yüksek parlaklık 37,41 değeriyle tek çizi açma uygulamasından, en düşük parlaklık 35,06 değeriyle çift çizi açma uygulamasından elde edilmiş, 36,11 ve 36,32 değerleriyle sırasıyla kontrol ve 3 mm bilezik alma uygulaması başka bir grupta yer almış, 5 mm bilezik alma 36,80 değeri ile ara grubu oluşturmuştur (Çizelge 5.).

Yalova Çekirdeksiz Üzüm Çeşitlerinde Farklı Çizi Açma ve Bilezik Alma Uygulamalarının Üzüm Verim ve Kalitesine Etkileri

Çizelge 5. Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidinde tane kabuk rengine ait değerler

Uygulamalar	L	Chroma	Hue
Kontrol	36,11 b	11,28	110,5 c
Tek çizi açma	37,41 a	11,41	112,9 a
Çift çizi açma	35,06 c	10,83	112,1 ab
3 mm bilezik alma	36,32 b	11,30	111,1 bc
5 mm bilezik alma	36,80 ab	10,81	111,7 abc
LSD (0,05)	1,0006	ÖD	1,6281

ÖD: Önemli değil. LSD (0,05): 0,05 düzeyinde önemli.

Tane kabuk renginin canlılığını ifade eden Chroma değerinde uygulamalar arasında önemli bir farklılık tespit edilememiştir. Chroma değerleri 10,81 ile 11,41 aralığında yer almaktadır. Tane kabuk renginin canlılığını rakamsal olarak en canlı tondan en mat tona doğru sırasıyla tek çizi açma (11,41), 3 mm bilezik alma (11,30), kontrol (11,28), çift çizi açma (10,83) ve 5 mm bilezik alma (10,81) uygulamaları şeklinde sıralamak mümkündür (Çizelge 5.). Renk tonunu gösteren Hue değeri ise 110,5 ile 112,9 aralığında yer almaktadır. Tek çizi açma uygulaması 112,9 değeri ile en yüksek Hue değerini vermiş, tane kabuğunda sarı renk ile birlikte az miktarda yeşil rengin hâkimiyeti görülmüştür. Kontrol 110,5 değeri ile en düşük Hue değerine sahip olup, tane kabuk renginde diğer uygulamalara kıyasla sarı renk daha hâkim bulunmuştur. Tek çizi açma uygulamasında düşük pH ve olgunluk indisi ile yüksek asitlik neticesinde (Çizelge 6.), taneler yeşil sarı renkte kalmıştır. Kontrolde ise yüksek pH ve düşük asitlik nedeniyle (Çizelge 6.), tane kabuğunda sarı rengin daha yoğun olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5.).

Çizelge 6. Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidinde tane olgunluğuna ait değerler

Uygulamalar	SÇKM (%)	pH	Asitlik (%)	Olgunluk indisi (%SÇKM/%asitlik)
Kontrol	16,20 b	3,55 a	0,585 b	27,99
Tek çizi açma	17,00 b	3,28 c	0,720 a	23,79
Çift çizi açma	16,88 b	3,44 b	0,632 ab	28,05
3 mm bilezik alma	17,12 b	3,38 b	0,599 ab	29,01
5 mm bilezik alma	18,91 a	3,40 b	0,667 ab	30,10
LSD (0,05)	1,2752	0,0944	0,1245	ÖD

ÖD: Önemli değil. LSD (0,05): 0,05 düzeyinde önemli.

En yüksek %SÇKM 5 mm bilezik alma (%18,91) uygulamasından, en düşük ise sırasıyla kontrol (%16,20), çift çizi açma (%16,88), tek çizi açma (%17,00) ve 3 mm bilezik alma (%17,12), uygulamasından alınmıştır. pH değerleri 3,55 ile 3,28 aralığında bulunmuştur. En yüksek pH kontrolde (3,55), en düşük pH tek çizi açma (3,28) uygulamasında tespit edilmiş, sırasıyla çift çizi açma (3,44), 5 mm bilezik alma (3,40) ve 3 mm bilezik alma (3,38) uygulamaları arada başka bir grubu oluşturmuştur. En yüksek %asitlik değeri tek çizi açma (%0,720) uygulamasında, en düşük %asitlik kontrolde (%0,585) belirlenmiş, sırasıyla 5 mm bilezik alma (%0,667), çift çizi açma (%0,632) ve 3 mm bilezik alma (%0,599) uygulamaları ara grupta yer almıştır. Olgunluk indisi (%SÇKM/%asitlik) değerlerinde istatistikî açıdan önemli bulunmamakla birlikte en yüksek olgunluğa 5 mm bilezik alma (30,10) uygulamasıyla ulaşılmış olup, bunu sırasıyla 3 mm bilezik alma (29,01), çift çizi açma (28,05), kontrol (27,99) ve tek çizi açma (23,79) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 6.).

Farklı dönemlerde (çiçeklenme, tane tutumu ve ben düşme) bilezik alma uygulamasının etkilerinin incelendiği bir çalışmada, en etkili sonucun tane tutumu devresinde gerçekleştirilen bilezik alma uygulaması olduğu, ben düşme dönemindeki bilezik alma uygulamasıyla Alphonse Lavallée üzüm çeşidinde %1,4'lük SÇKM yükselişi, Cardinal çeşidinde ise 5–7 gün süreli bir erkencilik sağlandığı bildirilmiştir (Akoğlu, 1975). Araştırmadan elde edilen bulgulara göre; çizi açma ve bilezik alma uygulamaları sonucunda genel olarak hem %SÇKM'de hem de %asitlikte artışlar meydana geldiğinden olgunluk indisi yönüyle önemli bir farklılık oluşmamıştır.

