

DOFEBD

DOĞU FEN BİLİMLERİ DERGİSİ
JOURNAL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES OF EAST



**HAKKARI ÜNİVERSİTESİ FEN
BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DOĞU
FEN BİLİMLERİ DERGİSİ**



Yılda 2 kez yayımlanır.

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

dofebd@hakkari.edu.tr

Sahibi

Prof. Dr. Ömer PAKIŞ
Rektör

Sorumlu Müdür

Prof. Dr. Can YILMAZ

Editörler

Dr. Öğr. Üyesi Metin ERTAŞ
metinertas@hakkari.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Erkan AZİZOĞLU
erkanazizoglu@hakkari.edu.tr

Mizanpajcı

Dr. Öğr. Üyesi Metin ERTAŞ

Editör Kurulu

Prof. Dr. Can YILMAZ
Dr. Öğr. Üyesi Erkan AZİZOĞLU
Doç. Dr. Mehmet Macit ERTUŞ

Prof. Dr. Mehmet Sait TAYLAN
Doç. Dr. Melek ERDEK
Dr. Öğr. Üyesi Metin ERTAŞ

Alan Editörleri

Prof. Dr. Mehmet Nuri BODUR
Prof. Dr. Şevket ŞİMŞEK
Doç. Dr. Hakan GÜNDOĞMUŞ
Doç. Dr. Abdulhad DOĞAN
Dr. Öğr. Üyesi Şule YÜCELBAŞ
Dr. Öğr. Mustafa Emre AKÇAY
Doç. Dr. Melek ERDEK
Dr. Öğr. Üyesi Erkan AZİZOĞLU

Dr. Öğr. Üyesi Şengal BAĞCI TAYLAN
Dr. Öğr. Üyesi Muzaffer MÜKEMRE
Dr. Öğr. Üyesi Metin ERTAŞ
Doç. Dr. Gülistan KAYA GÖK
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet YURDERİ
Doç. Dr. Selçuk EŞSİZ
Dr. Öğr. Üyesi Emrah ÇELİK
Dr. Öğr. Üyesi Tayfun ÇETİN

Sekreter

Sevgi Pınar ZEYDAN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
Finish Turning of AISI 5140 Tempered Steel to Improve Machinability for Engineering Applications: An Experimental Approach with Dry Cutting Ali Çetin Yalçın, Fırat Şen, Barış Divleli, Tuncay Küçükçolak, Cihan Menşan, Rüstem Binali	1
Risk Perception and Occupational Health and Safety: Evaluation in National and Global Context Okan Özbakır	11
Anadoluda Yetişen Dört <i>Centaurea</i> L. Türünün Antiaging Ve Antidiyabet Etkilerinin Belirlenmesi Determination of Antiaging and Antidiabetes Effects of Four <i>Centaurea</i> L. Species Growing in Anatolia Mehmet ÇAVUŞOĞLU, Mehmet AKDENİZ, İsmail YENER, Hüseyin ALKAN, Abdulselam ERTAŞ	24
<i>Artemisia haussknechtii</i> Boiss. (Cilo yavşanı) Ekstresinin Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi Determination of Antioxidant Capacity of <i>Artemisia haussknechtii</i> Boiss. (Cilo yavşanı) Extract Zafer Yaren, Musa İşnas, Deniz İrtem Kartal, İsmail Çelik	38
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Kampüs Alanı ve Çevresinin İkonos Uydu Görüntüleri ile Çok Yüksek Çözünürlüklü Sayısal Yüzey Modellemesi Very High Resolution Digital Surface Modeling of Van Yüzüncü Yıl University Campus Area and Surroundings from İkonos Satellite Images Onur Köse	49

Finish Turning of AISI 5140 Tempered Steel to Improve Machinability for Engineering Applications: An Experimental Approach with Dry Cutting

Ali Çetin Yalçın¹, Fırat Şen¹, Barış Divleli¹, Tuncay Küçükçolak¹, Cihan Menşan¹, Rüstem Binali*²

¹ TUSAŞ – Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş., Ankara, Türkiye

² Mechanical Engineering Department, Selcuk University, Türkiye

email:rustem.binali@selcuk.edu.tr

DOI: 10.57244/dfbd.1392858

Geliş tarihi/Received:21/11/2023

Kabul tarihi/Accepted:16/12/2023

Abstract

This study explores the best finish turning conditions for AISI 5140 tempered steel which is commonly used in automotive, agriculture and construction sectors thanks to its high strength and toughness properties. The steel is proper for surface hardening which makes it a perfect option to employ in various engineering applications. However, there are a few studies about this material and no paper is seen on finish turning operation which is highly critical to prepare the parts for workspace. Therefore, this work focuses on the impacts of feed rate, cutting speed and depth of cut parameters on roughness of workpiece along with cutting force and cutting temperatures while dry cutting of AISI 5140 steel. The results of the experiments evaluated with statistical analysis and Taguchi's optimization approach. Accordingly, cutting speed is the dominant parameter on all response parameters namely surface roughness, cutting force and temperature with 92.6%, 61.6% and 91.6% contribution rate respectively. For maximum surface quality, highest cutting depth (0.3 mm) and cutting speed (200m/min) along with lowest feed rate (0.15 mm/rev) should be employed. Such an approach is expected to be a guide for the practical applications where tempered steels are used in different engineering disciplines.

Keywords: AISI 5140 tempered steel, finish turning, machinability, and surface roughness.

Introduction

Machinability is a general term that commonly used for the definition of feasibility for machining a metallic material on a machine tool. As a consequence, machinability should be identified by several factors which are generally maintained by the machining outputs (Binali, Demirpolat, Kuntoğlu, & Sağlam, 2023; Rüstem, Süleyman, & Süleyman, 2021). Therefore, machinability indicators can be classified for the ones belong to workpiece material, machine tool and cutting tool. However, measuring all these outputs related with these elements is a difficult task. On the other hand, determination of the required machinability indicators is significant to increase the quality of workpiece, to prolong the tool life of cutter and to minimize the expenses and waste (Pimenov et al., 2022). In the concept of this specific study, it was aimed to optimize surface roughness of the workpiece which is significant in finish turning. In addition, cutting temperature and cutting force during machining were measured on-line with advanced sensor systems to elaborate the study.

Machining is the process of removing pieces from the raw material called chips in various forms and lengths, continuously or intermittently, by giving a certain depth of cut (Arrazola, Özel, Umbrello, Davies, & Jawahir, 2013). Such processes generally

constitute the last round of the manufacturing processes and create the final surface and dimensions of the machined material. In this respect, although it is sometimes applied to rough operations, it also allows operations to be carried out with very high precision (Mia, Singh, Gupta, & Sharma, 2018). One of the important ways to perform precision machining in machining processes is the recognition of material properties and their correct use in this sense. Soft materials have a structure that can be cut and shaped more easily (Santos, Machado, Sales, Barrozo, & Ezugwu, 2016). On the other hand, hard materials have a structure that does not undergo easy deformation and affects the environment or material which interacts with physically and chemically during manufacturing (Sarıkaya et al., 2021). AISI 5140 tempered steel belongs to the second group mostly due to the high chrome ratio and carbides with excessive hardness in the main structure (Kuntoğlu, Aslan, & Sağlam, 2021). Also, high strength and toughness of the steel makes it hard to machine owing to elevated cutting forces, temperatures and vibrations during machining. For such reasons, observations on this special material are valuable considering its broad utilization in the industry.

When looking at the literature papers on AISI 5140 steel, limited number of machining studies can be seen. Plus, none of them addressed finish turning operation using multiple sensors. For example, Kuntoğlu et al. (Kuntoğlu, Aslan, Pimenov, et al., 2020) modeled tool geometry and cutting parameters for vibration and surface roughness optimization. With a good correlation rate about 90%, the researchers obtained a good model which minimizes vibrations and roughness deviations. In another study (Kuntoğlu, Aslan, Sağlam, et al., 2020), the authors carried out a comprehensive optimization for single and multiple targets using fundamental turning parameters. Accordingly, optimal values for wear, roughness and data acquired with high accuracy (82.5%). Aslan (Aslan, 2020) analyzed cutting forces, vibration and wear patterns using statistical and graphical methods. The study focuses on the multiple optimization techniques such as response surface method for optimal design of turning parameters. Kuntoğlu and Sağlam (Kuntoğlu & Sağlam, 2021) used sensor fusion technique in predicting wear. Acoustic emission and temperature signals provided outstanding results to protect cutting tool from catastrophic effects. On another work (Kuntoğlu, Acar, et al., 2021), the researchers used naturally inspired algorithms to optimize material removal rate and cutting forces. The Bees algorithm and response surface methods compared in giving the maximum success rate in multiple optimizations. Grzesik (Grzesik, 2008) observed wear patterns during hard turning operation and the study provided comprehensive information about abrasive and adhesive wear behavior. Usca et al. (Usca et al., 2022) made an experimental work based on milling operation using different cooling and lubricating mediums. Seemingly, cryogenic machining created powerful effect on the machinability characteristics over dry and minimum quantity lubrication method. Ebrahimi and Moshksar (Ebrahimi & Moshksar, 2009) researched the impact of machining parameters on machinability index and especially for the flank wear of 5140 material. On other studies, generally flank wear or wear mechanisms were studied by the academicians (Bican, Bayca, Ocak-Araz, Yamanel, & Tanis, 2020; Huang, Ren, Li, Zhou, & Zhang, 2018; Kahraman, 2017; Li et al., 2015; Zhang, Cheng, Hu, & Yin, 2017). Therefore, there is a large gap in finish machining of the AISI 5140 steel and this work focused on this area in this specific work.

Industrial materials have great attention nowadays due to the materials processing technologies are very costly. Since the minimization of the total cost maximizes the

productivity, manufacturing and industrial engineers generally focuses on the optimum approaches. In line with this scope, data will be kept up to date. This study has a novel approach for AISI 5140 material as per presenting a finish turning operation under dry conditions. In this way, different levels of turning parameters added in the test plan. The evaluation of the machinability of the workpiece was done with surface roughness, temperature and cutting force data. Results will be investigated by optimization and analysis methods to reach the optimal ranges of cutting parameters.

Materials and Methods

Materials, machine tool and experiments

Industrial materials can find extensive usage area in many sectors. AISI 5140 is a special type of tempered steel group which have outstanding toughness and strength properties allowed this material to be used in many prominent areas. Since this material commonly utilized in the sector, it was selected as the machining material. The chemical content of the material is given in Table 1. Coated carbide tools were used to machine the materials and for each experiment a fresh cutting insert was taken. Each experiment was operated under different cutting conditions and these compromised the experimental plan. This plan illustrated in Table 2 where v is the cutting speed, f is the feed rate and d is the cutting depth. The physical tests were performed on a conventional lathe machine (De Lorenzo). No cutting fluid or coolant was used in the experiments. The figure of the machine tool and general perspective of the study is given in Figure 1.

Table 1. Chemical content of 5140 (wt%) (Karakan, Alsaran, & Çelik, 2002)

C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	V	S	Cu	P
0.426	0.77	0.287	0.845	0.134	0.054	0.0287	0.064	0.0154	0.019

Table 2. Turning parameters used in the experiments

Cutting parameters	v	f	d
1. level	100	0.15	0.1
2. level	200	0.3	0.2
3. level	-	-	0.3
Units	m/min	mm/rev	mm

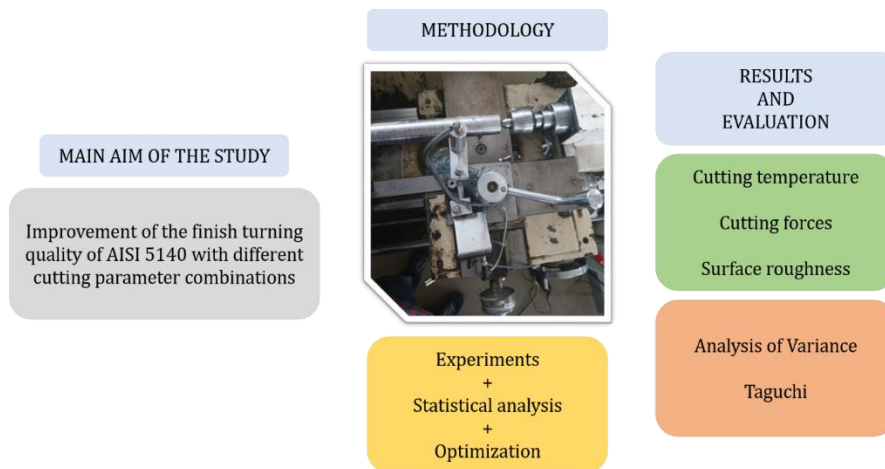


Figure 1. Machine tool and general perspective of the study.

Machining outputs

Common parameter used for surface roughness measurement is the parameter that gives the average surface roughness and is denoted by Ra. It is calculated by taking the arithmetic mean of the areas around a certain center line (which can be positive or negative because these areas can be above or below the line). Surface roughness devices are used to measure surface roughness. While the measuring probe of the device moves over the surface at certain distances, it scans the surface structure with a sensitive micrometer-sized needle at its tip. In this way, the peaks and valleys can be easily detected. In this study a perthometer (Mahr M1 type) was used to determine the surface roughness. Cutting force is a natural outcome of machining operations which is needed to produce chips. In this work, cutting force was detected with a dynamometer (TeLC) which is mounted on the carriage and used also as the cutting tool holder. Similarly, the cutting temperature sensor (TeLC) was set to the dynamometer which uses the radiation measurement method. The red beam focused on the tool tip measures the chip/tool tip temperatures. The figures of the sensors are given in the Figure 2.

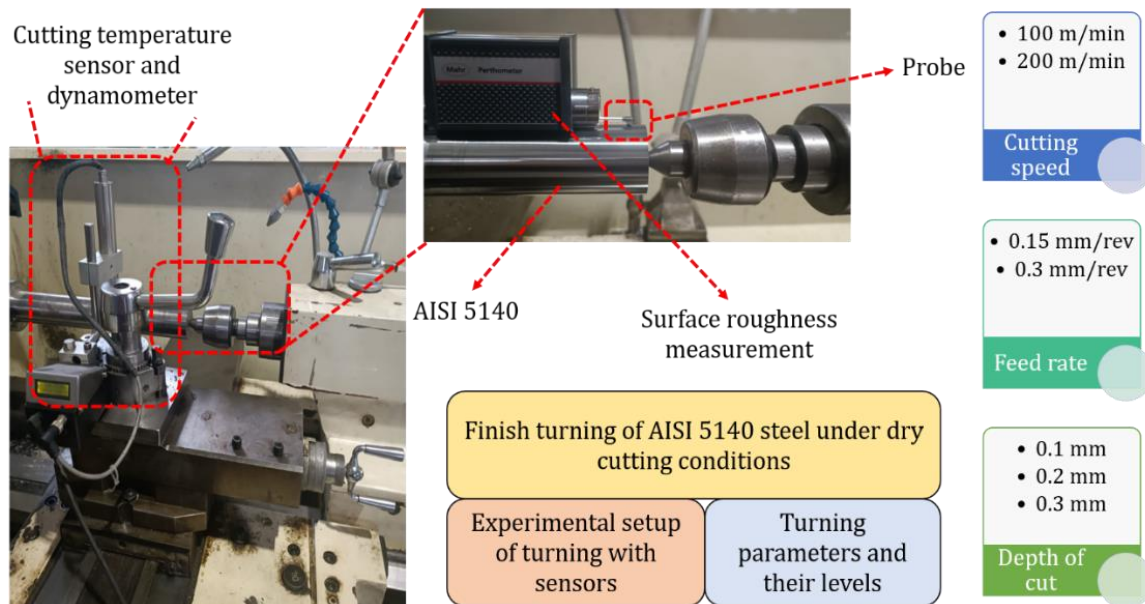


Figure 2. The experimental setup and sensors.

Optimization and statistical analysis

Optimization is highly necessary approach in each scientific area especially for the experimental studies. There are many optimization approaches. Taguchi is one of them and effectively used to obtain optimal ranges. In this paper, Taguchi method was employed to measure the impacts of the machining parameters. On the other hand, statistical analysis was done based on analysis of variance method. To realize these approaches, Minitab software was used. In depth analysis and explanation on used data will be given in the next sections.

Results

Surface roughness

The performances of the material during actual working conditions are directly affected by surface quality of a material. The production of machine parts is very

important since these materials are generally being contacted with other parts in real life. Tribological effects on the contacting surfaces of co-working elements determine the lifespan of the material, and this is critical in terms of the overall cost and maintenance costs of the machine. Therefore, determining the surface quality of a material is of great importance by means of measuring the effect and quality of the manufacturing process and understanding the adequacy of the material. One of the universally valid parameters that show the surface quality of a machine part or a metallic material is surface roughness. The obtained results in this study belongs to the surface roughness is given Figure 3.

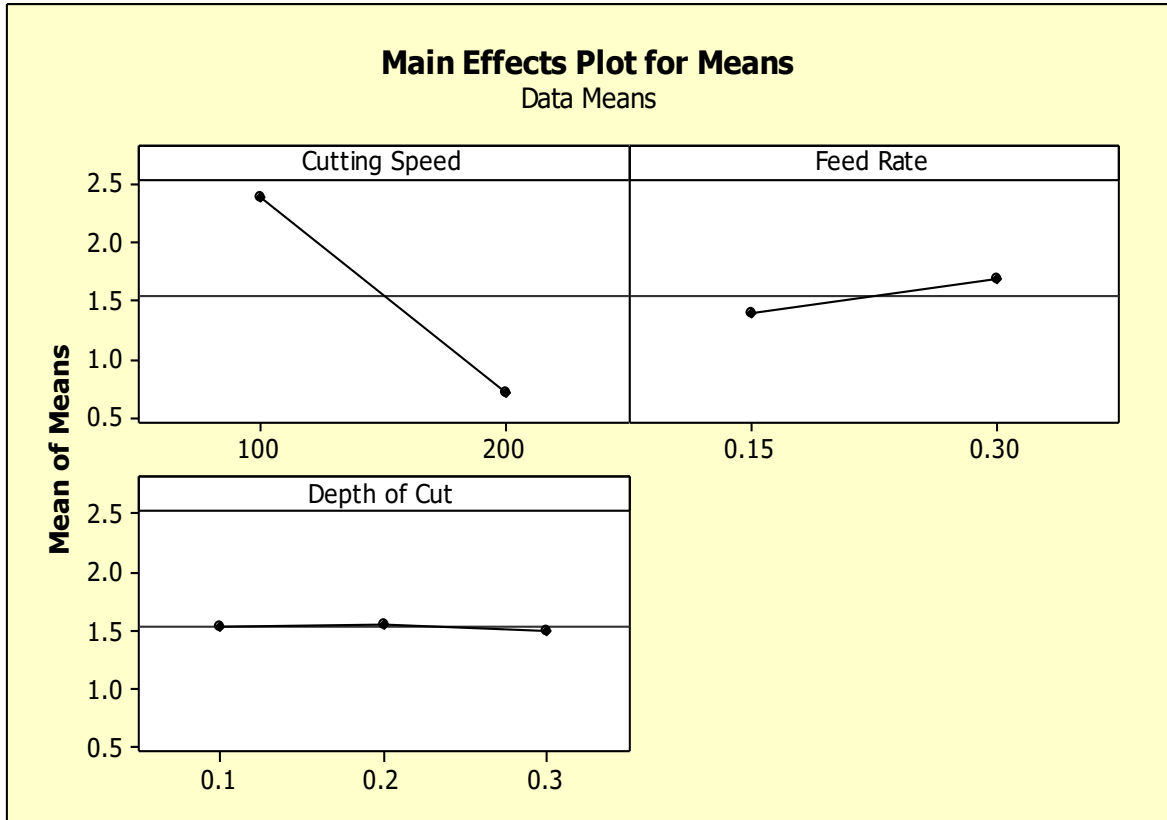


Figure 3. Determination of the effective parameters on surface roughness.

Cutting force

Basically, after the beginning of chip formation, contact areas between tool and chip are exposed to great pressure. Since there is a little contact length between these elements, cutting forces can be detected proportional to these contact areas and pressure. Cutting force is an essential variable to cut the material however it may ruin the surface quality of the material during forming the chips. Therefore, keeping the cutting force in some level is quite important. Figure 4 analyzes the cutting force changes depending on the different levels of cutting parameters. It was mentioned before those main effects plot provides the beneficial and detrimental parameters. As seen, the way to produce lowest cutting force depends on the selection of lower turning parameters namely 100 m/min, 0.15 mm/rev and 0.1 mm.

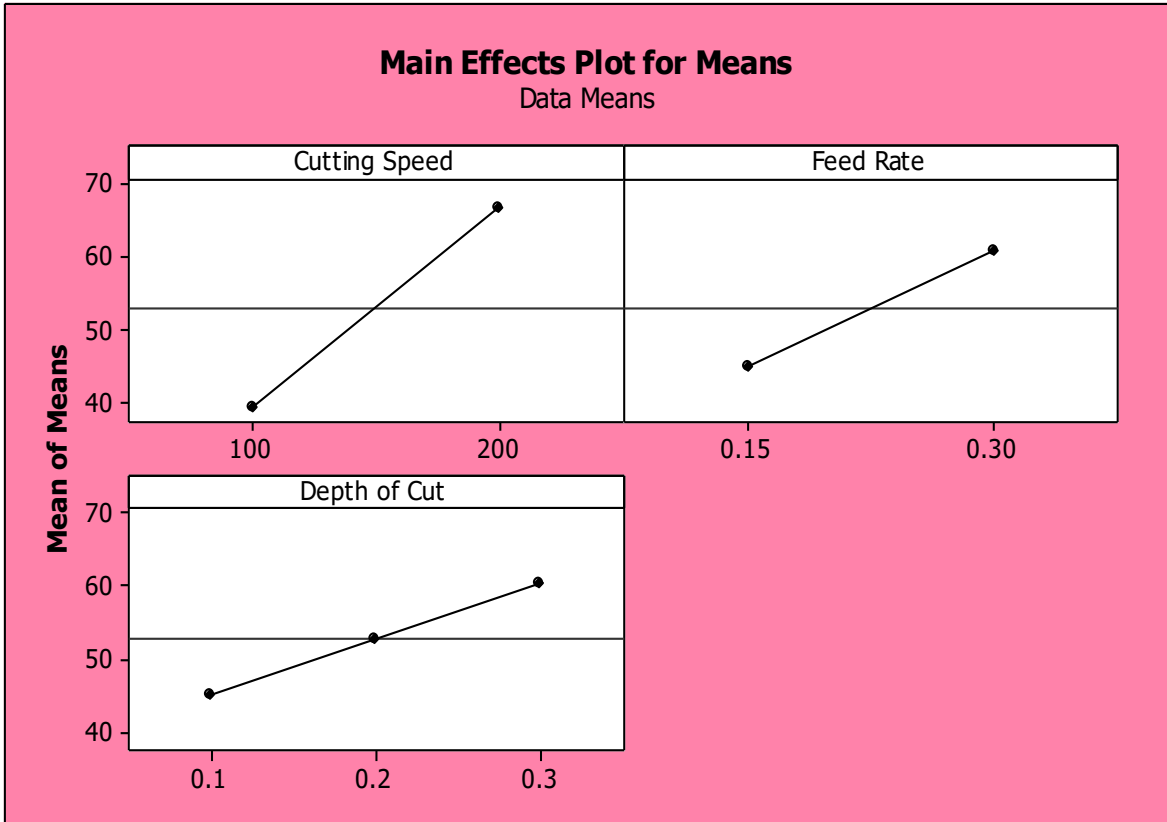


Figure 4. Determination of the effective parameters on cutting force.

Cutting temperatures

Although the general use of cutting inserts may seem quite simple, these tools, which are exposed to severe temperature and pressure, lose their properties over a certain period of time. The excessive temperatures occurring in the square millimeter area around a few edges where the cutting tool workpiece are being contacted, shared between the materials, chip and the cutting environment as a result of heat transfer. However, some heat is transferred to the workpiece and the cutting tool. As a result of high amounts of friction, severe tribological effects and temperature, various wear occurs at cutting tool and changes the microstructure of the material. Therefore, minimization of the cutting temperatures is of great importance. Figure 5 gives the impacts of the input parameters on the cutting temperatures. Means plot of main effects give the lines for each parameter which should be understood as the lower parameter gives better results. Seemingly, lower cutting speed need to be selected for the best surface quality. Similarly, low feed rate and depth of cut should be chosen for lowering the surface roughness. Means for the temperature scale shows that lower the parameter provides lower temperatures. This can be explained with the reduction of the cutting parameters automatically produce lower frictional forces, which reduces the temperatures and heat, transfer ratio.

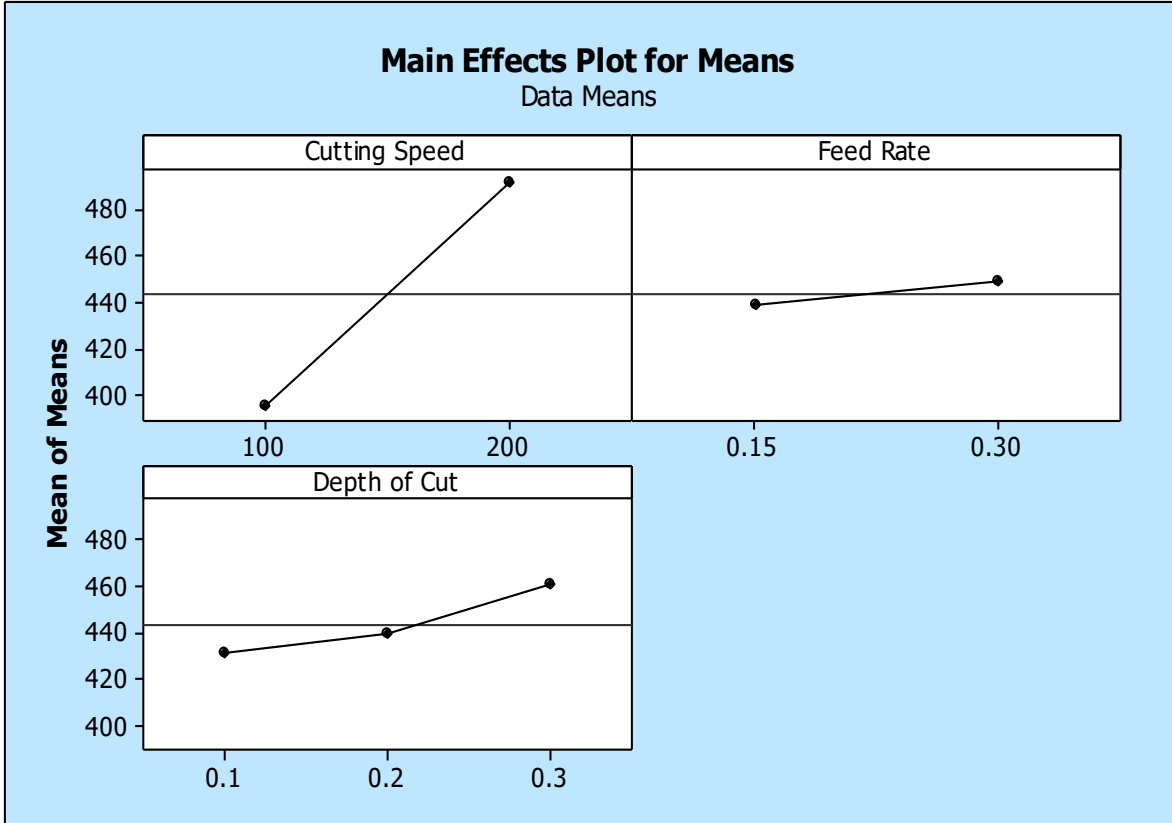


Figure 5. Determination of the effective parameters on cutting temperatures.

Statistical analysis and discussion

Statistical analysis gives the important levels for each parameter and these sorted values provide to design total machining group. This approach is widely utilized due to its simplicity and effective usage. Therefore, to improve the finish cutting quality, this study is built on this understanding. Statistical results are given in Figure 6 as per the findings of the experiments. Accordingly, surface roughness is affected by the cutting speed mostly (92.6%). This is understandable that changing cutting speed alters the cutting force and temperatures where tool wear index shifts. On the other hand, cutting force is influenced by the cutting speed effectively (61.6%) which is pursued by the feed rate and depth of cut. Cutting speed makes easier the cutting process if its higher rates are applied. Besides, this situation increases the wear rate of the cutting tool, which requires arranging the cutting speeds sensitively. Lastly, cutting temperature is affected by the cutting speed effectively (91.6%). Increasing movement of the workpiece during revolving enhances the coefficient of friction and increases the cutting temperatures.

Analysis of Variance for Means (Surface roughness)						
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Cutting Speed	1	8.33833	8.33833	8.33833	154.39	0.000
Feed Rate	1	0.27877	0.27877	0.27877	5.16	0.057
Depth of Cut	2	0.00435	0.00435	0.00217	0.04	0.961
Residual Error	7	0.37806	0.37806	0.05401		
Total	11	8.99951				

Analysis of Variance for Means(Cutting force)						
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Cutting Speed	1	2241.3	2241.3	2241.33	97.35	0.000
Feed Rate	1	768.0	768.0	768.00	33.36	0.001
Depth of Cut	2	465.2	465.2	232.58	10.10	0.009
Residual Error	7	161.2	161.2	23.02		
Total	11	3635.7				

Analysis of Variance for Means (Cutting temperatures)						
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Cutting Speed	1	27744.1	27744.1	27744.1	544.13	0.000
Feed Rate	1	330.7	330.7	330.7	6.49	0.038
Depth of Cut	2	1853.2	1853.2	926.6	18.17	0.002
Residual Error	7	356.9	356.9	51.0		
Total	11	30284.9				

Figure 6. Statistical analysis of the results.

Conclusions

This paper is about the finish turning performance of different cutting parameter combinations of AISI 5140 steel. The outputs namely cutting temperature, cutting force and surface roughness of the experimental study was evaluated with statistical analysis and graphical illustrations. Some of the findings are given below:

- Cutting speed was found as the dominant parameter on all response parameters namely surface roughness, cutting force and temperature with 92.6%, 61.6% and 91.6% contribution rate respectively.
- For minimize surface roughness, highest cutting depth (0.3 mm) and cutting speed (200m/min) along with lowest feed rate (0.15 mm/rev) should be selected.
- For minimize cutting force, highest cutting depth (0.3 mm) and cutting speed (200m/min) along with highest feed rate (0.30 mm/rev) should be selected.
- To minimize cutting temperatures, the same parameters that minimize cutting force should be used.

References

- Arrazola, P. J., Özel, T., Umbrello, D., Davies, M., & Jawahir, I. S. (2013). Recent advances in modelling of metal machining processes. *Cirp Annals*, 62(2), 695-718.
- Aslan, A. (2020). Optimization and analysis of process parameters for flank wear, cutting forces and vibration in turning of AISI 5140: A comprehensive study. *Measurement*, 163, 107959.

- Bican, O., Bayca, S. U., Ocak-Araz, S., Yamanel, B., & Tanis, N. A. (2020). Effects of the boriding process and of quenching and tempering after boriding on the microstructure, hardness and wear of AISI 5140 steel. *Surface Review and Letters*, 27(06), 1950157.
- Binali, R., Demirpolat, H., Kuntoğlu, M., & Sağlam, H. (2023). Machinability investigations based on tool wear, surface roughness, cutting temperature, chip morphology and material removal rate during dry and MQL-assisted milling of Nimax mold steel. *Lubricants*, 11(3), 101.
- Ebrahimi, A., & Moshksar, M. (2009). Evaluation of machinability in turning of microalloyed and quenched-tempered steels: Tool wear, statistical analysis, chip morphology. *Journal of materials processing technology*, 209(2), 910-921.
- Grzesik, W. (2008). Influence of tool wear on surface roughness in hard turning using differently shaped ceramic tools. *Wear*, 265(3-4), 327-335.
- Huang, X., Ren, Y., Li, T., Zhou, Z., & Zhang, G. (2018). Influence of minimum quantity lubrication parameters on grind-hardening process. *Materials and Manufacturing Processes*, 33(1), 69-76.
- Kahraman, F. (2017). Optimization of cutting parameters for surface roughness in turning of studs manufactured from AISI 5140 steel using the Taguchi method. *Materials Testing*, 59(1), 77-80.
- Karakan, M., Alasaran, A., & Çelik, A. (2002). Effects of various gas mixtures on plasma nitriding behavior of AISI 5140 steel. *Materials Characterization*, 49(3), 241-246.
- Kuntoğlu, M., Acar, O., Gupta, M. K., Sağlam, H., Sarıkaya, M., Giasin, K., & Pimenov, D. Y. (2021). Parametric optimization for cutting forces and material removal rate in the turning of AISI 5140. *Machines*, 9(5), 90.
- Kuntoğlu, M., Aslan, A., Pimenov, D. Y., Giasin, K., Mikolajczyk, T., & Sharma, S. (2020). Modeling of cutting parameters and tool geometry for multi-criteria optimization of surface roughness and vibration via response surface methodology in turning of AISI 5140 steel. *Materials*, 13(19), 4242.
- Kuntoğlu, M., Aslan, A., & Sağlam, H. (2021). AISI 5140 Çeliğinin tornalanması esnasında yaklaşma açısı ve kesme parametrelerinin işlenebilirliğe etkisinin incelenmesi. *Politeknik Dergisi*, 1-1.
- Kuntoğlu, M., Aslan, A., Sağlam, H., Pimenov, D. Y., Giasin, K., & Mikolajczyk, T. (2020). Optimization and analysis of surface roughness, flank wear and 5 different sensorial data via tool condition monitoring system in turning of AISI 5140. *Sensors*, 20(16), 4377.
- Kuntoğlu, M., & Sağlam, H. (2021). Investigation of signal behaviors for sensor fusion with tool condition monitoring system in turning. *Measurement*, 173, 108582.
- Li, H.-Y., He, H.-B., Han, W.-Q., Yang, J., Gu, T., Li, Y.-m., & Lyu, S.-K. (2015). A study on cutting and tribology performances of TiN and TiAlN coated tools. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, 16, 781-786.
- Mia, M., Singh, G., Gupta, M. K., & Sharma, V. S. (2018). Influence of Ranque-Hilsch vortex tube and nitrogen gas assisted MQL in precision turning of Al 6061-T6. *Precision Engineering*, 53, 289-299.
- Pimenov, D. Y., Mia, M., Gupta, M. K., Machado, Á. R., Pintaude, G., Unune, D. R., . . . Wojciechowski, S. (2022). Resource saving by optimization and machining environments for sustainable manufacturing: A review and future prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 166, 112660.
- Rüstem, B., Süleyman, Y., & Süleyman, N. (2021). *Optimization of Machinability Parameters of S960QL Structural Steel by Finite Elements and Taguchi Method*. Paper presented at the Proceedings of the International Conference on Engineering Technologies (ICENTE'21)(Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No: 7301857), Konya, Turkey.
- Santos, M. C., Machado, A. R., Sales, W. F., Barrozo, M. A., & Ezugwu, E. O. (2016). Machining of aluminum alloys: a review. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 86, 3067-3080.

- Sarıkaya, M., Gupta, M. K., Tomaz, I., Pimenov, D. Y., Kuntoğlu, M., Khanna, N., . . . Krolczyk, G. M. (2021). A state-of-the-art review on tool wear and surface integrity characteristics in machining of superalloys. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, *35*, 624-658.
- Usca, Ü. A., Uzun, M., řap, S., Giasin, K., Pimenov, D. Y., & Prakash, C. (2022). Determination of machinability metrics of AISI 5140 steel for gear manufacturing using different cooling/lubrication conditions. *journal of materials research and technology*, *21*, 893-904.
- Zhang, Y., Cheng, Y., Hu, H., & Yin, Z. (2017). Experimental study on cutting performance of microwave sintered Ti (C, N)/Al₂O₃ cermet tool in the dry machining of hardened steel. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *91*, 3933-3941.

Risk Perception and Occupational Health and Safety: Evaluation in National and Global Context

Okan Özbakır

Mine Technology, VSHETS, Iğdir University, Iğdir, Türkiye

E-mail: okan.ozbakir@igdir.edu.tr

DOI: 10.57244/dfbd.1347259

Geliş tarihi/Received:21/08/2023

Kabul tarihi/Accepted:15/04/2024

Abstract

Risks can be prevalent problems both within national borders and beyond. Examples of recent global infectious diseases such as natural disasters, man-made disasters (such as exposure to radiation), Covid, H1N1, and Ebola viruses can serve as examples of this. Interpretations and subjective judgments about risk are called risk perceptions and are important determinants of health and risk-related decisions (such as policy decisions about nuclear power plants, genetically modified foods, processed meats). We conducted research on studies on perception around the world, trends and what can be studied in the future. In this study, we identified 137 relevant publications from the SCOPUS database between 1987 and 2023. All the data obtained were analyzed using the Bibliometrix computer program based on R-studio. Analyses included the analysis of co-occurrences of networks, thematic maps, and trending topics. According to the findings of the present study, all reports were published in 101 sources since 1987. These documents have an annual growth rate of 5.55, increasing significantly after 2009. The countries with the highest number of publications are Australia, followed by Canada, Italy, Portugal, and the United States. Due to the nature of the topic, the occurrence of joint publications among countries is quite low. Individuals' awareness of occupational health and safety issues increases their awareness of workplace risks and, therefore, the likelihood of preventing workplace accidents and occupational illnesses.

Keywords: Perception, occupational health and safety, risk, hazard

Introduction

Risk perception refers to individuals' personal judgments about the likelihood of negative events occurring. In particular, in the context of health and risk communication, risk perception is important in determining which hazards are significant to individuals and how they can cope with these hazards. Risk perception has two main dimensions: the cognitive dimension, which is expressed in terms of individuals' level of knowledge and understanding about risks; and the affective dimension, which is concerned with how individuals feel about risks (Güler, 2014). Various theoretical models have been developed to explain how individuals perceive risks, process risk information, and make decisions about them. These include the psychometric paradigm, the risk amplification model, the mental noise model, the negativity dominance model, the trust determination model, and the social amplification of risk framework (Ar, 2014).

In the workplace, non-experts typically assess risk based on subjective perceptions, intuitive judgments, and information from the media, while experts rely more on research and statistical evidence. In contrast, it is assumed that non-experts generally assess risks using heuristic methods and other informal thought processes. For

example, when people are more aware of specific risks, they tend to believe that these risks occur more frequently than they actually do. This tendency is known as the availability heuristic (Kahneman et al., 1982).