Gündüz ve ark. (2020)'nin yürütmüş oldukları bir çalışmada, Horoz Karası üzüm çeşidinde 5 mm bilezik alma uygulamasıyla kontrole kıyasla %SÇKM ve olgunluk indisinde önemli artışların olduğu bildirilmiştir. Xi ve ark. (2020)'nin yürütmüş oldukları bir başka çalışmada, Jumeigui sofralık

Yalova Çekirdeksiz Üzüm Çeşitlerinde Farklı Çizi Açma ve Bilezik Alma Uygulamalarının Üzüm Verim ve Kalitesine Etkileri

üzüm çeşidinde 5 mm bilezik alma uygulaması gerçekleştirilmiş, kontrole kıyasla bilezik alma uygulaması ile %SÇKM oranında artışlar tespit edilmiştir. Bu araştırmadan elde edilen bulgulara göre; önemli düzeydeki %SÇKM artışı yalnızca 5 mm bilezik alma uygulamasında oluşmuştur. Bu literatür sonuçları ile elde edilmiş olan araştırma bulguları arasında kısmen paralellik olduğu görülmektedir.

Uzun ve Ceyhan (1995)'in Yuvarlak Çekirdeksiz üzüm çeşidinde yapmış oldukları bir araştırmada, tane tutumu döneminde (ince koruk) farklı dozlardaki GA₃ ve 5 mm bilezik alma uygulamalarının üzüm verim ve kalitesine etkisi araştırılmıştır. Fenolojik gözlemler sonucunda, bilezik alma yapılan omcalarda ben düşme döneminin kontrole kıyasla 3 gün önce, hasat olgunluğunun ise 3 gün sonra olduğu tespit edilmiştir. Yuvarlak Çekirdeksiz üzüm çeşidinden elde edilen bulgulara göre ortalama verim, salkım eni, tane eni, tane boyu, tane ağırlığı, %SÇKM ve %asitlik parametrelerinde, bilezik alma uygulamasından kontrole kıyasla daha yüksek değerler elde edildiği belirtilmiştir. Bilezik alma uygulaması yapılan omcalardan hasat edilen salkım boyutlarının da kontrol omcalarından hasat edilenlere kıyasla daha kısa ve daha geniş olduğu vurgulanmıştır. Bu araştırmadan elde edilen bulgular ile literatür sonuçları arasında birebir ölçüde paralellik olduğu görülmektedir.

Carreno ve ark. (1998)'nin yapmış oldukları bir araştırmada, sofralık erkenci bir üzüm çeşidi olan Perlette üzüm çeşidinde hasat zamanından yaklaşık 4 hafta önce yapılmış olan bilezik alma ve çift bilezik alma gibi uygulamaların tane iriliğini ve %SÇKM'yi artırdığı belirtilmiştir (Rather ve ark., 2011). Bu araştırmadan elde edilmiş olan bu yöndeki bulgular, araştırmacıların bulgularını destekler niteliktedir. Cardinal ve Thompson Seedless üzüm çeşitlerinde yapılan uygulamalarda yine %SÇKM miktarında artışların olduğu belirtilmiştir. Cardinal üzüm çeşidinin toplam asit ve tane ağırlığında artış olmazken; Thompson Seedless üzüm çeşidinde tane ağırlığında artış belirlenmiş, ancak toplam asit miktarı Cardinal üzüm çeşidi gibi değişmemiştir (Jensan ve ark., 1981). Bu araştırmanın bulgularına göre, Thompson Seedless gibi çekirdeksiz bir üzüm çeşidi olan Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidinde bilezik alma uygulamasıyla tane ağırlığının arttığı belirlenmiş, %asitlik miktarı ise çizi açma ve bilezik alma uygulamalarına kıyasla en düşük olarak kontrol omcalarında görülmüştür.

Sonuç ve Öneriler

Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidinde farklı çizi açma ve bilezik alma uygulamalarının üzüm verim ve kalitesi üzerine etkilerinin saptanmasının amaçlandığı bu araştırmada en yüksek ortalama verim, salkım eni, tane ağırlığı ve %SÇKM, 5 mm bilezik alma uygulamasından elde edilmiştir. En yüksek salkım ağırlığı, tane eni ve tane boyu, çift çizi açma ve 5 mm bilezik alma uygulamalarında belirlenmiştir. Bütün uygulamalar kontrole kıyasla salkım boyu/salkım enini düşürmüş ve pH'ı azaltmış, tane eni ve tane ağırlığını ise yükseltmiştir. Tek çizi açma uygulamasında düşük pH ve yüksek asitlik neticesinde taneler daha yeşil sarı renkte kalmıştır. Kontrolde, yüksek pH ve düşük %asitlik nedeniyle tane kabuğunda sarı renk daha yoğun tespit edilmiştir.

Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidinde gerçekleştirilen çizi açma ve bilezik alma uygulamaları ile floem tabakasındaki besin iletiminin belirli sürelerde kesilmesi, genel olarak ortalama verimi yükseltmiş, ayrıca salkım ve tanelerin boyutlarında irileşme ve ağırlıklarında artış gibi olumlu etkiler meydana getirmiştir. Çizi açma ve bilezik alma uygulamaları sonucunda genel olarak %SÇKM ve %asitlikte artışlar meydana geldiğinden olgunluk indisi yönüyle önemli bir farklılık oluşmamıştır.

Sonuçlar bir arada değerlendirildiğinde; bütün uygulamalarda [tek (0,5–1,0 mm) ve çift (0,5-1,0 mm) çizi açma ile 3 mm ve 5 mm bilezik alma] olumlu etkilerin saptanmasıyla birlikte, üzüm verim ve kalitesi üzerinde en çok olumlu etkiyi meydana getiren 5 mm bilezik alma uygulaması, Yalova Çekirdeksizi üzüm çeşidi için tavsiye edilebilir uygulama olmuştur.

Not: Bu makale, Ziraat Mühendisi Ümit Gözcü'nün Yüksek Lisans tez çalışmasının bir kısmından derlenerek hazırlanmıştır.

Kaynaklar

- Abu-Zahra, T.R., Salameh, N.M., 2012. Influence of Gibberellic Acid and cane girdling on berry size of Black Magic grape cultivar. Middle-East Journal of Scientific Research. 11 (6): 718–722.
- Akoğlu, A., 1975. Bazı sofralık üzüm çeşitlerinde bilezik almanın verimlilik ve kalite özellikleri üzerine etkileri. (Basılmamış doktora tezi) 75 s. Ankara.
- Anonim, 1992. Budama Metod ve Kuralları. TS10130/Nisan 1992. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Ateş, F., Karabat, S., 2005. Kaliteli sofralık üzüm yetiştirmeye yönelik kültürel uygulamalar. Ders eğitimi notları. 21 s.
- Bahar, E., Çelik, S., Doğan, İ., Çevik, Ö., Ciciler, N., 1998. Tekirdağ Çekirdeksizi üzüm çeşidinde bilezik almanın bazı tane ve salkım özellikleri üzerine etkileri. 4. Bağcılık Sempozyumu Bildirileri. 20–23 Ekim. 372–376. Yalova.
- Carreno, J., Faraj, S., Martinez, A., 1998. Effects of girdling and covering mesh on ripening, colour and fruit characteristics of Italia grapes. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 73 (1): 103–106.
- Ceyhan, E., 1995. Yuvarlak Çekirdeksiz üzüm çeşidinde Gibberellik asit (GA_3) ve bilezik alma uygulamalarının bazı salkım ve tane özelliklerine etkisi üzerinde araştırmalar. Yüksek Lisans, Akdeniz Üniv. Fen Bilimleri Enst. 82 s.
- Çelik, H., 2006. Üzüm Çeşit Kataloğu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü. Sun Fidan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi: 3. 165 s. Ankara
- Çelik, H., Ağaoglu, Y.S., Fidan Y., Marasalı, B., Söylemezoğlu, G., 1998. Genel Bağcılık. Sunfidan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi 1. 251 s.
- Çelik, S., 2011. Bağcılık (Ampeloloji). Cilt I, 3. Baskı. Namık Kemal Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü. 428 s. Tekirdağ.
- Dardeniz, A., 2001. Asma fidancılığında bazı üzüm çeşidi ve anaçlarda farklı ürün ve sürgün yükünün üzüm ve çubuk verimi ile kalitesine etkileri üzerine araştırmalar. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 167 s. Bornova/İzmir.
- Dardeniz, A., 2014. Effects of cluster tipping on yield and quality of Uslu and Cardinal table grape cultivars. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi (COMU Journal of Agriculture Faculty). 2 (1): 21–26.
- Dardeniz, A., Kısmalı, İ., 2002. Amasya ve Cardinal üzüm çeşitlerinde farklı ürün yüklerinin üzüm ve çubuk verimi ile kalitesine etkileri üzerine araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 39 (1): 9–16.
- Ecevit, F.M., 1986. Bağlarda meyve iriliğini artırıcı bazı uygulamalar. Selçuk Üniversitesi Yayınları. 25–6. 15 s. Konya.
- FAO, 2022. FAO verileri. (Erişim adresi: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>) (Erişim tarihi: 27.03.2022).
- Gündüz, H.İ., Atlı, H.S., Kazankaya, A., 2020. Horoz Karası üzüm çeşidinde, bilezik alma ve Gibberellik Asit uygulamalarının verim ve kalite üzerine etkileri. Munzur Zirvesi 2. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi. 31 Mayıs. 156–171. Tunceli.
- İlter, E., 1990. Özel Bağcılık. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü. 83 s. Bornova-İzmir.
- İşçi, B., Altındişli, A., 2014. Organik olarak yetiştirilen Alphonse Lavalleé ve Trakya İlkeren (*Vitis vinifera* L.) cv. üzüm çeşitlerinde bazı kültürel uygulamaların verim ve kalite üzerine etkileri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 31 (3): 90–99.
- Jensan, F., Andris, H., Beede, R., 1981. Comparison of normal girdles and knife line girdles on Thompson Seedless and Cardinal grapes. American Journal Enology and Viticulture. 32 (3): 206–207.
- Özer, C., Kiracı, M.A., Delice, A., 2002. Trakya İlkeren üzüm çeşidinde bilezik alma ve Ethepon uygulamalarının etkileri. Türkiye 5. Bağcılık ve Şarapçılık Sempozyumu Bildiriler. 331–336. Nevşehir.
- Özer, C., Kiracı, M.A., Delice, A., 2005. Yeni ıslah edilen çekirdeksiz bazı sofralık üzüm çeşitlerinde Gibberellik Asit ve bilezik alma uygulamalarının verim, kalite ve gelişme üzerine etkileri. Türkiye 6. Bağcılık Sempozyumu Bildiriler. 367–374. Tekirdağ.

- Rather, J.A., Wani, S.H., Haribhushan, A., Bhat, Z.A., 2011. Influence of girdling, thinning and GA₃ on fruit quality and shelf life of grape (*Vitis Vinifera* L.) cv. Perlette. Elixir Agriculture. 41: 5731–5735.
- Shulman, Y., Nir, G., Bazak, H., Lavee, S., 1986. Grapevine girdling by morphactin oil. Hort–Science. 21 (4): 999–1000.
- Şahan, E., Tangolar, S., 2013. Flame Seedless ve Alphonse Lavallée üzüm çeşitlerinde bilezik alma ve salkım seyreltmesi uygulamalarının bazı salkım ve tane özellikleri üzerine etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi. 29 (3): 88–97.
- TÜİK, 2022. TÜİK verileri. (Erişim adresi: <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>) (Erişim tarihi: 27.03.2022).
- Uzun, H.İ., Ceyhan, E., 1995. Yuvarlak Çekirdeksiz üzüm çeşidinde Gibberellik Asit ve bilezik alma uygulamalarının bazı salkım ve tane özellikleri üzerine etkisi üzerinde araştırmalar. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 8: 52–64.
- Uzun, İ., 2004. Bağcılık El Kitabı. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti. 156 s.
- Xi, X., Zha, Q., He, Y., Tian, Y., Jiang, A., 2020. Influence of cluster thinning and girdling on aroma composition in ‘Jumeigui’ table grape. Scientific reports. 10 (1): 1–10.
- Zabadall, T.J., 1992. Response of ‘Himrod’ grapevines to cane girdling cooperative extension service. Hortscience. 27 (9): 975–976.