Risk perceptions are important indicators of individuals' health behaviors and other risk prevention behaviors recommended by experts. Behavior changes models such as the Health Belief Model, the Protection Motivation Theory, the Extended Parallel Process Model, and the Risk Perception Attitude framework incorporate the concept of risk perception (Paek & Hove, 2017).

Public awareness and perceptions can be influenced by how the media portrays risks. There are numerous studies demonstrating that media factors influence public risk perceptions (Slovic, 2016). Various media factors, including the amount of media coverage, the frames used, the perceived value and tone of media coverage, media sources and their perceived reliability, the formats in which risks are presented, and the types of media channels, are associated to varying degrees with risk perceptions.

Risk perceptions are important in adopting healthy behaviors, restricting unhealthy behaviors, and accepting or rejecting certain levels of risks. Risk perceptions determine how individuals will proceed in their health and risk-related decisions. Therefore, research on risk perceptions plays a significant role in the planning and implementation of health-related policies (Alexopoulos et al., 2009).

A common assumption in risk perception research is that individuals decide how to perceive a risk based on their level of knowledge and certainty about the risk. This assumption is based on the rational decision-making model, in which individuals evaluate the probabilities of outcomes after calculating potential costs and benefits. This assessment of risk is often attributed to experts who rely on scientific knowledge and objective assessments.

When we think of some examples in the context of occupational health and safety, employees who have a coworker or family member suffering from a deadly disease such as occupational cancer are more likely to perceive this disease as a higher risk. Similarly, individuals dealing with a contagious disease containing biological risks in the workplace and receiving intensive media coverage may perceive it as more widespread and riskier compared to others. Therefore, it is understood that risk perception is shaped by various influences such as individual experiences, communication sources, and other factors. Considering these factors in risk perception research will help us gain a better understanding of the path's individuals follow in the process of assessing and managing risks.

Studies investigating the level of risk perception among workers in accordance with occupational health and safety principles are important sources that guide future research. These studies identify gaps in the literature and provide inspiration for researchers. Additionally, they provide access to the most up-to-date information, especially regarding the latest technologies. Recently, bibliometric-supported analyses have become popular in order to reduce the size of reports, increase visual appeal, and enhance comprehensibility (Rejeb et al., 2022; Malanski et al., 2019). Various tools are available for bibliometric analysis. However, each tool has its advantages and disadvantages, so the use of multiple tools is recommended for better results (Choudhri et al., 2015; Karanatsiou et al., 2017; Markscheffel and Schröter, 2021).

Among the most commonly used software packages for bibliometric and visualized analysis are CiteSpace, VOSviewer, and R-bibliometrix. These programs can be used to extract and obtain the desired essential information from the examined

publications. This information may include elements such as countries/regions, institutions, authors, journals, keywords, and co-citations. These programs can identify authors, institutions, and countries/regions that contribute the most to collaboration networks and select relevant publications. Bibliometric analysis is a method based on statistical and visualization tools that aim to reveal information structures and development trends related to a subject (Devos and Menard, 2019).

This method allows for the objective determination of research trends and new topics, the evaluation of the performance of authors and organizations, and the mapping of international collaborations and geographical distribution networks. For this purpose, printed data is used. Various databases are available to obtain raw data. PubMed, which is one of the most popular and frequently used search engines for medical literature, was developed by the National Library of Medicine and released as an accessible interface for the MEDLINE database in 1997. However, the main disadvantages of PubMed include problems such as covering biomedical and life sciences journal literature and lacking dynamic citation analysis (Choudhri et al., 2015).

The main objective of the study is to examine the perception levels of employees in the business world regarding the problems and risks they face. In line with this goal, previous research was compiled and efforts were made to obtain information on changes in spatial distribution, popular terms and topics. In addition, differences in perception levels between countries and regions and the factors influencing them were examined.

Do perception levels differ between countries? What could be the reasons for these differences? Do factors such as cultural, social and economic structures of countries, occupational health and safety policies, education system, and awareness-raising activities have an impact on perception levels?

What are the popular terms and topics related to occupational health and safety? Do these emerge as rising or declining topics depending on trends? Analyses conducted using the Bibliometrix program will help identify the most commonly used terms and topics.

Is there a relationship between perception levels and the number of studies related to occupational health and safety and the development and effectiveness of countries? Are the analyses conducted sufficient to determine the relationship between the development level of different countries and the number of studies conducted?

This study examines the perception levels of the problems and risks faced by employees in the business world and discusses the differences between countries in this regard. It also notes that popular terms and topics change according to trends and that the number of studies conducted in this area is related to the level of development of countries.

Material Method

Data source and search strategy

In the research to be evaluated, based on a numerical search using the SCOPUS database, it was found that it contained approximately 49,355 documents in the field of occupational health and safety. However, the search was specifically limited to the category of "perception" with the keywords "occupational health and safety" and "work" and "risk" for research on topics such as occupational accidents and work-related diseases. As a result, 137 documents were recorded after May 26, 2023. They were downloaded in BibTex format and analyzed using the Bibliometrix program based

on R studio. The obtained results were visualized using the VOSviewer program. VOSviewer is a software tool used for creating and visualizing bibliometric networks. These networks can include journals, researchers, or individual publications and can be constructed based on citation, bibliographic coupling, co-citation, or co-authorship relationships. This software also provides a text mining function to create and visualize the formation networks of important terms obtained from scientific literature (vosviewer.com). The 137 dataset was analyzed using VOSviewer software through keyword mining, citation analysis, and bibliographic coupling analysis.

Results and Discussion

The descriptive characteristics of 137 documents from various sources, including journals, books, book chapters, and conference papers, are presented collectively in Table 1, indicating a time range from 1987 to 2023. These documents are distributed across 137 different sources. The annual growth rate of these documents is estimated to be 5.55%. The first article was published in 1987, and the average age of the documents is 7.66 years. Such a low age suggests that reports related to perception and occupational health and safety are relatively new. The time trend of the documents (Figure 1) clearly shows that the majority of the documents have been reported after the 2010s and reached a peak in the last decade. Looking at the citations per document, we observed an average of 13.47. Out of the 137 documents, 99 were published as original research, and the remaining documents consist of chapters, books, and conference papers. In general, these documents account for 525 collaborative papers (Table 1).

Table 1. Documents produced between 1987-2023

Description	Results
Timespan	1987:2023
Sources (Journals, Books, etc)	101
Documents	137
Annual Growth Rate %	5.55
Document Average Age	7.66
Average citations per doc	13.47
References	5361
Keywords Plus (ID)	1083
Author's Keywords (DE)	464
Authors	525
Authors of single-authored docs	18
Single-authored docs	20
Co-Authors per Doc	4.15
International co-authorships %	13.87
Article	99
Book Chapter	3
Conference Paper	24
Conference Review	3
Review	8

In the following sections of the current study, these documents are subjected to a series of analyses, including sources and impacts, country productivity, co-occurrence of keywords, thematic maps, word clouds, conceptual structure maps, and topic dendrogram. The study is designed as a comprehensive approach to identify the main theme of the analyzed documents in the field of perception and occupational safety.

Annual scientific production of documents

The analysis of annual production of documents in the relevant field has revealed trends over time. According to this analysis, the first sources in the literature date back to the 1980s. However, a significant increase in the number of documents has been observed since 2013, accompanied by a momentum. This increase can be attributed to various factors. (Figure 1.)

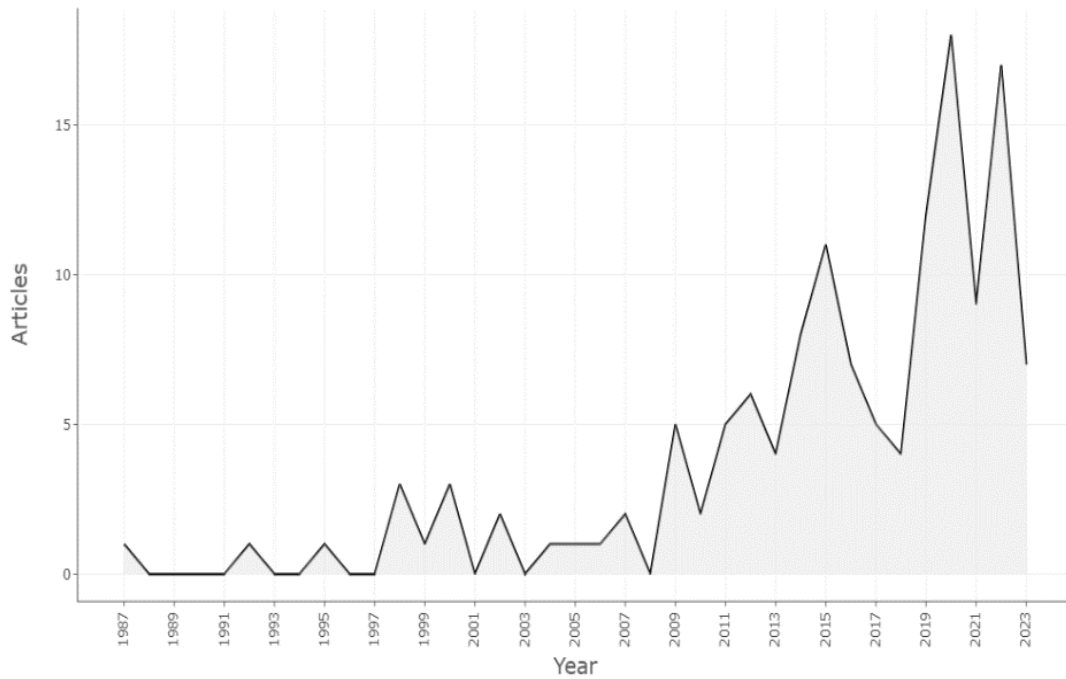


Figure 1. Annual scientific productivity.

Most published resources

As mentioned in the previous section (Table 1), the relevant publications are found in 137 different sources. These journals have been categorized into different categories based on their importance using Bradford's Law. This classification is related to their relevance level. As seen in Figure 2, the top three journals are Safety Science (N=13), International Journal of Environmental Research (N=7), and Advances in Intelligent Systems and Computing (N=4).

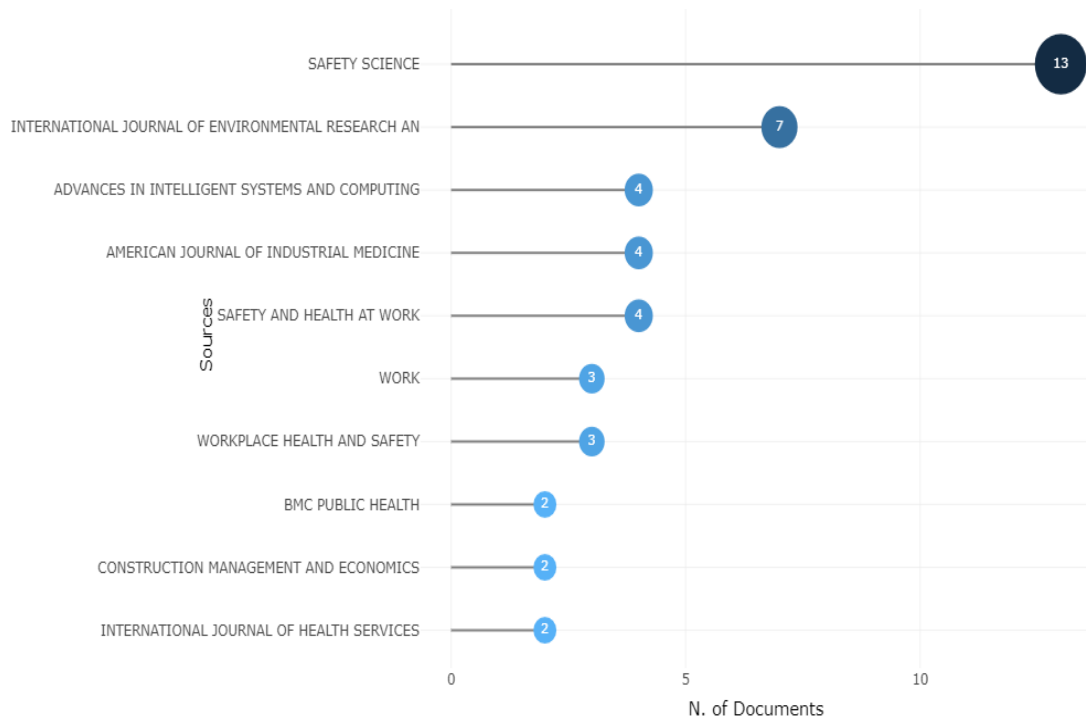


Figure 2. Most published sources

Country scientific production and connections

When looking at the number of publications, Australia ranks first, followed by Canada, Italy, Portugal, and the United States. However, in terms of receiving the most citations, the ranking is as follows: Australia (N=316), followed by Canada (N=283), the United States (N=245), Italy (N=213), Spain (N=93), New Zealand (N=74), and Denmark (N=50) (Figure 4). The reason why Australia produces a high number of publications on occupational health and safety is due to the high number of work accidents and occupational diseases in the country. According to ILOSTAT-Australia data, the number of non-fatal work accidents per 100,000 workers is 899, while the number of fatal work accidents per 100,000 workers is 1.6 (ilostat.ilo.org). Although Canada has made progress in occupational health and safety through recent legislative regulations and penalties, according to the International Labour Organization data, the number of work accidents in 2022 was 1408 per 100,000 workers, with around 5 resulting in death. In the United States, an ILO member country, the rate of fatal accidents per 100,000 workers is reported to be around 57.7 in the agriculture, forestry, and fishing sector, 13.33 in the mining sector, 16.15 in the construction sector, and 17.76 in the transportation sector. In Italy, these values are 11.27 in the agriculture, forestry, and fishing sector, 22.41 in the mining sector, 9.06 in the construction sector, and 6.39 in the transportation sector. In Portugal, the values are reported to be 9.34 in the agriculture, forestry, and fishing sector, 36.89 in the mining sector, 17.30 in the construction sector, and 11.61 in the transportation sector (Öztürk, 2022).

Country Scientific Production

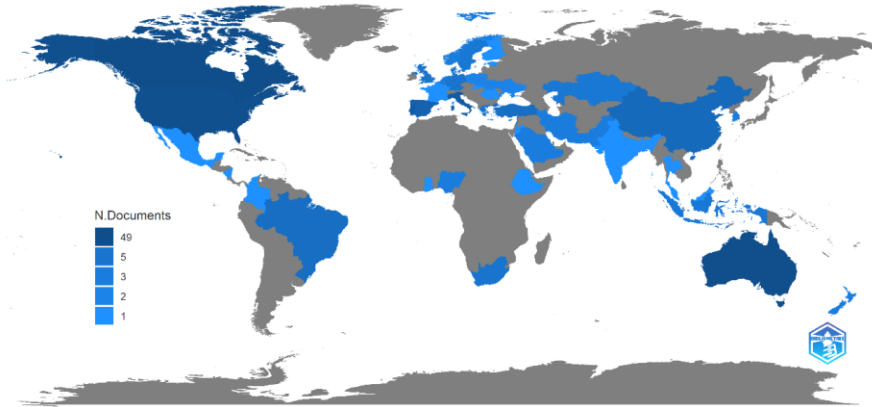


Figure 3. Scientific productivity of countries.

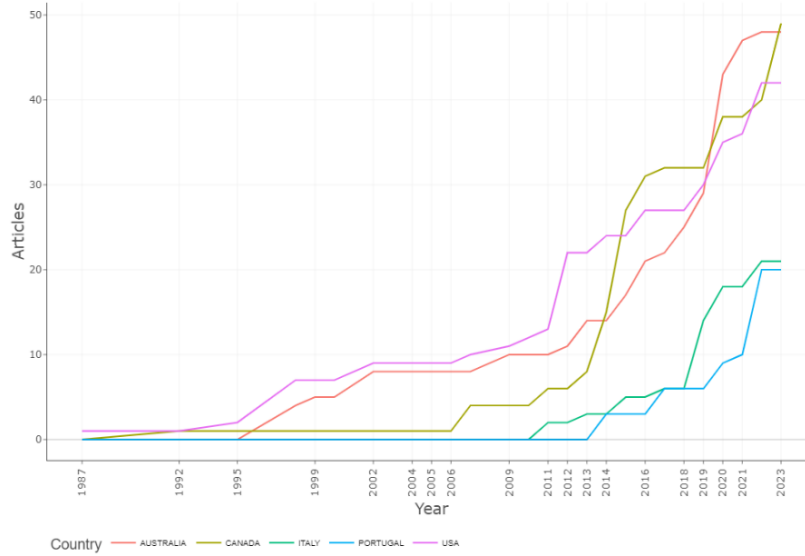


Figure 4. Scientific productivity of countries by years.

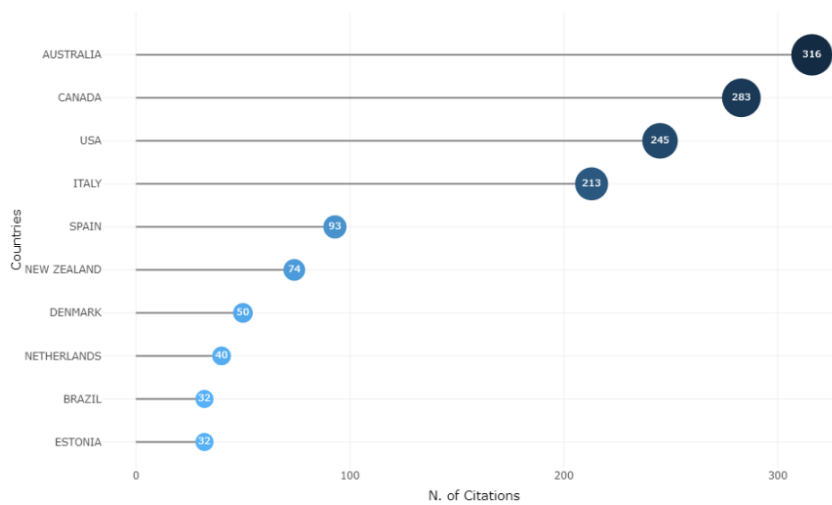


Figure 5. Number of citations received by countries.

Corresponding author (intra-country (scp) and cross-country (mcp) collaboration)

Figure 6 demonstrates the potential for individual or collaborative cooperation among countries conducting research on the respective topic. To this end, we evaluated intra-country (SCP) and inter-country (MCP) cooperation for the period 1987-2023. Figure 6 shows the top nineteen countries in this regard. Despite ranking first in terms of document count, Australia had a relatively low cooperation rate, the same as Canada, the United States, and Italy. For our country (Turkey), the MCP rate was found to be 0.0. While certain topics may be of interest to the local population, they may not fall within the scope of our regions or countries, thus the MCP rate may not reflect cooperation in specific topics. Collaboration may not be possible for every topic. Therefore, the low MCP rate can be attributed to local specificity and uniqueness.