Timelike V-Mannheim Curves In Minkowski 3-Space \mathbb{E}_1^3

Eray Avcı^{1*}

<https://orcid.org/0000-0001-7653-8251>

Çetin Camcı¹

<https://orcid.org/0000-0002-0122-559X>

¹ÇOMÜ Fen Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü. 17020, Çanakkale.

*Sorumlu yazar: aeray_95@hotmail.com

Abstract

In this paper, timelike V-Mannheim curve, a new type Mannheim curve in Minkowski 3-Space \mathbb{E}_1^3 is characterized. Based on the timelike V-Mannheim curve, the properties of the timelike T, N, and B Mannheim curves are obtained.

Keywords: V-Mannheim Curve, Timelike V-Mannheim Curve, Minkowski 3-Space.

Özet

Bu çalışmada, yeni bir tip Mannheim eğrisi olan zamansı V-Mannheim eğri Minkowski 3-uzayında karakterize edildi. Zamansı V-Mannheim eğriden hareketle zamansı T, N ve B Mannheim eğriler elde edildi.

Anahtar Kelimeler: V-Mannheim Eğri, Zamansı V-Mannheim Eğri, Minkowski 3-uzayı.

1. Introduction

The theory of curves is one of the important study areas of classical differential geometry. In the theory of curves, special curves such as Mannheim curves, Bertrand curves, helix curves and involute-evolute curves have been studied. The characterizations of these curves in Euclidean and Minkowski spaces have been studied.

Mannheim curves which are one of the special curves studied in the theory of curves, were first found by Mannheim in 1878 and their definition were given as follows: The necessary and sufficient condition for any curve to be a Mannheim curve is to provide the equation $\kappa = \lambda(\kappa^2 + \tau^2)$ for the non-zero constant λ .

Some fundamental theorems about Mannheim curves are proved with the help of Riccati equations in 3D Euclidean space (Blum, 1966). Let α and β be two curves in 3-dimensional Euclidean space. If the principal normal of the curve α and the binormal of the curve β are linearly dependent, the α curve is called the Mannheim curve, the β curve is called the Mannheim partner curve of the α curve (Liu and Wang, 2007). Mannheim curve pairs were defined in 4-dimensional Euclidean space (Matsuda and Yorozu, 2009).

Mannheim curves are also developed in 3-dimensional Minkowski space. The characterization of Mannheim offsets of spacelike and timelike ruled surfaces was obtained by Önder and Uğurlu in 2009. The characterizations of null Mannheim curves were obtained (Ergüt and Öztekin, 2011). There is no null Mannheim curve in Minkowski space (İlarslan et al., 2012). Additionally, a new type of Mannheim curve called the V-Mannheim curve was defined (Camcı, 2021).

In Section 2, we present some of the definitions and properties where we used in the following sections. In Section 3, we describe timelike V-Mannheim curves in Minkowski 3-space E_1^3 and give a characterization of a timelike V-Mannheim curve. Finally, we discuss the need for further research. This study is a part of the first author's master's thesis.

2. Preliminaries

Let $\alpha: I \subset \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}^3$ be a unit-speed curve with arc-length parameters "s". If we denote Serret-Frenet apparatus with $\{T, N, B, \kappa, \tau\}$, then we can define a curve $\beta: I \rightarrow \mathbb{R}^3$ as

$$\beta(s) = \int V(s)ds + \lambda(s)N(s) \tag{1}$$

where $\lambda: I \rightarrow \mathbb{R}$ is a differentiable function, V is a unit vector field with

$$V(s) = u(s)T(s) + v(s)N(s) + w(s)B(s) \tag{2}$$

Definition 2.1. Let $\{\bar{T}, \bar{N}, \bar{B}, \bar{\kappa}, \bar{\tau}\}$ be Serret-Frenet apparatus of the curve β defined in (1). If N, \bar{B} are linearly dependent, then (α, β) is V-Mannheim curve mate and α is called V-Mannheim curve. If $V = T$, then (α, β) couple is called a classical Mannheim curve mate (Camcı, 2021).

Theorem 2.1: The curve α is a V-Mannheim curve if and only if it satisfies

$$u(s)\kappa(s) - w(s)\tau(s) = \lambda(s)(\kappa^2(s) + \tau^2(s))$$

where

$$\lambda(s) = - \int v(s) ds$$

(Camcı, 2021).

Corollary 2.1. If $u(s) = 1, v(s) = w(s) = 0$, we have Mannheim (T-Mannheim) curve. From Theorem 2.1. λ is constant and $\kappa = \lambda(s)(\kappa^2(s) + \tau^2(s))$ (Camcı, 2021).

Corollary 2.2. If $v(s) = 1, u(s) = w(s) = 0$, we have B-Mannheim curve. From Theorem 2.1. λ is constant and $\kappa(s) = -\lambda(s)(\kappa^2(s) + \tau^2(s))$ (Camcı, 2021).

Theorem 2.2: In 3-dimensional Euclidean space, let K be a regular curve with a coordinate neighbourhood (I, α) , Frenet apparatus $\{T, N, B, \kappa, \tau\}$ and arc length parameter s . Necessary and sufficient conditions for the curve K to be a V-Mannheim curve

$$2u(s)\kappa(s) = \frac{1}{\lambda} \left[u^2(s) + u(s)\sqrt{u^2(s) + w^2(s)} \cos(2\theta(s) + \theta_0(s)) \right]$$

$$2w(s)\tau(s) = \frac{1}{\lambda(s)} \left[-w^2(s) + w(s)\sqrt{u^2(s) + w^2(s)} \sin(2\theta(s) + \theta_0(s)) \right]$$

where $\cos \theta_0(s) = \frac{u(s)}{\sqrt{u^2(s)+w^2(s)}}$ and $\sin \theta_0(s) = \frac{w(s)}{\sqrt{u^2(s)+w^2(s)}}$ (Camcı, 2021).

Corollary 2.3. If $u(s) = 1, v(s) = w(s) = 0$, we have Mannheim (T-Mannheim) curve. By using Theorem 2.1 and Theorem 2.2. ,the curvature and torsion of the curve α are obtained as:

$$\kappa(s) = R(\cos \theta(s))^2$$

$$\tau(s) = R \cos \theta (s) \sin \theta (s)$$

where $R = \frac{1}{\lambda}$ is a constant (Camcı, 2021).

Corollary 2.4. If $v(s) = 1, u(s) = w(s) = 0$, we have B-Mannheim curve. By using Theorem 2.1 and Theorem 2.2. ,the curvature and torsion of the curve α are obtained as:

$$\tau(s) = -R\sin^2\theta(s)$$

$$\kappa(s) = R \cos \theta (s) \sin \theta (s)$$

where $R = \frac{1}{\lambda}$ is a constant (Camcı, 2021).

Theorem 2.3. The curve β is V-Mannheim mate of the curve α if only and if

$$\frac{d\bar{\tau}}{d\bar{s}} = \frac{v\bar{\tau}\sqrt{1 + \lambda^2\bar{\tau}^2}}{\lambda\sqrt{1 - v^2}} + \frac{\bar{\kappa}}{\lambda}(1 + \lambda^2\bar{\tau}^2)$$

is satisfied (Camcı, 2021).

Next, recall that Minkowski 3-space E_1^3 is Euclidean 3-space E^3 equipped with the metric

$$g := -dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2$$

where (x_1, x_2, x_3) is a rectangular coordinate system of E_1^3 [13]. In this space, a vector has one of three casual characters according to this metric. If $g(u, u) > 0$ or $u = 0$, then u is a spacelike vector,

if $g(u, u) < 0$, then u is a timelike vector, and if $g(u, u) = 0$ and $u \neq 0$, then u is a null (lightlike) vector. Moreover, an arbitrary curve α in Minkowski 3-space E_1^3 is called according to the causal character of its the velocity vector $\alpha'(s)$. A curve α is called spacelike, timelike, or null, if $\alpha'(s)$ is spacelike, timelike or null, respectively. For a timelike curve with Serret-Frenet apparatus $\{T, N, B, \kappa, \tau\}$, the following formulas hold:

$$T' = \kappa N$$

$$N' = \kappa T + \tau B$$

$$B' = -\tau N$$

$$g(T, T) = -1, g(B, B) = 1, g(N, N) = 1$$

$$g(T, N) = 0, g(B, N) = 0, g(T, B) = 0$$

$$T \times N = B, B \times T = N, N \times B = -T$$

3. Timelike V-Mannheim Curve

In this section, we define timelike V -Mannheim curves in Minkowski 3-Space E_1^3 and investigate some of their basic properties. In addition, we give a characterization for this type of curves.

Definition 3.1. Let $\alpha: I \rightarrow E_1^3$, $\alpha = \alpha(s)$ be a unit-speed timelike curve with Frenet apparatus $\{T, N, B, \kappa, \tau\}$ and $\beta: I \rightarrow E_1^3$, $\beta = \beta(s)$ be a regular curve with Frenet apparatus $\{\bar{T}, \bar{N}, \bar{B}, \bar{\kappa}, \bar{\tau}\}$. We can define a curve β as

$$\beta(s) = \int V(s)ds + \lambda(s)N(s)$$

where $\alpha: I \rightarrow \mathbb{R}_1^3$ is a differentiable function and V is a unit vector field with,

$$V(s) = u(s)T(s) + v(s)N(s) + w(s)B(s)$$

If the vector fields N, \bar{B} are linearly dependent, then the curve pair (α, β) is called a timelike V - Mannheim curve mate and γ is called a timelike V -Mannheim curve. Moreover, especially, if $V = T$ (N or B), then (α, β) is a timelike T (N or B)-Mannheim curve mate.

Theorem 3.1. Let unit-speed and timelike curves α and β in 3-dimensional Minkowski space. Let the Serret-Frenet elements of these curves be $\{T, N, B, \kappa, \tau\}$ and $\{\bar{T}, \bar{N}, \bar{B}, \bar{\kappa}, \bar{\tau}\}$ respectively and the timelike curve β be the V-Mannheim curve pair of the timelike curve α . Necessary and sufficient conditions for an α curve to be a timelike V-Mannheim curve

$$u(s)\kappa(s) - w(s)\tau(s) = \lambda(s)(\tau^2(s) - \kappa^2(s)) \quad (3.1)$$

$$\lambda(s) = - \int v(s) ds \quad (3.2)$$

Proof. Since the timelike curve β is the V-Mannheim curve pair of the timelike curve α , from equation (3.1), we have

$$\beta(s) = \int_0^s V(u)du + \lambda(s)N(s) \quad (3.3)$$

Derivating of the equation (3.3) we get

$$\frac{d\bar{s}}{ds} \bar{T} = (u(s) + \lambda(s)\kappa(s))T(s) + (v(s) + \lambda'(s))N(s) + (w(s) + \lambda(s)\tau(s))B(s) \quad (3.4)$$

with the definition of Mannheim curve, we get

$$\lambda(s) = - \int v(s)ds.$$

from the equation (3.4), we have

$$\bar{T}(\bar{s}) = \frac{ds}{d\bar{s}}(u(s) + \lambda(s) \kappa(s))T(s) + \frac{ds}{d\bar{s}}(w(s) + \lambda(s)\tau(s))B(s) \quad (3.5)$$

From the equation (3.5), we get

$$\frac{ds}{d\bar{s}}(u(s) + \lambda(s) \kappa(s)) = \cosh \theta (s) \quad (3.6)$$

$$\frac{ds}{d\bar{s}}(w(s) + \lambda(s) \tau(s)) = \sinh \theta (s) \quad (3.7)$$