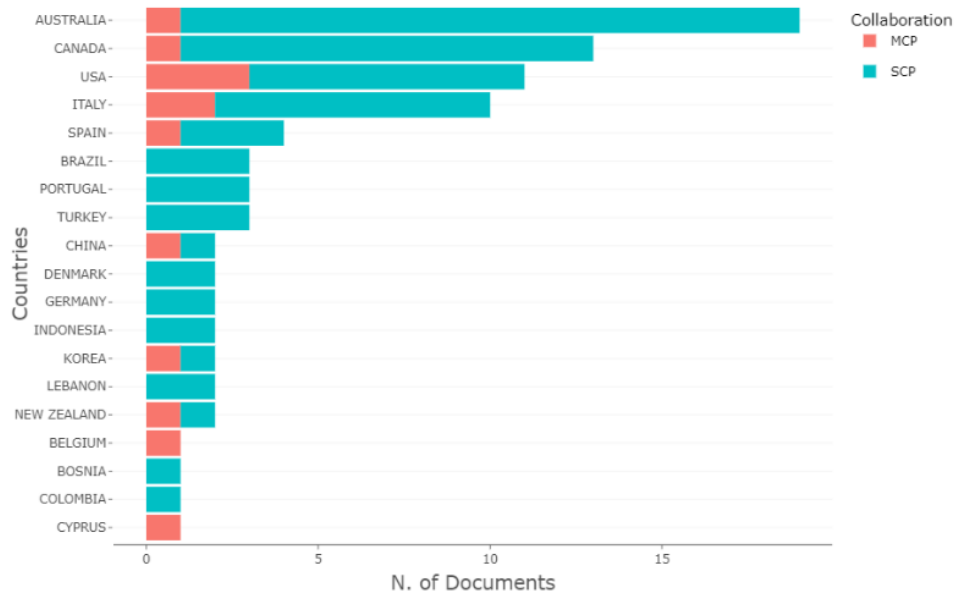


Figure 6. Cooperation status between countries

Word cloud analysis of received documents

We created three Word Clouds using Author Keywords, Keywords Plus, and Titles to further expand our insights into the content of the documents considered for analysis (Figure 7-9). As Zhang et al. (2016) report, traditional author keywords are provided by the authors of the relevant papers, while Keywords Plus are extracted from the titles of the referenced papers by Thomson Reuters. Additionally, Titles are critical indicators in reaching relevant audiences. The Word Clouds for each analysis consisted of the top 50 most frequently used words (Kulak et al., 2019; Kulak & Kılıç, 2020). Please refer to Figure 7 for Perception, Occupational Health and Safety, Risk Perception, Safety Culture, Risk Analysis, Safety Climate, etc. As evident from Figure 7, the main keywords of the study (occupational health and safety and perception) have been followed by the main keywords of the respective analysis.



Figure 7. Author keyword Cloud.

The keywords included workplace, people, women, men, risk assessment, adult, health risk (Figure 9). In the title word cloud, the most pronounced words are safety, health, work, risk, employees, perception, management, workplace, etc. (Figure 10). As seen in the country analysis (Figures 4-7), Australia has the highest number of publications. Due to its frequent usage as a keyword, Australia appears in the word cloud analysis. In occupational health and safety studies conducted in workplaces, both women and men are reported with similar frequency. Additionally, a distinction has been made between children, adolescents, and adults. These results indicate that the concept of occupational health and safety can affect all members of society.



Figure 8. Keyword plus cloud



Figure 9. Headings word cloud

Trending topics

The topics of scientific studies can vary significantly depending on time and location. As seen in Figure 10, occupational health and safety and human-related research have been prominent, generally focusing on investigating the perceptions of adult men and women. Additionally, risk assessment, industrial hygiene, and job-related risks are highlighted subjects.

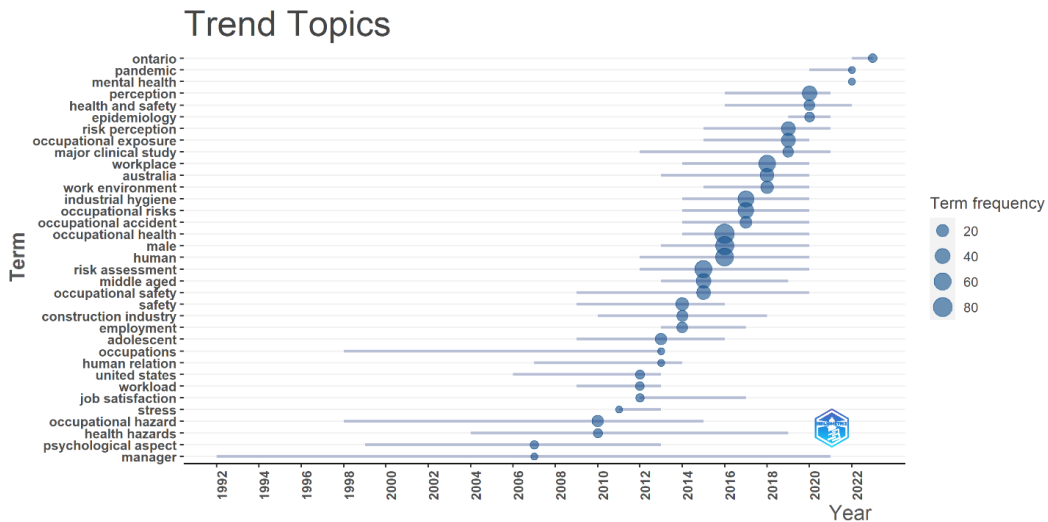


Figure 10. Trending topics

Co-occurring network

Understanding the relationship between the terms used in reports is an important analysis in the interpretation. For example, a high level of co-occurrence of words reflects a high level of relationship between them. Here, we created co-occurrence networks of authors' keywords and Keyword Plus (Figure 7-9). Accordingly, Figure 7 shows very tight clusters. The blue cluster, stemming from words related to business

risk and industrial hygiene, while the red cluster includes words related to occupational safety, human, and adult (male, female). Both clusters highlight the attention given to perception. The other main cluster (green) is centered around words like risk assessment, work environment, and occupational safety (Figure 11).

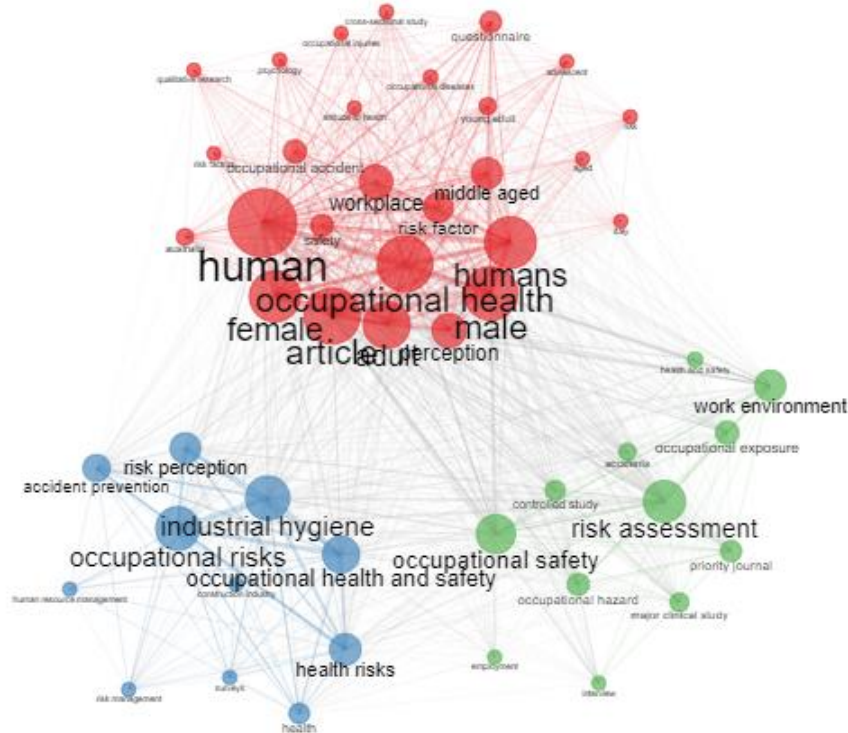


Figure 11. Network of co-occurring issues.

Thematic map

Thematic mapping, which has become popular in recent years, is important in determining the main and general topics in a field. Thematic maps consist of four quadrants. Motor theme (quadrant 1) consists of the most relevant and evolving terms related to the analyzed topic. Niche theme (quadrant 2) consists of terms that are not directly related to the topic. Emerging or declining theme (quadrant 3) includes terms that have limited or marginal relevance to the topic. The final quadrant (core theme) consists of general terms rather than specific terms related to the analyzed topic. Therefore, the same terms can be encountered in other fields as well. In the presence of networks, we also created thematic maps for author keywords (Figure 12). Figure 12 shows the thematic map of author keywords. The first quadrant (motor themes) consists of four main clusters. One cluster is about construction workers, the second cluster is about risk perception, occupational injuries, and occupational safety, the third cluster is about occupational health, perception, and security, and the fourth cluster is about occupational health and safety, Covid 19, and education. Since ensuring occupational health and safety is based on high perception, the motor theme completely encompasses these topics.

The second quadrant (niche theme) includes topics such as musculoskeletal injuries, workplace injuries, gender quantitative research, and workplace bullying. The third quadrant shows a tendency towards centrality and intensity in topics such as job

satisfaction, safety and health injuries, and work-related stress and risk sources. These suggest that these relevant topics can be moved to the motor theme and core themes. The word cloud topic (Figure 7, 8, 9), trend topics (Figure 10), and network topic (Figure 11) depict the key keywords or keywords plus "human, workplace, risk assessment" analysis, portraying hotspots or core content of occupational health and safety. This approach encompasses the fundamental topics of occupational health and safety. The final quadrant (Core Theme) identifies general topics that cross over/shared between different research fields, namely occupational health and safety, safety climate, and risk management. Interestingly, risk assessment, construction industry, and occupational hazards are at the center of this quadrant.

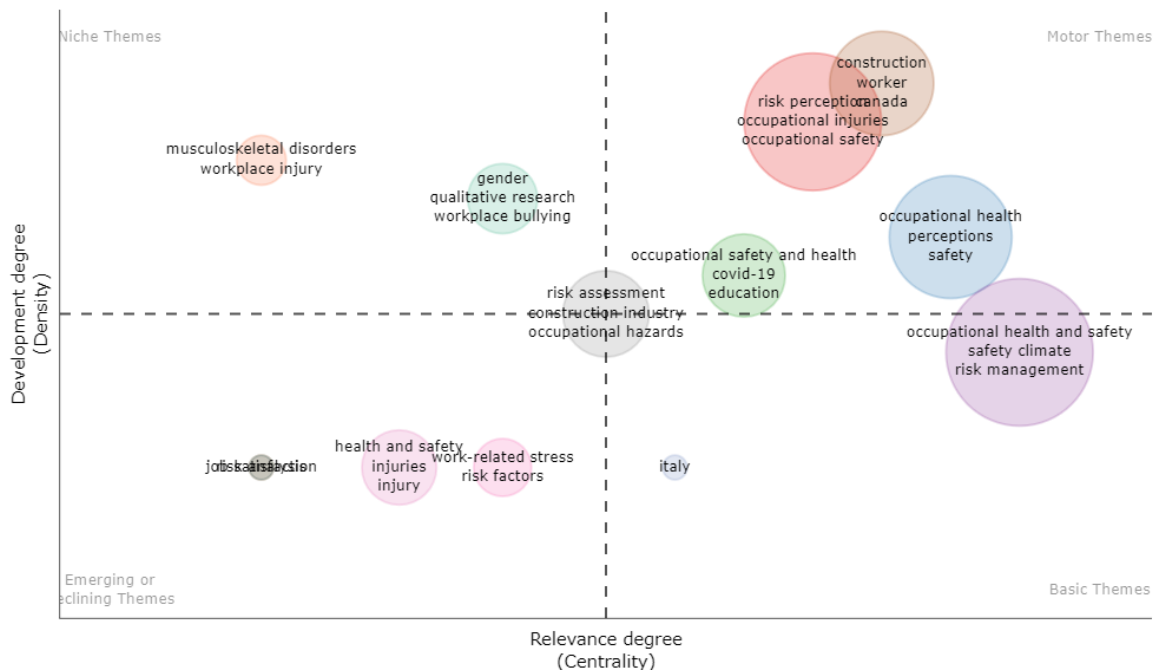


Figure 12. Thematic map

Conclusion

It is critical for researchers to determine how and to what extent emotions such as anger, fear, and anxiety affect risk perception and subsequent behavior. Although various risk characteristics have been identified under the headings of unknown and feared risks, very little research has examined which ones have stronger or weaker effects on risk perceptions and subsequent behaviors.

Research on risk perception and occupational health and safety was conducted using the Scopus database to obtain results such as authorship, citations, and keywords. Data from this study indicate that research on perception is mainly conducted in specific countries, and there is a limited number of international studies available. Perception is a reflection of the people living in each country and is generally a reflection of educational and behavioral outcomes; therefore, there is limited opportunity for collaboration.

However, risk perception is a complex phenomenon resulting from the interaction of cultural, social and educational factors. Therefore, there are difficulties in conducting collaborative research between different countries. International cooperation and

knowledge sharing are necessary to understand risk perceptions in different geographic regions and to develop occupational health and safety strategies.

References

- Alexopoulos, E. C., Kavadi, Z., Bakoyannis, G., & Papantonopoulos, S. (2009). Subjective risk assessment and perception in the Greek and English bakery industries. *Journal of environmental and public health*, 2009.
- Ar, H. (2014). *İklim değişikliği risk algısının toplumsal cinsiyet eşitliği açısından incelenmesi: Ankara ili Beypazarı ilçesi araştırması* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Choudhri, A. F., Siddiqui, A., Khan, N. R., & Cohen, H. L. (2015). Understanding bibliometric parameters and analysis. *Radiographics*, 35(3), 736-746.
- Devos, P., & Menard, J. (2019). Bibliometric analysis of research relating to hypertension reported over the period 1997–2016. *Journal of hypertension*, 37(11), 2116.
- Güler, S. (2014). *Örgütlerde güven algılamasının örgütsel sinizm üzerine etkisi ve bir araştırma* (Master's thesis).
- Karanatsiou, D., Misirlis, N., & Vlachopoulou, M. (2017). Bibliometrics and altmetrics literature review: Performance indicators and comparison analysis. *Performance Measurement and Metrics*, 18(1), 16-27.
- Kahneman, D., Slovic, P., & Tversky, A. (Eds.). (1982). *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. Cambridge university press.
- Kulak, M., Ozkan, A., & Bindak, R. (2019). A bibliometric analysis of the essential oil-bearing plants exposed to the water stress: How long way we have come and how much further? *Scientia horticultrae*, 246, 418-436.
- Kulak, M., & Kilic, N. (2020, May). A bibliometric analysis: How important is salicylic in response to the salinity from NaCl? In *EGU General Assembly Conference Abstracts* (p. 1302).
- Markscheffel, B., & Schröter, F. (2021). Comparison of two science mapping tools based on software technical evaluation and bibliometric case studies. *COLLNET Journal of Scientometrics and Information Management*, 15(2), 365-396.
- Malanski, P. D., Schiavi, S., & Dedieu, B. (2019). Characteristics of “work in agriculture” scientific communities. A bibliometric review. *Agronomy for Sustainable Development*, 39, 1-16.
- Paek, H. J., & Hove, T. (2017). Risk perceptions and risk characteristics. In *Oxford research encyclopedia of communication*.
- Rejeb, A., Abdollahi, A., Rejeb, K., & Treiblmaier, H. (2022). Drones in agriculture: A review and bibliometric analysis. *Computers and electronics in agriculture*, 198, 107017.
- Slovic, P. (2016). *The perception of risk*. Routledge.
- Öztürk, T. (2022). ILO Üyesi Ülkelerin İş Kazası Sonucu Oluşan Ölüm Oranı Bakımından Kümeleme Yöntemi ile Sınıflandırılması. *SGD-Sosyal Güvenlik Dergisi*, 12(1), 35-52.
- Zhang, Y., Yao, X., & Qin, B. (2016). A critical review of the development, current hotspots, and future directions of Lake Taihu research from the bibliometrics perspective. *Environmental Science and Pollution Research*, 23, 12811-12821.

Anadoluda Yetişen Dört *Centaurea* L. Türünün Antiaging Ve Antidiyabet Etkilerinin Belirlenmesi

Mehmet ÇAVUŞOĞLU¹, Mehmet AKDENİZ², İsmail YENER^{3*}, Hüseyin ALKAN⁴, Abdulselam ERTAŞ³

¹Mardin Artuklu Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, 47100, Mardin, Türkiye

²Adli Tıp Kurumu, Diyarbakır Grup Başkanlığı, 21100, Diyarbakır, Türkiye,

³Dicle University, Eczacılık Fakültesi, Analitik Kimya ABD, 21280, Diyarbakır, Türkiye

⁴Dicle University, Eczacılık Fakültesi, Biyokimya ABD, 21280, Diyarbakır, Türkiye

email: ismail.yener@dicle.edu.tr

DOI: 10.57244/dfbd.1391283

Geliş tarihi/Received:15/11/2023

Kabul tarihi/Accepted:05/06/2024

Özet

Centaurea L., Dünya çapında, özellikle Batı Asya ve Akdeniz bölgelerinde dağılım gösteren 600'den fazla türüyle Asteraceae familyasının dördüncü en büyük cinsi olup Türkiye'de 109'u endemik olmak üzere 179 türü bulunmaktadır. Bu çalışmada, Anadolu'dan dört *Centaurea* türünün antiaging ve antidiyabetik etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca *Centaurea lycopifolia*, *C. spectabilis*, *C. depressa*, ve *C. iberica* türlerinin GC-MS ile bazı triterpen içerikleri miktersal olarak belirlenmiştir. *C. lycopifolia* türünün aseton ekstresinde (4271.54±1.07 µg/g ekstre), *C. spectabilis* türünün aseton ekstresinde (2872.28±0.72 µg/g ekstre) ve etanol ekstresinde (3564.05±0.89 µg/g ekstre) α-amirin tespit edilmiştir. Antiaging açısından elastaz ve kollajenaz enzim inhibisyon yöntemlerinde *C. lycopifolia* aseton ekstresinin elastaz enzimine karşı iyi derecede (27.83±1.31, oleanolik asit: 43.80±0.76) inhibe edici aktivite göstermiştir. Antidiyabetik açısından değerlendirdiğimizde ise *C. depressa* türünün aseton ekstresinin 12.5, 50 ve 200 µg/mL konsantrasyonlarda α-glukozidazı çok yüksek seviyede (sırasıyla, % inhibisyon: 29.03±0.49, 45.87±1.06, 84.81±1.22, akarboz: 6.32±0.12, 18.20±0.13, 67.74±0.53) inhibisyon aktivitesi gösterdiği belirlenmiştir. *C. spectabilis* türünün etanol ekstresinin ise 400 µg/mL konsantrasyonda α-amilaz enzimine karşı yüksek seviyede (65.43±1.40, akarboz: 87.15±1.14) inhibisyon aktivitesi gösterdiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak *C. lycopifolia* türünün antiaging potansiyeli nedeniyle kozmetik endüstrisinde, *C. depressa*, *C. iberica*, *C. lycopifolia* ve *C. spectabilis* türlerinin antidiyabetik potansiyelleri nedeniyle farmasötik alanda kullanılabilmesi için daha detaylı *in vitro* ve *in vivo* çalışmalara konu olması gerektiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Centaurea*, GC-MS, α-amirin, enzim aktivite, antiaging, antidiyabetik

Determination of Antiaging and Antidiabetes Effects of Four *Centaurea* L. Species Growing in Anatolia

Abstract

Centaurea L. is the fourth largest genus of the Asteraceae family, with more than 600 species distributed worldwide, especially in Western Asia and the Mediterranean regions, and there are 179 species in Turkey, 109 of which are endemic. This study aims to determine the antiaging and antidiabetes effects of four *Centaurea* species from Anatolia. Additionally, some triterpene contents of *Centaurea lycopifolia*, *C. spectabilis*, *C. depressa*, and *C. iberica* species were determined by GC-MS. α-amyrin was detected in the acetone extract of *C. lycopifolia* species (4271.54±1.07 µg/g extract), in the acetone extract of *C. spectabilis* species (2872.28±0.72 µg/g extract) and in the ethanol extract (3564.05±0.89 µg/g extract). In terms of antiaging, elastase and collagenase methods; *C. lycopifolia* acetone extract exhibited good (27.83±1.31, oleanolic acid: 43.80±0.76) inhibitory activity against the elastase enzyme. When we evaluate it from an antidiabetic perspective, the acetone extract of the *C. depressa* has very high

levels of α -glucosidase at concentrations of 12.5, 50 and 200 $\mu\text{g/mL}$ (respectively, inhibition %, 29.03 \pm 0.49, 45.87 \pm 1.06, 84.81 \pm 1.22, acarbose: 6.32 \pm 0.12, 18.20 \pm 0.13, 67.74 \pm 0.53) was determined to show inhibition activity. It was determined that the ethanol extract of *C. spectabilis* species showed high level (65.43 \pm 1.40, acarbose: 87.15 \pm 1.14) inhibition activity against the α -amylase enzyme at a concentration of 400 $\mu\text{g/mL}$. As a result, in the cosmetic industry due to the antiaging potential of *C. lycopifolia* species, it is thought that *C. depressa*, *C. iberica*, *C. lycopifolia* and *C. spectabilis* species should be subject to more detailed *in vitro* and *in vivo* studies in order to be used in the pharmaceutical field due to their antidiabetic potential.