Hence we get the tangent vector of the timelike curve β ,

$$\bar{T} = \cosh \theta(s) T(s) + \sinh \theta(s) B (s) \quad (3.8)$$

by derivating of the equation (3.8), we get

$$\frac{d\bar{s}}{ds} \bar{\kappa}(\bar{s}) \bar{N}(\bar{s}) = \left(\frac{d\theta}{ds} \sinh \theta(s) \right) T(s) + (\kappa(s) \cosh \theta(s) - \tau(s) \sinh \theta(s)) N(s) + \left(\frac{d\theta}{ds} \cosh \theta (s) \right) B(s) \quad (3.9)$$

By using the definition of Mannheim curve, we get

$$u(s)\kappa(s) - w(s)\tau(s) = \lambda(s)(\tau^2(s) - \kappa^2(s))$$

On the other hand derivating equation (3.1), we get

$$\bar{T}(\bar{s}) = \cosh \theta(s) T(s) + \sinh \theta(s) B (s) \quad (3.10)$$

From the equations (3.9) and (3.10), we get

$$\bar{N}(\bar{s}) = \sinh \theta(s) T(s) + \cosh \theta(s) B(s) \quad (3.11)$$

$$\bar{B}(\bar{s}) = \left((\kappa(s) \sinh \theta(s) - \tau(s) \cosh \theta(s)) \frac{ds}{d\bar{s}} \right) N(s) \quad (3.12)$$

From the equation (3.12), if N, \bar{B} are linearly dependent then it completes the proof.

Corollary 3.1. In equation (3.2), if $u(s) = 0, v(s) = 0, w(s) = 1$ are selected, then the curve α becomes the timelike T-Mannheim curve and $\lambda(s)$ is constant. Also, from Theorem 3.1. the curvature of the curve α is following,

$$\kappa(s) = \lambda(s)(\tau^2(s) - \kappa^2(s))$$

Corollary 3.2. In equation (3.2), if $u(s) = 1, v(s) = 0, w(s) = 0$ is selected, then the curve α becomes the timelike T-Mannheim curve and $\lambda(s)$ is constant. So from Theorem 3.1., we get,

$$\tau(s) = \lambda(s)(\kappa^2(s) - \tau^2(s))$$

Example 3.1. Let the $\alpha(s) = (2\sqrt{3} \sinh s, \sqrt{11}s, 2\sqrt{3} \cosh s)$, should be timelike a curve in Minkowski 3-space. Frenet vectors and curvatures of α are as follows:

$$T(s) = (2\sqrt{3} \cosh s, \sqrt{11}, 2\sqrt{3} \sinh s)$$

$$N(s) = (\sinh s, 0, \cosh s)$$

$$B(s) = (\sqrt{11} \cosh s, -2\sqrt{3}, \sqrt{11} \sinh s)$$

$$\kappa(s) = 2\sqrt{3}$$

$$\tau(s) = 12\sqrt{11}$$

Let the curve β be the timelike V-Mannheim curve mate of the curve α . In equation (3.2), if $u(s) = 0, v(s) = 0, w(s) = 1$ are chosen, then (α, β) pair becomes B-Mannheim curve mate. In this case, from equation (3.1) we get

$$\lambda(s) = -\frac{\sqrt{11}}{131}$$

From (3.3), we have

$$\beta(s) = \int B(s)ds + \lambda(s)N(s)$$

Hence we obtain the curve β as follows:

$$\beta(s) = \left(\frac{130\sqrt{11}}{131} \sinh(s), -2\sqrt{3}s, \frac{130\sqrt{11}}{131} \cosh(s) \right)$$

The graph of the timelike B-Mannheim curve pair with (α, β) is shown in Figure 1.

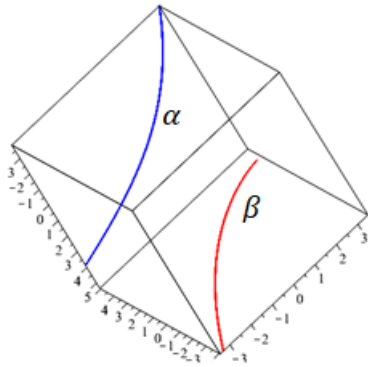


Figure 1. (α, β) timelike B-Mannheim curve mate

Theorem 3.2. Let α be the Serret-Frenet vectors $\{T, N, B\}$, the curvatures κ and τ of the timelike V-Mannheim curve in 3-dimensional Minkowski space. In this case, the timelike curve α is the V-Mannheim curve if and only if

$$2u(s)\kappa(s) = \frac{1}{\lambda} [-u^2(s)\lambda(s) + u(s)\sqrt{u^2(s) - w^2(s)} \cosh(2\theta(s) - \theta_0(s))] \quad (3.13)$$

$$2w(s)\tau(s) = \frac{1}{\lambda(s)} [-w^2(s) + w(s)\sqrt{u^2(s) - w^2(s)} \sinh(2\theta(s) - \theta_0(s))] \quad (3.14)$$

Timelike V-Mannheim Curves In Minkowski 3-Space E_1^3

where $\cosh \theta_0(s) = \frac{u(s)}{\sqrt{u^2(s)-w^2(s)}}$ and $\sinh \theta_0(s) = \frac{w(s)}{\sqrt{u^2(s)-w^2(s)}}$.

Proof. Since α is a timelike V-Mannheim curve, if $\kappa(s)$ and $\tau(s)$ are subtracted from (3.3), we get

$$\kappa(s) = \sqrt{\frac{u(s)\kappa(s) - w(s)\tau(s)}{\lambda(s)}} \sinh \theta(s) \quad (3.15)$$

$$\tau(s) = \sqrt{\frac{u(s)\kappa(s) - w(s)\tau(s)}{\lambda(s)}} \cosh \theta(s) \quad (3.16)$$

If the expressions (3.15) and (3.16) are substituted in the equation (3.3) and rearranged, we get

$$2u(s)\kappa(s) = \frac{1}{\lambda(s)} \left[-u^2(s) + u(s)\sqrt{u^2 - w^2} \left(\frac{u(s)}{\sqrt{u^2 - w^2}} \cosh 2\theta(s) - \frac{w}{\sqrt{u^2 - w^2}} \sinh 2\theta(s) \right) \right] \quad (3.17)$$

$$2w(s)\tau(s) = \frac{1}{\lambda(s)} \left[-w^2(s) - w(s)\sqrt{u^2(s) - w^2(s)} (\sinh \theta_0(s) \cosh 2\theta(s) + \cosh \theta_0(s) \sinh 2\theta(s)) \right] \quad (3.18)$$

Here if we say $\cosh \theta_0(s) = \frac{u(s)}{\sqrt{u^2(s)-w^2(s)}}$ and $\sinh \theta_0(s) = \frac{w(s)}{\sqrt{u^2(s)-w^2(s)}}$ we get

$$2u(s)\kappa(s) = \frac{1}{\lambda(s)} \left[-u^2(s) + u(s)\sqrt{u^2(s) - w^2(s)} \cosh(2\theta(s) - \theta_0(s)) \right]$$

$$2w(s)\tau(s) = \frac{1}{\lambda(s)} \left[-w^2(s) + w(s)\sqrt{u^2 - w^2} \sinh(2\theta(s) - \theta_0(s)) \right]$$

Corollary 3.3. In equation (3.2), if $u(s) = 0$, $v(s) = 0$, $w(s) = 1$ are chosen, then the curve α becomes the timelike T-Mannheim curve and $\lambda(s)$ is constant. Then the curvature and torsion of the curve α are obtained from Theorem 3.1. and Theorem 3.2. as,

$$\kappa(s) = R \sinh^2 \theta(s)$$

$$\tau(s) = R \sinh \theta(s) \cosh \theta(s)$$

where $R = \frac{1}{\lambda(s)}$.

Corollary 3.4. If $u(s) = 0, v(s) = 0, w(s) = 1$ are selected in the equation (3.2) then the curve α becomes the timelike B-Mannheim curve and $\lambda(s)$ is constant. Then the curvature and the torsion of the curve α are computed from Theorem 3.1. and Theorem 3.2. as the following,

$$\kappa(s) = R \sinh \theta(s) \cosh \theta(s)$$

$$\tau(s) = -R \cosh^2 \theta(s)$$

where $R = \frac{1}{\lambda(s)}$.

Theorem 3.3. Let $\{T, N, B, \kappa, \tau\}$ and $\{\bar{T}, \bar{N}, \bar{B}, \bar{\kappa}, \bar{\tau}\}$ be the Serret-Frenet elements of the unit speed timelike curves α and β in 3-dimensional Minkowski space, respectively. β is timelike V-Mannheim curve mate of the curve α if and only if

$$\frac{d\bar{\tau}}{d\bar{s}} = \frac{v(s)\bar{\tau}(\bar{s})\sqrt{1-\lambda^2(s)\bar{\tau}^2(\bar{s})}}{\lambda(s)\sqrt{1-v^2(s)}} + \frac{\bar{\kappa}(\bar{s})}{\lambda(s)}(1-\lambda^2(s)\bar{\tau}^2(\bar{s})) \quad (3.19)$$

Proof. Let the curve β be the timelike V-Mannheim curve pair of the curve α . In this case, from the equation (3.3) we get,

$$\int_0^s V(u)du = \beta(s) - \lambda(s)\bar{B}(\bar{s}) \quad (3.20)$$

If the derivative of the equation (3.20) is taken according to the \bar{s} arc-length parameter thereby

$$\frac{ds}{d\bar{s}}(u(s)T(s) + v(s)N(s) + w(s)B(s)) = \bar{T}(\bar{s}) - \frac{d\lambda}{d\bar{s}}\bar{B}(\bar{s}) + \lambda\bar{\tau}(\bar{s})\bar{N}(\bar{s}) \quad (3.21)$$

From the definition of Mannheim curve, we get

$$\frac{ds}{d\bar{s}}u(s)T(s) + \frac{ds}{d\bar{s}}w(s)B(s) = (\cosh \theta + \lambda\bar{\tau} \sinh \theta)T(s) + (\sinh \theta + \lambda\bar{\tau} \cosh \theta)B(s) \quad (3.22)$$

where

$$\frac{ds}{d\bar{s}}u(s) = \cosh \theta(s) + \lambda(s)\bar{\tau}(\bar{s}) \sinh \theta(s) \quad (3.23)$$

$$\frac{ds}{d\bar{s}}w(s) = \sinh \theta(s) + \lambda(s)\bar{\tau}(\bar{s}) \cosh \theta(s) \quad (3.24)$$

The torsion of the curve β computed from (3.23) and (3.24) as

$$\bar{\tau}(\bar{s}) = \frac{1}{\lambda(s)} \frac{w(s) \cosh \theta(s) - u(s) \sinh \theta(s)}{u(s) \cosh \theta(s) - w(s) \sinh \theta(s)} \quad (3.25)$$

where

$$(u(s)\cosh \theta(s) - w(s) \sinh \theta(s))^2 - (w(s) \cosh \theta(s) - u(s) \sinh \theta(s))^2 = u^2(s) - w^2(s) = 1 - v^2(s) \quad (3.26)$$

Let us define a differentiable function as $\varphi: I \rightarrow \mathbb{R}$ ($s \rightarrow \varphi(s)$) where we can use in the equation (3.26). From the equation (3.26), we get

$$\sqrt{1 - v^2(s)} \cosh \varphi(s) = u(s) \cosh \theta(s) - w(s) \sinh \theta(s) \quad (3.27)$$

$$\sqrt{1 - v^2(s)} \sinh \varphi(s) = w(s) \cosh \theta(s) - u(s) \sinh \theta(s) \quad (3.28)$$

Substituting the equations (3.27) and (3.28) in the equation (3.25) we get,

$$\bar{\tau}(\bar{s}) = \frac{1}{\lambda(s)} \tanh \varphi(s). \quad (3.29)$$

If the derivative of the equation (3.29) taken according to the \bar{s} arc parameter we have,

$$\frac{d\bar{\tau}}{d\bar{s}} = \frac{ds}{d\bar{s}} \left(\frac{d\lambda}{ds} \tanh \varphi(s) + \frac{1}{\lambda(s)} \frac{d}{ds} (\tanh \varphi(s)) \right) \quad (3.30)$$