Keywords: *Centaurea*, GC-MS, α -amyrin, enzyme activity, antiaging, antidiabetic

Giriş

Tıbbi ve aromatik bitkiler, çok eski zamanlardan günümüze kadar insanlar tarafından hastalıkları tedavi edici olarak kullanılmalarından dolayı önemli bir rol oynamaktadırlar (Inoue ve ark. 2017). Tarihi açıdan incelendiğinde eski çağlardan (M.Ö 50000-7000) günümüze kadar bitkilerden çok çeşitli amaçlarla faydalandığı görülebilmektedir. Tıbbi ve aromatik bitkiler gıda, ilaç ve ticari olarak kullanıldığı bilinmektedir. Bundan dolayı insan ve bitki arasında güçlü bir bağ olduğu görülmektedir (Koçyiğit, 2005). Tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanımı çok eski yıllara dayanmakla beraber Asurlular, Babiller, Eski Mısır ve Yunan uygarlıkları dönemlerinde insanoğlu tarafından ilaç, gıda, baharat, çay, meşrubat, boya, kozmetik ve reçine gibi çok çeşitli alanlarda kullandıkları görülmektedir (Oğan ve Cömert 2017).

Asteraceae, yaklaşık 1600 cins ve 23.000'den fazla türden oluşan en büyük çiçekli bitki ailelerinden biridir (Bohm ve Stuessy 2001). Asteraceae familyası ayçiçeği ailesi olarak da bilinmektedir. Asteraceae familyasına ait bitki türleri genellikle tedavi edici etkisinin olduğu rapor edilmiştir ve bu özelliğinden dolayı geleneksel tıpta uzun bir geçmişe sahiptir. Familyanın bazı türlerinin yenilenebilir olması ve tıbbi etkisinden dolayı 3000 yıldan beridir yetiştiriciliği yapılmaktadır. Asteraceae familyası, Antartika hariç, Dünya çapında çeşitli ekolojik habitatlarda yaygın olarak bulunmakla beraber, orman habitatlarında, yüksek rakımlı otlaklarda ve hatta kentsel yeşil alanlarda yetişebilmektedir. Ancak tropikal bölgelerde çok daha az yaygındırlar. Asteraceae familyasının birçok türü, antiinflamatuvar, antimikrobiyal, antioksidan ve hepatoprotektif gibi aktiviteler göstermektedir (Rolnik ve Olas 2021).

Centaurea L. Dünya çapında, özellikle Batı Asya ve Akdeniz bölgelerinde dağılım gösteren 600'den fazla türüyle Asteraceae familyasının dördüncü en büyük cinsi olup Türkiye'de 109'u endemik olmak üzere 179 yerli türü bulunmaktadır (Reda ve ark. 2021; Yaylı ve ark. 2005). *Centaurea* cinsinin Türkçe isimlendirmesine bakıldığında, peygamber çiçeği, zerdali diken, çoban kaldıran, timur diken gibi isimlerle bilinmektedir. *Centaurea* cinsine ait olan bazı türler *Centaurea lycopifolia* Boiss. & Kotschy, *Centaurea spectabilis* (Fisch. & C.A.Mey.) Sch.Bip (synm: *Stizolophus balsamita*), *C. depressa* Bieb. (Synm: *Cyanus depressus*) ve *C. iberica* Trevir. & Spreng. olarak sıralanabilir (Boğa ve ark. 2016; Bona, 2013).

Dünya'da çeşitli *Centaurea* türleri geleneksel halk tıbbında çok değişik alanlarda kullanılmaktadır Bu alanlar, antidiyabetik, antidiyaretik, antiromatizmal, antiinflamatuvar, kolagog, koleretik, sindirim, mide, idrar söktürücü, menstrüel, hipotansif, ateş düşürücü, sitotoksik ve antibakteriyel özellikler olarak sıralanabilir (Arif ve ark. 2014; Yaglioglu ve ark. 2014; Khammar ve Djeddi 2012; Gürkan ve ark. 1998; Orallo ve ark. 1998; Farrag ve ark. 1993). Mısır'ın halk hekimliğinde *Centaurea* türleri ishal önleyici, enerji verici ve göğüs sıkışmasının rahatlatılması gibi hastalıkların

tedavisinde kullanılmış ayrıca ateş düşürücü, kabızlığı tedavi edici, balgam söktürücü ve antipiretik ajan olarak kullanılmıştır (Arif ve ark. 2014). Mısır'da, *C. alexandrina*, türünün çiçekli dal ekstrelerinin, anti hiperglisemi (Senosy ve ark. 2018), antibakteriyel ve antidiyabetik ajan olarak kullanıldığı bildirilmiştir (Soumyanath, 2005). *C. calcitrapa* türünün Kuzey Afrika'da halk tıbbında yaygın olarak kullanıldığı; özellikle iştah açıcı, ateş düşürücü, aralıklı ateş düşürücü ve göz hastalıklarının tedavisinde kullanıldığı, Ayrıca türün kök ve meyvelerinin idrar söktürücü özelliğe sahip olduğu ve tohumlarının böbrek taşlarının tedavisinde kullanıldığı rapor edilmiştir (Boulos ve Gohary, 1983). Suriye'de türün tohum ve köklerinin iştah açıcı özelliği ve ishal önleyici etkisi nedeniyle kullanılmaktadır (Alachkar ve ark. 2018). Türkiye'de bu bitki türünün infüzyonu ateş düşürücü etkisinden dolayı ateş oluşması durumlarında tedavi amacıyla kullanılmaktadır (Zater ve ark. 2016). *C. calcitrapa* L. türünün infüzyonu, ateş düşürücü olarak kullanılmasının yanı sıra müshil ve iştah açıcı etkisinin olduğu bildirilmiştir (Reda ve ark. 2021; Baytop, 1999). *Centaurea* türlerinde yapılan incelemeler sonucunda seskiterpenler (Khammar ve Djeddi 2012; Karamenderes ve ark. 2006), gibi sekonder metabolitlerin yanı sıra lignanlar (Shoeb ve ark. 2006; Middleton ve ark. 2003) ve flavonoidler (Khammar ve Djeddi 2012) bulunmaktadır. Ayrıca bunların glikozitleri, indol alkaloidleri (Sarker ve ark. 2001), monoterpenler (Karamenderes ve ark. 2008), triterpenler (Öksüz ve Serin 1997), ditiyofenler (Tesevic ve ark. 2003), steroidal glikozitler (Sarker ve ark. 1998) ve antosiyanın bileşenler (Takeda ve ark. 2005) içerdikleri bildirilmiştir (Tan ve ark. 2008). *Centaurea* türlerinin özellikle flavonoidler (Shoeb ve ark. 2006; Flamini ve ark. 2001) ve seskiterpen laktonlar bakımından zengin oldukları bilinmektedir (Yaylı ve ark. 2005).

Literatür çalışmalarında ursolik ve oleanolik asitlerin tıbbi açıdan birçok alanda etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Bu alanlar; anti-enflamatuvar, anti-tümöral, anti-hiperlipidemik, antioksidan, antimikrobiyal, antidiyabetik, anti-ülser, hipoglisemik ve anti-aging şeklinde sıralanabilir (Souto ve ark. 2020; Katashima ve ark. 2017; Liu, 1995). Çalışmalar oleanolik ve ursolik asidin, cildin yapısında bulunan elastaz enzimini inhibe ederek cildin elastik yapısının bozulmasını ve cildin yaşlanmasını geciktirdiğini göstermişlerdir (Silva ve ark. 2019). Ursolik ve oleanolik asitler, anti-aging etki göstermesi nedeniyle özellikle farmasötik alanda kozmetik ürünlerin hazırlanmasında kullanılan triterpenoidlerdir (Souto ve ark. 2020). Ayrıca bu iki bileşiğin antidiyabetik özelliğe sahip oldukları ve yara iyileşmesi üzerinde etkili oldukları bilinmektedir (Çavuşoğlu ve ark. 2023; Pordanjani ve ark. 2023; Alam ve ark. 2021). Bu anlamda bu iki triterpenoid bileşik ile ilgili literatürde farklı cinslerdeki türlerle ilgili kimyasal içerik ve biyolojik aktivite anlamında çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Yigitkan ve ark. 2022a; Yigitkan ve ark. 2022b; Karatas ve ark. 2022; Kandemir ve ark. 2022; Ullah ve ark. 2022; Akdeniz ve ark. 2022; Ertas ve ark. 2021a; Yaris ve ark. 2021; Ertas ve ark. 2021b; Yener ve ark. 2020; Ertas ve Yener 2020; Ertas ve ark. 2018). Literatürde *Centaurea* türlerinin antidiyabetik etkileri olduğu ile ilgili çalışmalar mevcuttur. (Fattaheian-Dehkordi ve ark., 2021). Sonuç olarak *Centaurea* cinsine ait birçok türün antidiyabetik ve dolaylı olarak yara iyileştirme etki potansiyellerinin olduğu rapor edilmiştir (Fattaheian-Dehkordi ve ark., 2021).

Centaurea cinsine ait *Centaurea lycopifolia*, *C. spectabilis*, *C. depressa* ve *C. iberica* türlerinin antiaging ve dolaylı olarak antiaging etki ile ilişkili (yara iyileştirme) olduğu bilinen antidiyabetik etkilerinin belirlenmesi için literatür taramasında çalışma olmaması bu çalışmayı yapmaya yöneltmiştir. Bundan dolayı bu çalışmada kullanılan *Centaurea* türlerinin GC-MS ile triterpenoid olan ursolik ve oleanolik asitlerin miktarsal tayinleri yapılmıştır. Ayrıca antiaging etkilerini belirlemek için bu türlerin elastaz ve

kollajenaz enzim inhibisyon aktiviteleri, antidiyabetik etkilerini belirlemek için ise α -glukozidaz ve α -amilaz enzim inhibisyon aktiviteleri belirlenmiştir.

Materyal ve Metot

Bitkisel Materyal

Centaurea lycopifolia, *C. spectabilis* (*C. balsamita*), *C. depressa* ve *C. iberica* türleri Türkiye'nin Güneydoğu'sundan (Sırasıyla, Kahramanmaraş, Diyarbakır, Malatya ve Diyarbakır) Temmuz 2012 yılında çiçeklenme döneminde Dr. Abduselam Ertaş tarafından toplanmış ve Dr. Y. Yeşil tarafından teşhis edilmiştir. Teşhis edilen türlerin herbaryum kayıtları İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Herbaryumuna (*C. lycopifolia* ISTE 97138, *C. spectabilis* (*C. balsamita*) ISTE 97140, *C. depressa* ISTE 97664, *C. iberica* ISTE 98061) kayıt altına alınmıştır.

Ekstraksiyon yöntemi

Çalışılan türlerin ekstraksiyon işlemi yapılmadan önce laboratuvara getirilip gölgede kurutulmuştur. Kuruyan türler homojen hale getirmek için öğütülmüş ve 10 g tartılmıştır. Daha sonra aseton (50 mL) ve etanol (50 mL) çözücülerini kullanılarak maserasyon tekniği ile türlerin ekstraktları hazırlanmıştır. Hazırlanan ekstraktlar analiz zamanına kadar +4 °C'de dolapta muhafaza edilmiştir. Türlerin hazırlanan aseton ve etanol ekstraktlarından 4000 µg/mL konsantrasyonunda stok çözeltiler hazırlanarak enzim inhibisyon aktiviteleri ve triterpenoid bileşiklerin içeriklerinin belirlenmesinde gerekli seyreltmeler yapılarak kullanılmıştır (Akdeniz ve ark. 2021).

GC-MS ile triterpenoid içerik analizi

Türlerin hem aseton hem de etanol ekstraktlarının uçucu olmayan bu terpenoid (α -amirin, moronik, oleanonik, oleanolik, betulinik, ursolik ve ursonik asitler) bileşiklerin uçucu hale getirmek için %1 trimetilklorosilan içeren N,O-bis (trimetilsilil) trifloroasetamid (BSTFA) ile türevlendirme işlemi gerçekleştirilmiş ve daha sonra bu bileşiklerin miktarsal tayinleri için Agilent marka 7890A model GC-FID ile 5977B model kütle spektrometresi (MS) tekniği kullanılarak yapılmıştır. Örnek ve standart maddeler aynı şekilde çalışılmıştır. Öncelikle cam şişeye 100 µL numune/standart solüsyon alınmış ve çözücü kuruyuncaya kadar azot gazı altında buharlaştırılmıştır. Daha sonra çözücüsü uçurulan numunelere 100 µL BSTFA+TMCS (99: 1) eklenmiştir. Türevlendirme işlemi optimize etmek için numuneler farklı sıcaklıklar (25°C, 40°C, 50°C, 60°C, 70°C, 80°C, 90°C, 100°C ve 110°C) ve farklı zaman dilimlerinde (5 dk, 10 dk, 15 dk, 20 dk, 30 dk, 45 dk, 60 dk, 90 dk, 120 dk, 180 dk ve 24 saat) hazırlanmıştır. En uygun sıcaklık (70°C) ve zaman aralığı (120 dk) olarak belirlenmiştir. Kromatografik ayırım apolar HP-5MS kolonu (30m x 0,25mm x 0.25 µm film kalınlığı) ile yapılmıştır. En iyi kromatografik ayırım için; GC fırın sıcaklığı 200°C'den başlanarak, 300°C'ye 10°C/dk. hızla çıkarılmış ve bu sıcaklıkta (300°C) 15 dk. sabit tutulmuştur. Daha sonra 5°C/dk. hızla sıcaklık 310°C'ye çıkarılmış ve bu sıcaklıkta da 2 dk. sabit tutulmuştur. Taşıyıcı gaz olarak sabit akışta helyum gazı (0.8mL/dk.) kullanılmıştır. Enjeksiyon bloğu ve transfer line sıcaklıkları 300°C'ye ayarlanmıştır. Enjeksiyonlar splitless modunda yapılmış ve enjeksiyon hacmi 2,0 µL alınmıştır. Kütle spektrometresi (EI/MS) 70eV iyonizasyon enerjisine ayarlanmıştır. İyon kaynağının sıcaklığı 230°C'ye ayarlanmıştır. Kütle spektrometresi (MS) verileri tam tarama modunda ve tarama aralığı m/z 50-650 atomik kütle birimine (amu) ayarlanarak elde edilmiştir (Akdeniz ve ark. 2024; Çavuşoğlu ve ark. 2023; Yigitkan ve ark. 2022b;

Bakir ve ark. 2020). Numunelerdeki bileşiklerin tanımlanması, bunların alıkonma süreleri ve kütle spektrumları, kütüphanedeki bileşiklerin alıkonma süreleri ve kütle spektrumları ile karşılaştırılarak yapılmıştır. Kantitatif analiz için iki veya üç yüksek yoğunluklu fragman iyonu kullanılmıştır (Akdeniz ve ark. 2024).

Triterpenoid içeriklere ait miktarsal sonuçlar Akdeniz ve ark. 2024 tarafından yayınlanan makalede valide edilen metod ile çalışılmış ve yine aynı makalede, kullanılan standartlara (moronik, α -amirin, oleanonik, oleanolik, betulinik, ursolik ve ursonik asit) ait detaylı bilgiler verilmiştir. İlgili makale yayınımıza referans olarak eklenmiştir. Çalışmada GC-FID ile kromatografik ayırım gerçekleştirildikten sonra numuneler MS dedektörde analiz edilmiştir. Aynı zamanda referans olarak saf standart maddeler kullanılmış ve bu standartların kalibrasyon grafikleri ile karşılaştırma yapılarak analizler yapılmıştır. Numuneler ve standartlar eş zamanlı çalışılmıştır.

Enzim Aktiviteleri

Antiaging ve antidiyabetik aktiviteleri

Çalışılan türlerinin antiaging etkilerini belirlemek için elastaz (Kraunsoe ve ark. 1996), kollajenaz (Thiring ve ark. 2009), antiadiyabetik etkilerini belirlemek için ise α -glukozidaz ve α -amilaz (Lazarova ve ark. 2015) enzim inhibisyon aktivite yöntemleri ile belirlenmiştir (Çavuşoğlu ve ark. 2023; Yigitkan ve ark. 2021).