If the equation (3.25) arranged again, we get the desired expression,

$$\frac{d\bar{\tau}}{d\bar{s}} = \frac{v(s)\bar{\tau}(\bar{s})\sqrt{1 - \lambda^2(s)\bar{\tau}^2(\bar{s})}}{\lambda(s)\sqrt{1 - v^2(s)}} - \frac{\bar{\kappa}(\bar{s})}{\lambda(s)}(1 - \lambda^2(s)\bar{\tau}^2(\bar{s}))$$

Conversely, if the derivative of (3.20) taken according to the \bar{s} arc-length parameter, the equation (3.21) obtained. If the equations (3.8) and (3.11) substituted in the equation then we have

$$\frac{ds}{d\bar{s}} = \sqrt{\frac{1 - \lambda^2(s)\bar{\tau}^2(\bar{s})}{1 - v^2(s)}} \quad (3.31)$$

$$\frac{ds}{d\bar{s}} (u(s)T(s) + w(s)B(s)) = \bar{T}(\bar{s}) + \lambda(s)\bar{\tau}(\bar{s})\bar{N}(\bar{s}) \quad (3.32)$$

If the derivative of (3.32) taken according to the \bar{s} arc parameter, we get

$$\frac{d\bar{s}}{ds} \frac{d^2s}{d\bar{s}^2} (\bar{T} + \lambda\bar{\tau}\bar{N}) + \left(\frac{ds}{d\bar{s}}\right)^2 (u\kappa - w\tau)N = \lambda\bar{\tau}\bar{\kappa}\bar{T} + \left[\frac{d(\lambda)}{d\bar{s}} \bar{\tau} + \frac{d(\bar{\tau})}{d\bar{s}} \lambda \right] \bar{N} + \lambda\bar{\tau}^2\bar{B} \quad (3.33)$$

where

$$\frac{d\bar{s}}{ds} \frac{d^2s}{d\bar{s}^2} = \lambda(s)\bar{\tau}(\bar{s})\bar{\kappa}(\bar{s}) \quad (3.34)$$

$$\bar{\kappa}(\bar{s}) + \frac{d(\lambda\bar{\tau})}{d\bar{s}} = \frac{d\bar{s}}{ds} \frac{d^2s}{d\bar{s}^2} (\lambda\bar{\tau}) = \lambda^2(s)\bar{\tau}^2(\bar{s})\bar{\kappa}(\bar{s}). \quad (3.35)$$

It can be seen easily from the equations (3.33), (3.34), (3.35) that $\{N, \bar{B}\}$ are linearly dependent. From here the proof is completed.

4. Conclusion

This study considers the V-Mannheim curves in 3-dimensional Euclidean space put forward by Camcı (2021). We characterized these curves in 3-dimensional Euclidean space are in Minkowski 3-space. First, we took the pairs of these curves as time curves. Afterwards the temporal V-Mannheim curve definition and characterization are given. Then, based on the temporal V-Mannheim curve definition, temporal T-Mannheim, N-Mannheim and B-Mannheim curve definitions are made and enriched with examples.

Acknowledgement

This work was supported by the Office of Scientific Research Projects Coordination at Canakkale Onsekiz Mart University, Grant Number: FYL-2019-2926.

Conflicts of Interest

The authors declare no conflict of interest.

References

- Avcı, E., 2021. Minkowski 3-uzayında V-Mannheim eğri çiftleri. ÇOMÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Matematik Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi s.54
- Blum, R. 1966. A remarkable class of Mannheim curves. Canadian Mathematical Bulletin , Volume 9 , Issue 2 , June 1966 , pp. 223 – 228 .
- Camcı, Ç. 2019. How can we construct a k-slant curve from a given spherical curve? arXiv:1912.13392 .
- Camcı, Ç. 2021. On V-Mannheim Curve. arXiv:2101.02021.
- Chen, B. Y. 2003. When does the position vector of a space curve always lie in its rectifying plane? Amer. Math. Monthly, 2003, 110 147-152.
- Çoşkun, Ö., 2016. 3-boyutlu Öklid ve Minkowski uzaylarında Mannheim eğri çiftleri (Yüksek lisans tezi).
- Ergüt, M., Öztekin, H. B., 2011. Null mannheim curves in the Minkowski 3-space \mathbb{E}_1^3 . Turk J Math 35 (2011) , 107 – 114.
- Hacısalıhoğlu, H. H. Diferensiyel Geometri 1. Cilt, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi, 1998.
- Izumiya S, Takeuchi N., 2002. Generic Properties of Helices and Bertrand Curves. J. geom., 74, 97-109.
- İlarslan, K., Grobovic, M., ve Nesovic, E., 2012. On null and pseudo null Mannheim Curves in Minkowski 3-Space. Journal of Geometry volume 105, pages177–183.
- Liu, H., Wang, F., 2008. Mannheim Partner Curve in 3-Space. Journal of Geometry volume 88, pages120–126.
- Matsuda, H., Yorozu, S., 2009. On generalized Mannheim curves in Euclidean 4-Space Nihonkai Math. J. Vol.20(2009), 33–56.
- Onder, M., Uğurlu, H. H., 2009. Mannheim Offsets of timelike ruled Surfaces in Minkowski 3- space arXiv:0906.2077.
- Onder, M., Uğurlu, H. H., 2009. Mannheim Offsets of Spacelike ruled Surfaces in Minkowski 3- space arXiv:0906.4660.
- Orbay, K., Kasap, E., Aydemir, İ., 2009. Mannheim Offsets of Ruled Surfaces Hindawi Publishing Corporation Mathematical Problems in Engineering Volume 2009, Article ID 160917, 9 pages.
- Orbay, K., Kasap, E., 2009. On Mannheim Partner Curves in \mathbb{E}^3 International Journal of Physical Sciences Vol. 4 (5), pp. 261-264.