Bulgular

GC-MS ile triterpenoid içeriği

Centaurea türlerin triterpen içerikleri Dicle Üniversitesi Eczacılık Fakültesi'nde Agilent 5977B model kütle spektrometrisi (MS) cihazı ile kombine edilen Agilent marka 7890A Model GC-MS/FID gaz kromatografisi ile belirlenmiştir. Özellikle doğal ürünlerde yaygın olarak görülen α -amirin, moronik, oleanonik, oleanolik, betulinik, ursolik ve ursonik asit triterpenoid bileşiklerinin kantitatif analizi için türlerin ekstraları GC-MS ile içerik analizleri yapılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. *Centaurea* türlerin GC-MS ile triterpenoid bileşik içerikleri

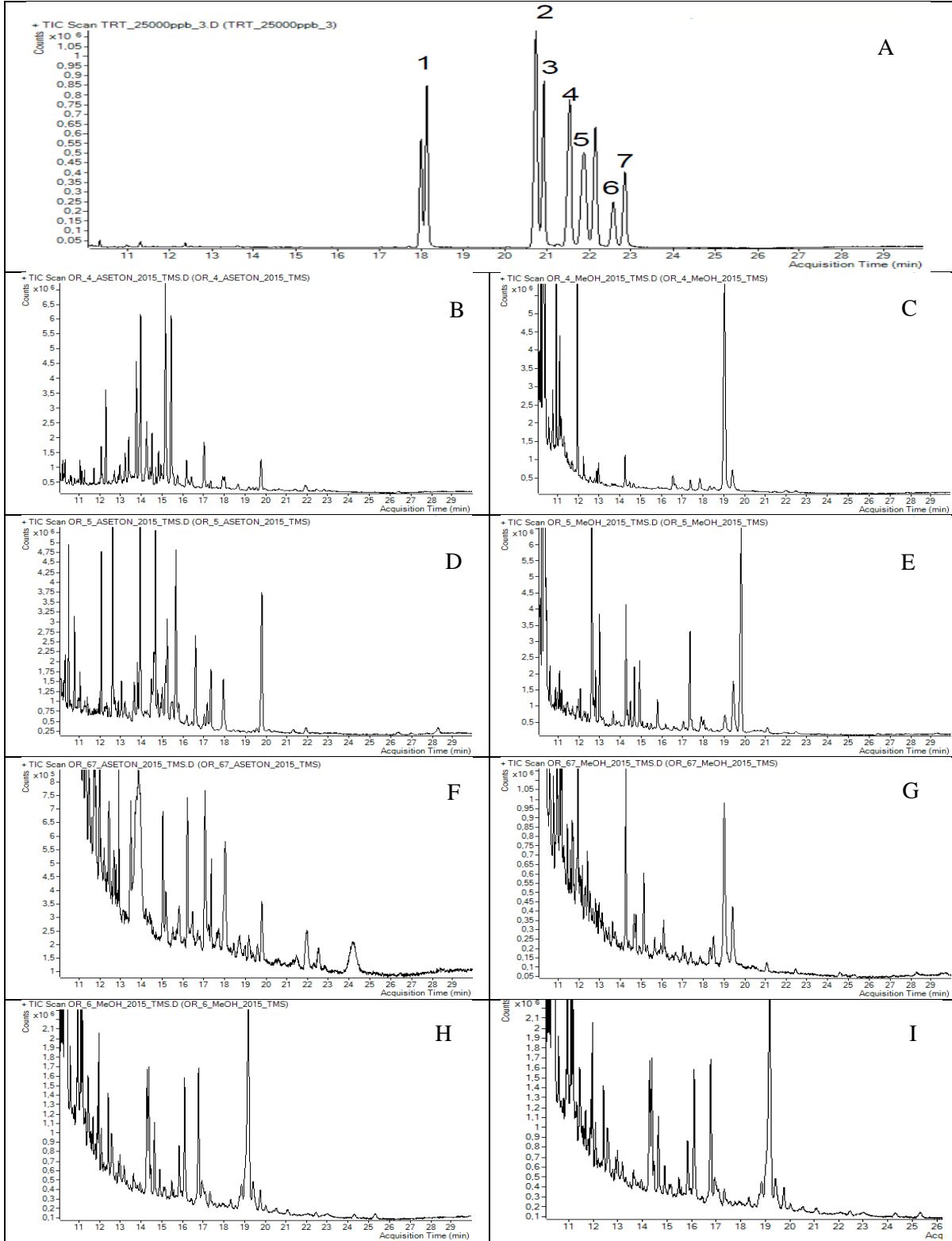
Bileşikler	RT ^a	Ana iyon- <i>m/z</i> (%yoğunluk) ^b	%RSD ^c	<i>C. lycopifolia</i> ($\mu\text{g/g}$ ekstre)		<i>C. spectabilis</i> ($\mu\text{g/g}$ ekstre)	
				Aseton	Etanol	Aseton	Etanol
α -Amirin	17.99	498 (2.5)	0.025	4271.54 \pm 1.07	ND	2872.28 \pm 0.72	3564.05 \pm 0.89
Moronik Asit	20.71	527 (21.1)	0.029	ND	ND	ND	ND
Oleanonik Asit	20.96	527 (12.3)	0.023	ND	ND	ND	ND
Oleanolik Asit	21.55	601 (2.3)	0.026	ND	ND	ND	ND
Betulinik Asit	21.90	601 (4.9)	0.019	ND	ND	ND	ND
Ursolik Asit	22.55	601 (2.3)	0.015	ND	ND	ND	ND
Ursonik Asit	22.91	527 (9.5)	0.028	ND	ND	ND	ND

^aRT: Alıkonma zamanı

^bAna iyon (*m/z*): Standart bileşiklerin moleküler iyonları (*m/z*)

^cRSD: Bağlı standart sapma, ND: Tespit edilemedi

C. depressa ve *C. ibricea* türlerinin hem aseton hem de etanol ekstralarında bu terpenoid bileşikler tayin sınırının altında kaldığından miktarsal tayini yapılamamıştır.



Şekil 1. GC-MS kromatogramları, A: GC-MS metodundaki standartlara ait TIC kromatogram, 1: α -amirin, 2: Moronik asit 3: Oleanonik asit 4: Oleanolik asit, 5: Betulinik asit, 6: Ursolik asit, 7: Ursonik asit, B ve C: *Centaurea lycopifolia* aseton ve etanol ekstralarının GC-MS kromatogramı D ve E: *C. spectabilis* aseton ve etanol ekstralarının GC-MS kromatogramı F ve G: *C. depressa* aseton ve etanol ekstralarının GC-MS kromatogramı H ve I: *C. iberica* aseton ve etanol ekstralarının GC-MS kromatogramı

Çalışılan *C. lycopifolia* türünün aseton ekstresi ile *C. spectabilis* türünün hem aseton hem de etanol ekstraları içinde sadece α -amirin (sırasıyla; 4271.54 ± 1.07 ,

2872.28±0.72, 3564.05±0.89 µg/g ekstre) tespit edilmiştir. Çalışılan türlerin hem aseton hemde etanol ekstralarında diğer terpenoid bileşenlerin tayin sınırının altında kaldığından tespit edilememiştir. Çalışılan türlerin aseton ve etanol ekstralarına ait GC-MS toplam iyon kromatogramları şekil 1’de verilmiştir. Literatürde *Centaurea* türlerinin triterpene içeriği ile ilgili miktarsal bir çalışma bulunmamaktadır. Fakat farklı türlerin triterpene içeriği ile ilgili çalışmalar mevcuttur (Akdeniz ve ark. 2024; Yiğitkan ve ark. 2022b; Yiğitkan ve ark. 2021). Bu çalışmalardan bir tanesi Yiğitkan ve ark. (2022b) tarafından yapılmış ve çalışmada *Thymus pubescens* (Boiss. & Kotschy ex Celak) türünün köklerini ve toprak üstü kısımlarını GC-MS ile triterpen bileşik içerikleri açısından incelemişlerdir. Çalışılan türün kök kısmında α -amirin, oleanolik, betulinik ve ursolik asitin (sırasıyla, 419.56; 14735.70; 1509.79 ve 12085.24 µg/g ekstre) bulunduğu, türün toprak üstü kısmının etanol ekstresinde oleanolik ve ursolik asit (92785.96 ve 63373.32 µg/g ekstre) tespit edildiği rapor edilmiştir. Akdeniz ve ark. (2024) tarafından yapılan çalışmada *Thymus brachyphilus* (Jalas) türünün kök ve toprak üstü kısımlarının etanol ekstralarında moronik, α -amirin, oleanolik, oleanolik, betulinik, ursolik ve ursonik asit bileşikleri miktarsal tayinleri yapmışlardır. Sonuçlara göre türün kök ve toprak üstü kısımlarından sırasıyla oleanolik asit (7089.57; 52715.27 µg/g ekstre), betulinik asit (4277.44; 1081.60 µg/g ekstre) ve ursolik asit (17858.25; 152374.35 µg/g ekstre) olarak tespit etmişlerdir.

Enzim inhibisyon aktiviteleri

Antiaging test sonuçlarına bakıldığında; *C. lycopifolia* aseton ekstresinin elastaz enzim inhibisyonuna karşı iyi seviyede (% inhibisyon: 27.83±1.31, oleanolik asit: 43.80±0.76) aktivite gösterdiği fakat *C. spectabilis* türünün hem aseton hem etanol ekstralarının, *C. depressa* türünün aseton ekstresi ve *C. iberica* türünün etanol ekstresinin elastaz enzim inhibisyonuna karşı orta seviyede (sırasıyla; % inhibisyon: 8.47±0.13, 7.13±0.07, 14.09±0.31, 16.33±0.51) aktivite sergiledikleri belirlenmiştir. Diğer türlerin elastaz enzim inhibisyonuna karşı aktivite göstermediği tespit edilmiştir. *C. lycopifolia* türünün etanol ekstresi, *C. spectabilis* ve *C. depressa* türlerinin hem aseton hem de etanol ekstraları ile *C. iberica* türünün etanol ekstresinin kollajenaz enzim inhibisyonuna karşı düşük seviyede (sırasıyla, % inhibisyon: 10.55±0.21, 6.48±0.16, 14.55±0.14, 8.90±0.16, 2.02±0.03 ve 17.63±0.18, epikateşin gallat: 84.08±0.49) aktivite gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. *Centaurea* türlerin antiaging enzim inhibisyon aktiviteleri^a

Tür isimleri	Çözücü	Elastaz 100 µg/mL (% inhibisyon)	Kollajenaz 100 µg/mL (% inhibisyon)
<i>C. lycopifolia</i>	Aseton	27.83±1.31	AD
	Etanol	AD	10.55±0.21
<i>C. spectabilis</i>	Aseton	8.47±0.13	6.48±0.16
	Etanol	7.13±0.07	14.55±0.14
<i>C. depressa</i>	Aseton	14.09±0.31	8.90±0.16
	Etanol	AD	2.02±0.03
<i>C. iberica</i>	Aseton	AD	AD
	Etanol	16.33±0.51	17.63±0.18
Oleanolik asit ^b		43.80±0.76	-
Epikateşin gallat ^b		-	84.08±0.49

^aDeğerler, 3 paralel ölçümün ortalamaları ve standart sapmaları olarak verilmiştir;

^bStandart maddeler; AD: Akif değil, Örnekler ve standartlar aynı konsantrasyonda denenmiştir.

Antidiyabetik enzim inhibisyon sonuçları değerlendirildiğinde ise *C. depressa* türünün aseton ekstresinin 12.5, 50 ve 200 µg/mL konsantrasyonlarda α-glukozidaz enzim inhibisyonuna karşı yüksek seviyede (sırasıyla, % inhibisyon: 29.03±0.49; 45.87±1.06; 84.81±1.22, akarboz: 6.32±0.12; 18.20±0.13; 67.74±0.53) aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. *C. depressa* türünün etanol ekstresi ile *C. spectabilis* türünün aseton ekstresinin 50 µg/mL konsantrasyonlarda, *C. lycopifolia* türünün aseton ekstresinin 12.5 ve 50 µg/mL konsantrasyonlarda α-glukozidaz enzim inhibisyonuna karşı yüksek düzeyde, *C. lycopifolia* türünün aseton ekstresinin 200 µg/mL konsantrasyonda ve *C. iberica* türünün etanol ekstresinin 200 µg/mL konsantrasyonda ise orta düzeyde inhibisyon aktivitesi sergilediği tespit edilmiştir. *C. spectabilis* türünün etanol ekstresinin 400 µg/mL konsantrasyonda α-amilaz enzimine karşı yüksek düzeyde (% inhibisyon: 65.43±1.40, akarboz: 87.15±1.14) inhibisyon aktivitesi gösterdiği, diğer türlerin hem etanol hem de aseton ekstrelerinin 400 µg/mL konsantrasyonda α-amilaz enzim inhibisyonu aktivitesinde aktif oldukları fakat orta ve düşük düzeyde inhibisyon aktivitesi gösterdikleri belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. *Centaurea* türlerin antidiyabetik enzim inhibisyon aktiviteleri^a

Tür isimleri	Çözücü	α-Glukozidaz (% inhibisyon)		
		12,5 µg/mL	50 µg/mL	200 µg/mL
<i>C. lycopifolia</i>	Aseton	14.55±0.14	21.73±0.19	28.76±0.23
	Etanol	AD	AD	AD
<i>C. spectabilis</i>	Aseton	AD	22.49±0.42	33.33±0.15
	Etanol	7.47±0.40	9.72±0.27	11.49±0.54
<i>C. depressa</i>	Aseton	29.03±0.49	45.87±1.06	84.81±1.22
	Etanol	AD	24.01±0.56	24.72±0.67
<i>C. iberica</i>	Aseton	AD	4.23±0.02	7.24±0.03
	Etanol	AD	2.16±0.51	14.16±0.75
Akarboz ^b		6.32±0.12	18.20±0.13	67.74±0.53
Tür isimleri	Çözücü türü	α-Amilaz (% inhibisyon)		
		25 µg/mL	100 µg/mL	400 µg/mL
<i>C. lycopifolia</i>	Aseton	1.42±0.09	1.61±0.17	14.55±0.14
	Etanol	1.35±0.01	3.75±0.27	4.80±0.68
<i>C. spectabilis</i>	Aseton	AD	AD	12.97±0.85
	Etanol	3.95±0.17	4.07±0.34	65.43±1.40
<i>C. depressa</i>	Aseton	3.85±0.36	7.87±1.05	13.51±0.71
	Etanol	AD	0.34±0.09	12.86±0.43
<i>C. iberica</i>	Aseton	AD	2.45±0.01	6.23±0.03
	Etanol	1.62±0.04	4.17±0.21	15.13±0.25
Akarboz ^b		6.26±0.13	27.86±0.64	87.15±1.14

^aDeğerler, 3 paralel ölçümün ortalamaları ve standart sapmaları olarak verilmiştir;

^bStandart maddeler; AD: Akif değil, Örnekler ve standartlar aynı konsantrasyonda denlenmiştir.

Zengin ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada sekiz *Centaurea* türünün iki farklı ekstresinin (kloroform ve etil asetat) α-amilaz ve α-glukozidaz enzim inhibisyon potansiyelleri belirlenmiştir. *C. depressa* α-amilaz ve α-glukozidaz enzim inhibisyonları (% inhibisyon: 43.97±0.92; 53.45±1.98) olarak tespit etmişlerdir. Fattaheian-Dehkordi ve ark. (2021) tarafından yapılan bir çalışmada birçok *Centaurea* cinsine ait türlerin α-

amilaz ve α -glukozidaz enzim inhibisyon aktiviteleri ile ilgili çalışmalar yapmışlardır. Bu literatürdeki çalışmalara bakıldığında bu çalışmaya paralel olarak *Centaurea* cinsine ait birçok türün antidiyabetik etkiye sahip olduğu rapor edilmiştir.

Sonuçlar

GC-MS tekniği ile yapılan triterpenoid bileşiklerinin miktersal sonuçlarına bakıldığında; *C. lycopifolia* türünün aseton ekstresi ile *C. spectabilis* türünün hem aseton hem de etanol ekstralarında sadece α -amirin (sırasıyla; 4271.54 ± 1.07 , 2872.28 ± 0.72 , 3564.05 ± 0.89 $\mu\text{g/g}$ ekstre) olarak tespit edilmiştir. Diğer bileşenlerin ise türlerin hem aseton hem de etanol ekstralarında tespit edilmediği veya tayin sınırının altında kaldığından tespit edilememiştir. Bu yüzden türlerin tespit edilen biyolojik aktivitelerinin triterpenlerden çok içerdikleri diğer diterpen ve fenolik bileşikler gibi sınıflardan kaynaklandığı söylenebilir.

Bu çalışmada, *C. lycopifolia*, *C. spectabilis*, *C. depressa* ve *C. iberica*, türlerinin toprak üstü kısımlarından hazırlanan aseton ve etanol ekstralarının antiaging (elastaz ve kollajenaz enzim inhibisyon aktiviteleri) ve antidiyabetik (α -glukozidaz ve α -amilaz enzim inhibisyon aktiviteleri) etkileri *in vitro* olarak belirlenmiştir. Sonuçlar antiaging açısından değerlendirildiğinde elastaz ve kollajenaz enzim inhibisyonlarında; *C. lycopifolia* türünün aseton ekstresinin diğer ekstreler göre daha yüksek elastaz enzim (% inhibisyon: 27.83 ± 1.31) inhibisyonu gösterdiği, *C. iberica* türünün etanol ekstresinin diğer ekstreler göre daha iyi kollajenaz enzim (% inhibisyon: 17.63 ± 0.18) inhibisyon etkisi gösterdiği tespit edilmiştir. Sonuçlar antidiyabetik yönden değerlendirildiğinde α -glukozidaz ve α -amilaz enzim inhibisyonunda; *C. lycopifolia* türünün etanol ekstresi dışındaki tüm ekstraların α -glukozidaz enzim inhibisyon testinde aktif olduğu, çalışılan tüm ekstraların α -amilaz enzim inhibisyon testinde aktivite gösterdikleri tespit edilmiştir. *C. depressa* türünün aseton ekstresinin 12,5 $\mu\text{g/mL}$, 50 $\mu\text{g/mL}$ ve 200 $\mu\text{g/mL}$ farklı konsantrasyonlarda türün daha iyi seviyede (% inhibisyon: 29.03 ± 0.49 , 45.87 ± 1.06 ve 84.81 ± 1.22) α -glukozidaz enzim inhibisyon aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. *C. spectabilis* türünün etanol ekstresinin 400 $\mu\text{g/mL}$ konsantrasyonunda diğer ekstralardan daha iyi (% inhibisyon 65.43 ± 1.40) α -amilaz enzim inhibisyon aktivitesi gösterdiği belirlenmiştir.

Genel olarak çalışılan enzim inhibisyon sonuçlarına bakıldığında; *C. lycopifolia* aseton ekstresinin elastaz enzim inhibisyonuna karşı yüksek seviyede aktivite sergilediği tespit edilmiştir. Antidiyabetik test yönünden ise üç farklı konsantrasyonda çalışılan *Centaurea* türlerinin hem aseton hemde etanol ekstralarının antidiyabetik potansiyellerinin olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak *C. lycopifolia* türünün antiaging potansiyeli nedeniyle kozmetik endüstrisinde, *C. depressa*, *C. iberica*, *C. lycopifolia* ve *C. spectabilis* türlerinin antidiyabetik potansiyelleri nedeniyle farmasötik alanda kullanılabilmesi için daha detaylı *in vitro* ve *in vivo* çalışmalarla desteklenmesi gerektiği düşünülmektedir.

Teşekkür

Yazarlar bu çalışmada örnek materyallerini teşhis eden Dr.Yeter Yeşil'e (İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farnasötik Botanik ABD) ve Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Koordinatörlüğü'ne (Proje Numarası: ECZACILIK.22.001, 2022) teşekkür etmektedirler.

Çıkar Çatışması

Yazarlar, bu makale içeriğinde herhangi bir çıkar çatışması olmadığını bildirmektedirler.

Etik Beyanı

Bu çalışmada, yazarlar “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamındaki tüm kurallara uyduklarını, ilgili yönergenin “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” olarak belirtilen başlık altındaki eylemlerden hiçbirini gerçekleştirmediklerini taahhüt ederler.

Yazarların Katkıları

Yazar 1 ve 3: Ekstraksiyon, enzim aktiviteleri ve yayın yazım çalışmaları, **Yazar 2:** GC-MS ile içerik analizleri, **Yazar 4 ve 5:** Kavramsallaştırma ve düzenleme, metodolojinin geliştirilmesi veya tasarlanması, denetim, veri yorumlama.

Kaynaklar

- Akdeniz, M., Yener, İ., Dincel, D., Fırat, M., Karataş Değirmenci, D., Ertaş, A. (2022). Determination of fingerprints contents of different extracts and parts of six endemic *Salvia* taxa by GC–MS: Source species for valuable compounds with drug or drug potential. *Biomedical Chromatography*, 36, e5263. doi.org/10.1002/bmc.5263
- Akdeniz, M., Yener, İ., Yılmaz, M.A., Kandemir, S.İ., Tekin, F., Ertaş, A. (2021). A potential species for cosmetic and pharmaceutical industries: Insight to chemical and biological investigation of naturally grown and cultivated *Salvia multicaulis* Vahl. *Industrial Crops and Products*, 168, 113566. [doi: 10.1016/j.indcrop.2021.113566](https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113566)
- Akdeniz, M., Yigitkan, S., Yılmaz, M.A., Yener, İ., Varhan-Oral, E., Fırat, M., Orhan, I.E., Kolak, U., Ertaş, A. (2024). A Comprehensive study on chemical and biological investigation of *Thymus brachychilus* Jalas: A Rich source of ursolic and oleanolic acids. *Analytical Letters*, [doi: 10.1080/00032719.2023.2300737](https://doi.org/10.1080/00032719.2023.2300737)
- Alachkar, A., Jaddouh, A., Elsheikh, M.S., Bilia, A.R., Vincieri, F.F. (2018). Traditional medicine in Syria: Folk medicine in Aleppo Governorate. *Natural Product Communications*, 6, 79-84. [doi: 10.1177/1934578X1100600119](https://doi.org/10.1177/1934578X1100600119)
- Alam, M., Ali, S., Ahmed, S., Elsbali, A.M., Adnan, M., Islam, A., Hassan, M.I., Yadav, D.K. (2021). Therapeutic potential of ursolic acid in cancer and diabetic neuropathy diseases. *International Journal of Molecular Sciences*, 22, 12162. [doi: 10.3390/ijms222212162](https://doi.org/10.3390/ijms222212162)
- Arif, R., Küpeli, E., Ergun, F. (2004). The biological activity of *Centaurea* L. species. *Gazi University Journal of Science*, 17, 149-164.
- Bakir, D., Akdeniz, M., Ertaş, A., Yılmaz, M.A., Yener, İ., Fırat, M., Kolak, U. (2020). A GC-MS method validation for quantitative investigation of some chemical markers in *Salvia hypargeia* Fisch. & C.A. Mey. of Turkey: enzyme inhibitory potential of ferruginol. *Journal of Food Biochemistry*, 44, e13350. [doi: 10.1111/jfbc.13350](https://doi.org/10.1111/jfbc.13350)
- Baytop, T. (1999). Therapy with medicinal plants in Turkey (Past and Present). 2nd ed.; *Istanbul University Press: Istanbul, Turkey*, 316.
- Boğa, M., Alkan, H., Ertaş, A., Oral, E.V., Yılmaz, M. A., Yeşil, Y., Gören, A.C., Temel, H., & Kolak, U. (2016). Phytochemical profile and some biological

- activities of three *Centaurea* species from Turkey. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 15, 1865-1875. [doi:10.4314/tjpr.v15i9.8](https://doi.org/10.4314/tjpr.v15i9.8)
- Bohm, B.A., Stuessy, T.F. (2001). Flavonoids of the sunflower family (Asteraceae). *Springer Science and Business Media*, Austria.
- Bona, M. (2013). An overview to *Centaurea* s.l. (Asteraceae) based on herbarium specimens of iste. *Journal of Faculty of Pharmacy of Istanbul University*, 43, 121-137.
- Boulos, L., Gohary, M. (1983). Medicinal plants of North Africa. *Algonac, Michigan, Reference Publications*, USA.
- Çavuşoğlu, M., Alkan, H., Yener, İ., Akdeniz, M., Ertas, A. (2023). Determination of antiaging and antidiabetes effects of *Astragalus leporinus* Boiss. Var. *hirsutus* (Post) Chamberlain, *A. distinctissimus* Eig and *A. Schizopterus* Boiss. three endemic species growing in Anatolia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 3, 36-44. doi.org/10.25135/rfac.19.2311.2951
- Ertas, A., Çakırca, H., Yener, İ., Akdeniz, M., Firat, M., Topçu, G., Kolak, U. (2021b). Bioguided isolation of secondary metabolites from *Salvia cerino-pruinosa* Rech. f. var. *cerino-pruinosa*. *Records of Natural Products*, 15, 568–584. [doi: 10.25135/rnp.248.21.01.1933](https://doi.org/10.25135/rnp.248.21.01.1933)
- Ertas, A., Firat, M., Yener, İ., Akdeniz, M., Yigitkan, S., Bakir, D., Çakır, C., Yılmaz, M.A., Öztürk, M., Kolak, U. (2021a). Phytochemical fingerprints and bioactivities of ripe disseminules (fruit-seeds) of seventeen *Gundelia* (Kenger-Kereng Dikeni) species from Anatolia with chemometric approach. *Chemistry Biodiversity*, 18, e2100207. [doi: 10.1002/cbdv.202100207](https://doi.org/10.1002/cbdv.202100207)
- Ertas, A., Gören, A. C., Boğa, M., Demirci, S., Kolak, U. (2014). Chemical composition of the essential oils of three *Centaurea* species growing wild in Anatolia and their anticholinesterase activities. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 17, 922-926. doi.org/10.1080/0972060X.2014.886164
- Ertas, A., Topçu, G., İrtegin-Kandemir, S., Kolak, U., Temel, H., Yılmaz, M.A., Yener, İ. (2018). Screening of some *Salvia* (sage) species by HPLC–IT–TOF–MS, purification of secondary metabolites and determination of anticancer properties. TUBITAK KBAG project (project number: 114Z801).
- Ertas, A., Yener, İ. (2020). A comprehensive study on chemical and biological profiles of three herbal teas in Anatolia; rosmarinic and chlorogenic acids. *South African Journal of Botany*, 130, 274-281. [doi: 10.1016/j.sajb.2020.01.008](https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.01.008)
- Farrag, N., Abd El Aziz, E., El-Domiaty, M., El Shafea, A. (1993). Phytochemical investigation of *Centaurea araneosa* growing in Egypt. *Zagazig Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2, 29-45, [doi: 10.21608/ZJPS.1993.188986](https://doi.org/10.21608/ZJPS.1993.188986)
- Fattaheian-Dehkordi, S., Hojjatifard, R., Saeedi, M., Khanavi, M. (2021). A review on antidiabetic activity of *Centaurea* spp.: A new approach for developing herbal remedies. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2021, 5587938. doi.org/10.1155/2021/5587938
- Flamini, G., Antognoli, E., and Morelli, İ. (2001). Two flavonoids and other compounds from the aerial parts of *Centaurea bracteata* from Italy. *Phytochemistry*, 57, 559-564. [doi: 10.1016/S0031-9422\(01\)00066-8](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(01)00066-8)
- Gürkan, E., Sarioğlu, I., Öksüz, S. (1998). Cytotoxicity assay of some plants from Asteraceae. *Fitoterapia*, 69, 81-82.
- İnoue, M., Hayashi, S., Craker, L. (2017). Culture, history, and applications of medicinal and aromatic plants in Japan. *Aromatic and Medicinal Plants-Back to Nature*, 95-110. [doi: 10.5772/63696](https://doi.org/10.5772/63696)

- Kandemir, S.İ., Saruhan Fidan, H., Yener, İ., Mete, N., Ertaş, A., Topçu, G., Kolak, U. (2022). Investigation of cytotoxic and apoptotic effects of 63 compounds obtained from *Salvia* species: Promising anticancer agents. *Journal of Food Biochemistry*, 46, e14226. doi: [10.1111/jfbc.14226](https://doi.org/10.1111/jfbc.14226)
- Karamenderes, C., Bedir, E., Pawar, R., Baykan, S., Khan, I.A. (2007). Elemanolide sesquiterpenes and eudesmane sesquiterpene glycosides from *Centaurea hierapolitana*. *Phytochemistry*, 68, 609-615. doi: [10.1016/j.phytochem.2006.10.013](https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2006.10.013)
- Karamenderes, C., Demirci, B., Başer, K.H.C. (2008). Composition of essential oils of ten *Centaurea* L. taxa from Turkey. *Journal of Essential Oil Research*, 20, 342-349. doi: [10.1080/10412905.2008.9700027](https://doi.org/10.1080/10412905.2008.9700027)
- Karataş, D.D., Öz, V., Yener, İ., Akdeniz, M., Erek, F., Aydın, İ., Yigitkan, S., Yılmaz, M.A., Ertaş, A. (2022). Phytochemical contents of different parts of the seeded raisins from the south-east Anatolia: Enzyme inhibitory potential of pulp extracts. *Chemistry Biodiversity*, 19, e202100844. doi: [10.1002/cbdv.202100844](https://doi.org/10.1002/cbdv.202100844)
- Katashima, C.K., Silva, V.R., Gomes, T.L., Pichard, C., Pimentel, G.D. (2017). Ursolic acid and mechanisms of actions on adipose and muscle tissue: A systematic review. *Obesity Reviews*, 18, 700-711. doi: [10.1111/obr.12523](https://doi.org/10.1111/obr.12523)
- Khammar, A., Djeddi, S. (2012). Pharmacological and biological properties of some *Centaurea* species. *European Journal of Scientific Research*, 84, 398-416.
- Koçyiğit, M. (2005). Yalova ilinde etnobotanik bir araştırma. *İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, Türkiye, 82.
- Kraunsoe, J.A.E., Claridge, T.D.W., Lowe, G. (1996). Inhibition of human leukocyte and porcine pancreatic elastase by homologues of bovine pancreatic trypsin inhibitor. *Biochemistry*, 35, 9090-9096. doi: [10.1021/bi953013b](https://doi.org/10.1021/bi953013b)
- Lazarova, İ., Zengin, G., Bender, O., Zheleva-Dimitrova, D., Uysal, S., Ceylan, R., Gevrenova, R., Aktumsek, A., Acar, M., Gündüz, M. (2015). A comparative study of Bulgarian and Turkish *Asphodeline lutea* root extracts: HPLC-UV profiles, enzyme inhibitory potentials and anti-proliferative activities against MCF-7 and MCF-10A cell lines. *Journal of Functional Foods*, 15, 254-263. doi: [10.1016/j.jff.2015.03.032](https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.03.032)
- Liu, J. (1995). Pharmacology of oleanolic acid and ursolic acid. *Journal of Ethnopharmacology*, 49, 57-68. doi: [10.1016/0378-8741\(95\)90032-2](https://doi.org/10.1016/0378-8741(95)90032-2)
- Middleton, M., Cox, P.J., Jaspars, M., Kumarasamy, Y., Nahar, L., Reid, R., Sarker, S.D. (2003). Dibenzylbutyrolactone lignans and indole alkaloids from the seeds of *Centaurea nigra* (Asteraceae). *Biochemical Systematics and Ecology*, 31, 653-656. doi: [10.1016/S0305-1978\(02\)00227-2](https://doi.org/10.1016/S0305-1978(02)00227-2)
- Oğan, Y., Cömert, M. (2022). Artvin yöre gastronomisinde tıbbi ve aromatik bitkiler. *Aydın Gastronomy*, 6, 29-38. doi: [10.17932/iau.gastronomy.2017.016/gastronomy_v06i1003](https://doi.org/10.17932/iau.gastronomy.2017.016/gastronomy_v06i1003)
- Orallo, F., Lamela, M., Camina, M., Uriatre, E., Calleja, M. (1998) Preliminary study of the potential vasodilator effects on Rat Aorta of centaurein and centaureidin, two flavonoids from *Centaurea corcubionensis*. *Planta Medica*, 64, 116-119. doi: [10.1055/s-2006-957386](https://doi.org/10.1055/s-2006-957386)
- Öksüz, S., Serin, S. (1997). Triterpenes of *Centaurea ptosimopappoides*. *Phytochemistry*, 46, 545-548. doi: [10.1016/S0031-9422\(97\)00309-9](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(97)00309-9)
- Pordanjani, M.K., Banitalebi, E., Roghani, M., Hemmati, R. (2023). Ursolic acid enhances the effect of exercise training on vascular aging by reducing oxidative

- stress in aged type 2 diabetic rats. *Food Science and Nutrition*, 11, 696-708. doi: [10.1002/fsn3.3105](https://doi.org/10.1002/fsn3.3105)
- Reda, E.H., Shakour, Z.T.A., El-Halawany, A.M., El-Kashoury, A.E-K., Shams, K.A., Mohamed, T.A., Saleh, I., Elshamy, A.I., Atia, M.A.M., El-Beih, A.A., Azim, N.S.A., Seedi, H.R.E., Hegazy, E.F. (2021). Comparative study on the essential oils from five wild Egyptian *Centaurea* species: Effective extraction techniques, antimicrobial activity and *in-silico* analyses. *Antibiotics*, 10, 252. doi: [10.3390/antibiotics10030252](https://doi.org/10.3390/antibiotics10030252)
- Rolnik, A., Olas, B. (2021). The plants of the Asteraceae family as agents in the protection of human health. *International Journal of Molecular Sciences*, 22, 3009. doi: [10.3390/ijms22063009](https://doi.org/10.3390/ijms22063009)
- Sarker, S.D., Dinan, L., Sik, V., Rees, H.H. (1998). Moschatine: An unusual steroidal glycoside from *Centaurea moschata*. *Phytochemistry*, 48, 1039-1043. doi: [10.1016/S0031-9422\(97\)01038-8](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(97)01038-8)
- Sarker, S.D., Laird, A., Nahar, L., Kumarasamy, Y., Jaspars, M. (2001). Indole alkaloids from the seeds of *Centaurea cyanus* (Asteraceae). *Phytochemistry*, 57, 1273–1276. doi: [10.1016/S0031-9422\(01\)00084-X](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(01)00084-X)
- Senosy, W., Kamal, A., El-Toumy, S., Gendy, E.H.E. (2018). Phenolic compounds and hepatoprotective activity of *Centaurea aegyptiaca* L. on carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity in rats. *Journal of Advanced Pharmacy Research*, 2, 123–132. doi: [10.21608/aprh.2018.5890](https://doi.org/10.21608/aprh.2018.5890)
- Shoeb, M., Macmanus, S.M., Kumarasamy, Y., Jaspars, M., Nahar, L., Thoo-Lin, P.K., Nazemiyeh, H., Sarker, S.D. (2006). Americanin, a bioactive dibenzylbutyrolactone lignan, from the seeds of *Centaurea americana*. *Phytochemistry*, 67, 2370-2375. doi: [10.1016/j.phytochem.2006.08.012](https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2006.08.012)
- Silva, A.M., Alvarado, H.L., Abrego, G., Martins-Gomes, C., Garduno-Ramirez, M.L., Garcia, M.L., Souto, E.B. (2019). *In vitro* cytotoxicity of oleanolic/ursolic acids-loaded in PLGA nanoparticles in different cell lines. *Pharmaceutics*, 11, 362. doi: [10.3390/pharmaceutics11080362](https://doi.org/10.3390/pharmaceutics11080362)
- Soumyanath, A. (2005). Traditional medicines for modern times. *CRC Press, Boca Raton, FL, USA*.
- Souto, E.B., Fernandes, A.R., Martins-Gomes, C., Coutinho, T.E., Durazzo, A. Lucarini, M., Santini, A. (2020). Nanomaterials for skin delivery of cosmeceuticals and pharmaceuticals. *Applied Sciences*, 10, 1594. doi: [10.3390/app10051594](https://doi.org/10.3390/app10051594)
- Takeda, K., Osakabe, A., Saito, S., Furuyama, D., Tomita, A., Kojima, Y., Yamadera, M., Sakuta, M. (2005). Components of protocyanin, a blue pigment from the blue flowers of *Centaurea cyanus*. *Phytochemistry*, 66, 1607-1613. doi: [10.1016/j.phytochem.2005.04.002](https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2005.04.002)
- Tan, G., Erel, S.B., Demir, S., Akgün, I., Bedir, E., Karaalp, C. (2008). Secondary metabolites of *Centaurea Cyanus* L. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University*, 37, 285-294. doi: [10.1501/eczfak_0000000508](https://doi.org/10.1501/eczfak_0000000508)
- Tesevic, V., Milosavljevic, S., Vajs, V., Janackovic, P., Popsavin, M. (2003). Ditiophenes and other constituents of roots of *Centaurea nicolai*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 31, 89-90.
- Thiring, T.S.A., Hili, P., Naughton, D.P. (2009). Anti-collagenase, anti-elastase and anti-oxidant activities of extracts from 21 plants. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 9, 27, doi: [10.1186/1472-6882-9-27](https://doi.org/10.1186/1472-6882-9-27)

- Ullah, Z., Öztürk, M., Ertaş, A., Wahab, A.T., Mansour, R.B., Choudhary, M.I. (2022). Insight into isolation and elucidation of cytotoxic ergostanoids from the mushroom: *Sarcosphaera crassa* (Santi) Pouzar: An edible mushroom. *Steroids*, 181, 108990. doi: [10.1016/j.steroids.2022.108990](https://doi.org/10.1016/j.steroids.2022.108990)
- Yaglioglu, A.S., Demirtaş, İ., Gören, N. Bioactivity-guided isolation of antiproliferative compounds from *Centaurea carduiformis* DC. *Phytochemistry Letters*, 8, 213-219. doi: [10.1016/j.phytol.2014.01.003](https://doi.org/10.1016/j.phytol.2014.01.003)
- Yaris, E., Balur Adsız, L., Yener, İ., Tuncay, E., Yılmaz, M.A., Akdeniz, M., Kaplaner, E., Firat, M., Ertaş, A., Kolak, U. (2021). Isolation of secondary metabolites of two endemic species: *Salvia rosifolia* Sm. and *Salvia cerino-pruinosa* Rech. f. var. *elazigensis* (Lamiaceae). *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15, 4929-4938. doi: [10.1007/s11694-021-01065-8](https://doi.org/10.1007/s11694-021-01065-8)
- Yaylı, N., Yaşar, A., Güleç, C., Usta, A., Kolaylı, S., Coşkunçelebi, K., Karaoğlu, S. (2005). Composition and antimicrobial activity of essential oils from *Centaurea sessilis* and *Centaurea armena*. *Phytochemistry*, 66, 1741-1745. doi: [10.1016/j.phytochem.2005.04.006](https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2005.04.006)
- Yener, İ., Özhan Kocakaya, S., Ertaş, A., Erhan, B., Kaplaner, E. Varhan Oral, E., Yılmaz-Özden, T., Yılmaz, M.A., Öztürk, M., Kolak, U. (2020). Selective *in vitro* and *in silico* enzymes inhibitory activities of phenolic acids and flavonoids of food plants: relations with oxidative stress. *Food Chemistry*, 327, 127045. doi: [10.1016/j.foodchem.2020.127045](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127045)
- Yiğitkan, S., Akdeniz, M., Yener, İ., Firat, M., Şentürk, K., Alkan, H., Yılmaz, M.A., Öztürk, M., Ertaş, A. (2021). Chemical composition and biological activity of *Ixiolirion tataricum* (Pall.) Schult. & Schult. f. var. *tataricum*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1, 27-34. doi: [10.25135/rfac.5.2112.2301](https://doi.org/10.25135/rfac.5.2112.2301)
- Yiğitkan, S., Akdeniz, M., Yener, İ., Seker, Z., Yılmaz, M.A., Firat, M., Kavak, D.E., Koseoğlu, P.Y., Ertaş, A., Kolak, U., Orhan, İ.E. (2022b). Comprehensive study of chemical composition and biological activity of *Thymus pubescens* Boiss. et Kotschy ex Celak. *South African Journal of Botany*, 149, 425-434. doi: [10.1016/j.sajb.2022.06.037](https://doi.org/10.1016/j.sajb.2022.06.037)
- Yiğitkan, S., Ertaş, A., Salmas, R.E., Firat, M., Orhan, İ.E. (2022a). 7-Acetoxyhorminone from *Salvia multicaulis* Vahl. as promising inhibitor of 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A (HMG-CoA) reductase. *Pharmaceuticals*, 15, 198. doi: [10.3390/ph15020198](https://doi.org/10.3390/ph15020198)
- Zater, H., Huet, J., Fontaine, V., Benayache, S., Stevigny, C., Duez, P., Benayache, F. (2016). Chemical constituents, cytotoxic, antifungal and antimicrobial properties of *Centaurea diluta* Ait. subsp. *algeriensis* (Coss. & Dur.) Maire. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 9, 554–561. doi: [10.1016/j.apjtm.2016.04.016](https://doi.org/10.1016/j.apjtm.2016.04.016)
- Zengin, G., Locatelli, M., Carradori, S., Mocan, A. M., Aktümsek, A. (2016). Total phenolics, flavonoids, condensed tannins content of eight *Centaurea* species and their broad inhibitory activities against cholinesterase, tyrosinase, α -amylase and α -glucosidase. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 44, 195-200. doi: [10.15835/nbha44110259](https://doi.org/10.15835/nbha44110259)

***Artemisia haussknechtii* Boiss. (Cilo yavşanı) Ekstresinin Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi**

Zafer Yaren^{1*}, Musa İşnas¹, Deniz İrtem Kartal¹, İsmail Çelik¹

¹Van Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Fen Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Van

*e-mail:zfryrn@gmail.com

DOI: 10.57244/dfbd.1485888

Geliş tarihi/Received:17/05/2024

Kabul tarihi/Accepted:29/05/2024

Özet

Bitkiler yüzyıllardır gıda, ısınma, barınma, parfümeri, kozmetik, ilaç, yaraların iyileştirilmesi ve en önemlisi de hastalıkların tedavisi gibi farklı alanlarda kullanılmaktadırlar. Sahip olduğu coğrafi konumdan dolayı zengin bir bitki örtüsüne sahip olan Türkiye, birçok tıbbi bitkiye de ev sahipliği yapmaktadır. *Artemisia L.*, yaklaşık 1000 cins ve 20000' den fazla türe sahip olan Asteraceae familyasına ait bir cinstir. *Artemisia haussknechtii* Boiss., Türkiye'de geleneksel olarak "Cilo yavşanı" olarak tanınır ve halk arasında mide rahatsızlıkları, bağırsak ağrıları, romatizma gibi çeşitli hastalıkların tedavisinde sıkça kullanılır. Tıbbi bitkilerde fenolik, flavonoid gibi fitokimyasal bileşikler yaygın olarak bulunmaktadır. Bu da tıbbi bitkilerin antioksidan aktiviteye sahip olduklarını göstermektedir. Bu çalışmanın amacı *A. haussknechtii* bitki yaprağının etanol ekstresinin antioksidan potansiyelini belirlemektir. Bu amaçla radikal uzaklaştırma deneyi (DPPH) ile total fenol ve flavonoid miktarlarının belirlenmesi deneyleri uygulandı. Araştırma materyali olan *A. haussknechtii*, Hakkari ili Merkez ilçesi Taşbaşı Köyü Mevkiinde toplandı. Bitki ekstresinin antioksidan aktivitesi DPPH yöntemiyle incelendi. Toplam fenol ve toplam flavonoid miktarları sırasıyla Folin-Ciocalteu ve AlCl₃ reaktifleri kullanılarak, spektrofotometrik olarak belirlendi. Ekstreden %16 verim elde edildi. Bitki yaprağının etanol ekstresinin radikal süpürme aktivitelerine ait IC₅₀ değeri 4.92±1.22 mg/ml olarak hesaplandı. Total fenolik madde içeriği Gallik asit eş değeri 174.18±0.45 µg GAE/mg, toplam flavonoid madde içeriği ise Kuersetin eş değeri 813.24±20.78 µg QE/mg ve Kateşin eş değeri 218.98±8.67 µg CE/mg olarak hesaplandı.

Anahtar Kelimeler: *Artemisia haussknechtii* antioksidan, fenolik, flavonoid

Determination of Antioxidant Capacity of *Artemisia haussknechtii* Boiss. (Cilo yavşanı) Extract

Abstract

Plants have been used for centuries in different areas such as food, heating, shelter, perfumery, cosmetics, medicine, healing of wounds and most importantly, treatment of diseases. Turkey, which has a rich flora due to its geographical location, is also home to many medicinal plants. *Artemisia L.* is a genus belonging to the Asteraceae family, which has approximately 1000 genera and more than 20000 species. *Artemisia haussknechtii* Boiss. is traditionally known as "Cilo yavşanı" in Turkey and is frequently used in the treatment of various diseases such as stomach disorders, intestinal pain and rheumatism. Phytochemical compounds such as phenolic compounds and flavonoids are widely found in medicinal plants. This shows that medicinal plants have antioxidant activity. The aim of this study is *A. haussknechtii* to determine the antioxidant potential of the ethanol extract of the plant leaf. For this purpose, a radical scavenging experiment (DPPH) and determination of total phenol and total flavonoid amounts were performed. The research material, *A. haussknechtii*, was collected in Taşbaşı Village, Central district of Hakkari province. The antioxidant activity of the plant extract was examined by the DPPH method. Total phenol and total flavonoid amounts were determined spectrophotometrically using Folin-Ciocalteu and AlCl₃ reagents, respectively. The extraction yield was determined as 16 %. The IC₅₀ value of the radical scavenging activities of the ethanol extract of the plant leaf was calculated as 4.92 mg/ml. Total phenolic substance content was calculated as Gallic acid equivalent 174.18±0.45 µg

GAE/mg, total flavonoid substance content was calculated as Quercetin equivalent 813.24±20.78 µg QE/mg and Catechin equivalent was 218.98±8.67 µg CE/mg.

Keywords: *Artemisia haussknechtii*, antioxidant, phenolic, flavonoid

Giriş

İnsanlar geçmişten günümüze, ısınma, barınma, yaralarını iyileştirme ve en önemlisi çeşitli hastalıkların tedavisinde ilaç olarak bitkilerden faydalanmışlardır (Göktaş ve Gıdık, 2019). Bitkinin kök, gövde, yaprak gibi çeşitli organlarından veya bunlardan elde edilen etken maddelerin çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanımı literatüre tıbbi bitki terimini kazandırmıştır. Tıbbi bitkiler yeni ilaçların gelişimine olanak sağlayacak terapötik fitokimyasal kaynağı olduklarından büyük bir öneme sahiptirler (Kartal ve ark., 2020).

Fitokimyasallar, bitkilerin kendilerine has koku, renk ve tatlar oluşturmalarında etkili rol oynayan aktif biyolojik maddelerdir (Balch, 2006). Fitokimyasallar çeşitli sınıflara ayrılırlar ve bunlar arasında en çok çalışılan grup polifenollerdir (Mandlekar ve ark., 2006). Polifenoller, antioksidan özelliği yüksek olan en az 10000 farklı bileşikten oluşan (Li ve ark., 2014), flavonoidler ve fenolik asitler olarak iki alt gruba ayrılan büyük bir sekonder bileşik grubudur (Carvalho ve ark., 2010). Fenolik bileşikler, bir veya birden fazla hidroksil grubu bağlanmış benzen halkasına ve fonksiyonel gruba sahip bileşiklerdir. Bitkilerde en fazla bulunan sekonder metabolit olan fenolik bileşiklerin miktarları bitkilere göre farklılık gösterebilir (Atak ve Uslu, 2018). Fenolik bileşiklerin, antioksidan, antidiyabetik, antienflamatuar, antimikrobiyal, antikanser gibi etkileri vardır (Manach ve ark., 2004). Flavonoidler, polifenollerin diğer bir grubunu oluşturan benzo-y-piron yapısına sahip hidroksillenmiş ve mikrobiyal enfeksiyona tepki olarak bitkiler tarafından salgılanan bileşiklerdir ve antibakteriyel, antiviral, hepatoprotektif, gibi birçok biyolojik özelliklere sahiptirler (Bestil ve Uysal, 2023). Ayrıca, bu bileşiklerin kalp-damar hastalıkları, kanser, ateroskleroz ve diğer genetik hastalıklar dahil olmak üzere çeşitli hastalıkların riskini azaltmadaki etkileri gösterilmiştir (Erlejman ve ark., 2006; Hodgson ve Croft, 2006). Tıbbi bitkiler yüksek fenolik ve flavonoid madde içereğine sahiptir ve bu özellikleri onların antioksidan etkileri ile ilişkilendirilmiştir (Sing, 2015).

Ot veya çalı formunda olan *Artemisia* cinsi, Asteraceae familyasının en büyük ve en geniş dağılım gösteren cinslerinden biridir. Doğada yaygın olarak bulunan *Artemisia* türleri; sıtma, hepatit, kanser, inflamasyon gibi hastalıkların yanı sıra mantar, bakteri ve virüs enfeksiyonlarının tedavisinde sıklıkla kullanılmaktadır. Kuzey ve Güney Yarımküre'nin ılıman iklimlerinde, genellikle kuru veya yarı kuru habitatlarda yetişirler. *Artemisia* cinsine ait pek çok tür, aromatik bitkiler olarak bilinir ve halk hekimliğinde kullanılmalarının nedeni, yapılarındaki monoterpenler ve seskiterpenlerden kaynaklanan karakteristik bir kokuya veya tada sahip olmalarıdır. Diğer bazı türler ise fitotoksik aktiviteye sahiptir ve doğal herbisit olmaya adaydırlar (Carvalho ve ark., 2011).

Türkiye'de geleneksel olarak 'Cilo yavşamı' ya da 'Acı pelin otu' olarak adlandırılan ve halk arasında çeşitli hastalıkların tedavisinde sıkça kullanılan *Artemisia haussknechtii*, ülkemizde Doğu Anadolu, Dünyada Kuzey Irak ve Batı-Güneybatı İran'da yayılış gösteren bir bitkidir. Bitki yarı çalı formunda, sericeous-tomentuoz tüylü, çok sayıda kısa odunlu stoklar üzerinde steril ve çiçekli gövdeler çıkarır. Steril gövdeler yayvan tarzda ve nispeten seyrek yapraklıdır (Kurşat ve Civelek, 2011). *A. haussknechtii* 'nin nefes darlığı, ateş ve kurt düşürücü, iştah açıcı ve mide

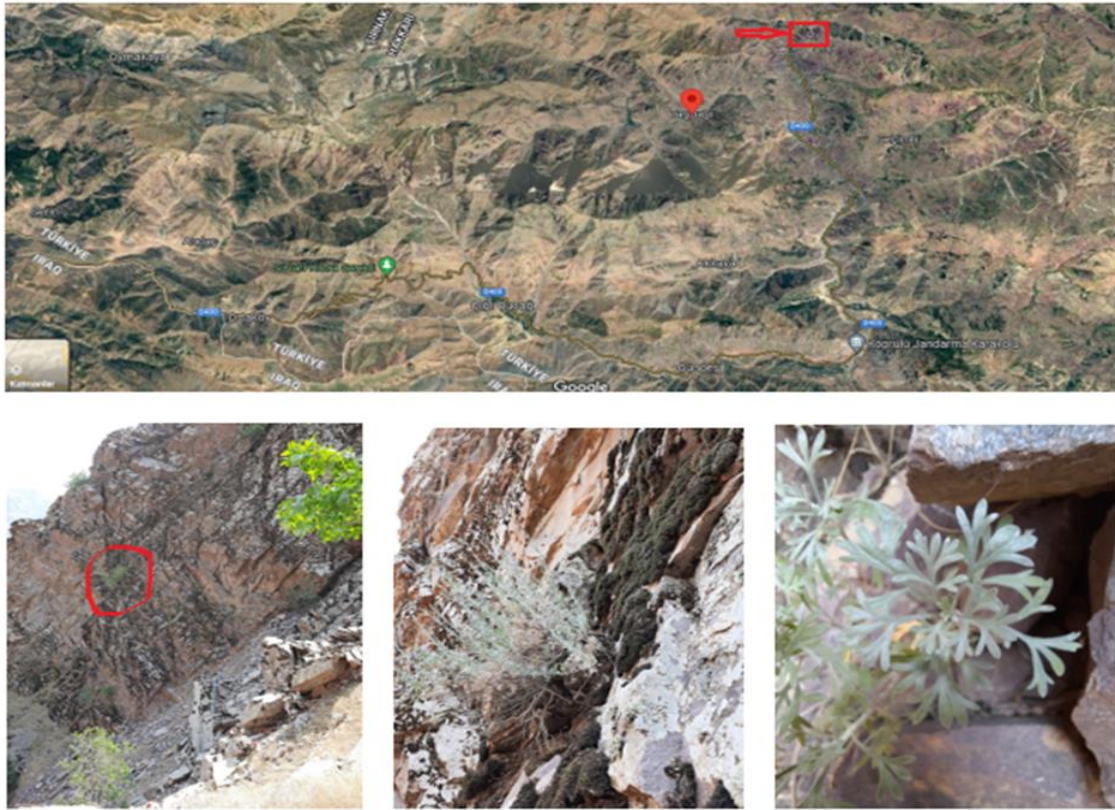
rahatsızlıklarına karşı etkili olduğu bildirilmiştir (Sırrı ve Sırrı, 2020). Alavi ve Kerimi (2020), bu bitkinin antibakteriyel etkiye ve metal şelatlama aktivitesine sahip olduğunu, Nasser ve ark. (2022) ise, bu türün meme kanseri hücre hattı üzerindeki sitotoksik etkisini incelemiş ve yüksek sitotoksik etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Kahkönen ve ark. (1999), fenolik bileşiklerin ve flavonoidlerin bitkilerin daha çok çiçek ve yaprak kısımlarında bulunduğunu belirtmiştir. Çalışmada *A. haussknechtii* bitki yapraklarının etanol ekstresinin antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik ve flavonoid miktarlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal Metot

Bitki materyali

Araştırma materyali olan *A. haussknechtii* bitkisi, 25/06/2022 tarihinde Hakkari ili Merkez ilçesi Taşbaşı Köyü Mevkiinde toplanmıştır (Şekil 1). Toplanan bitkiler Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi bünyesinde bulunan VANF Herbaryumu'na getirilmiş ve tür teşhisi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Fevzi Özgökçe tarafından yapılmıştır.

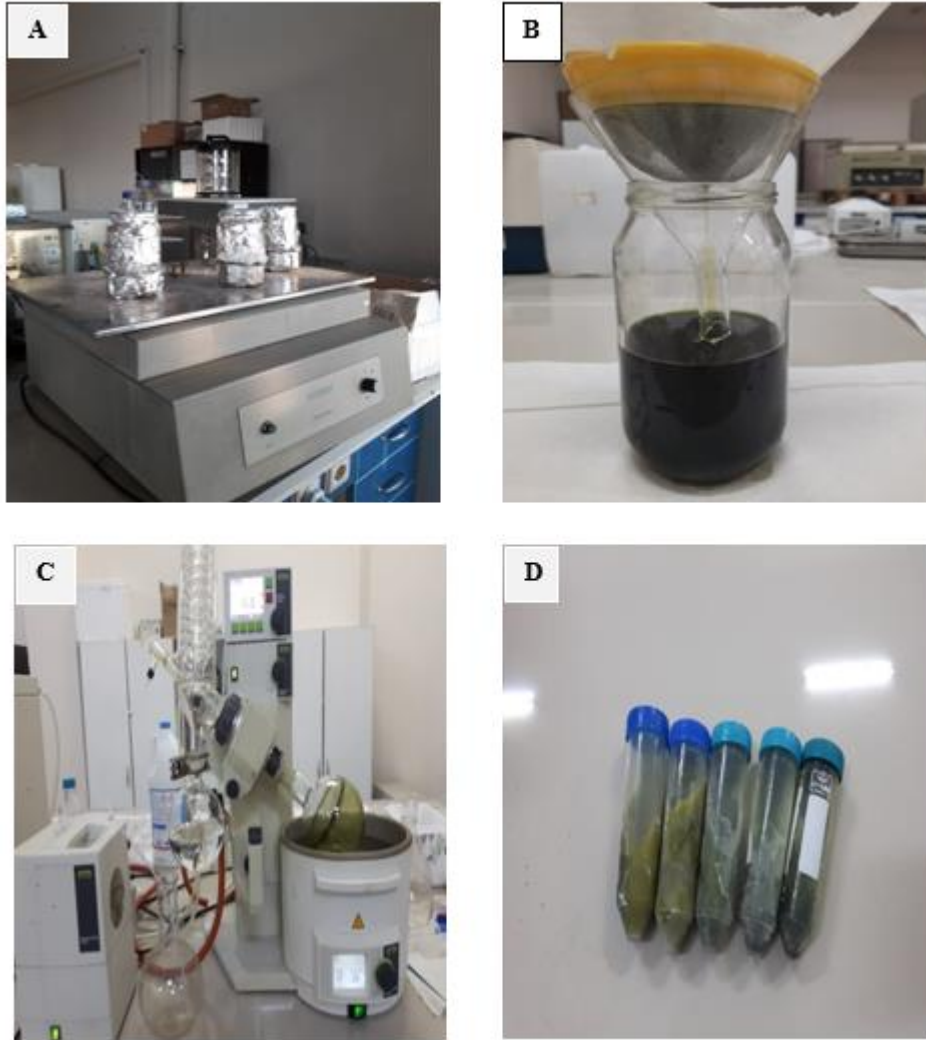


Şekil 1. *A. haussknechtii* bitkisi ve toplanma yeri.

Bitki ekstraksiyonu

Artemisia haussknechtii bitkisi toplandıktan sonra yapraklar gövdeden kopartılarak üzerindeki tozlardan arındırmak için doğal kaynak suyu ile yıkandı. Gölgede 72 saat bekletilip kurutulan yapraklar öğütüldü. Elde edilen bitki numunesinden 50 gr tartılarak, bir cam beherde 1000 ml etanol ile ekstre edilmek için, beherin etrafı alüminyum folyo ile kapatıldı. 25°C'de 24 saat süreyle çalkalayıcıda homojenize edilen

karişim süzöldü. Süzöntünün etanol bileşeni evaporatörde uçuruldu. Kalan sulu karişim - 80°C’de 24 saat tutuldu ve liyofilizatör ile kurutuldu. Elde edilen ekstreler analiz işlemlerine başlayıncaaya kadar -20°C’de muhafaza edildi (Şahiner ve Sengel, 2016) (Şekil 2).



Şekil 2. Etanol ekstrelerinin hazırlanışı. (A) Homojenizasyon (B) Süzöntü Toplama (C) Evaporasyon (D) -80° de Dondurma

Antioksidan Aktivite Çalışmaları

DPPH Serbest Radikal Yakalama Aktivitelerinin Belirlenmesi

DPPH serbest radikal giderme aktivitesi deneyi Blois metodunun (1958) modifiye şekline göre yapıldı. *A. haussknechtii* etanol ekstresinin serbest radikal DPPH (2,2-difenil-1-pikril hidrazil) giderme aktivitesinin ölçümünde standart olarak Kuersetin (5 µg/mL - 500 µg/mL) kullanıldı. Değişik konsantrasyonlarda bitki ekstresi (0.5 mg/ml- 8 mg/mL) hazırlandı. Örnek absorpsanları 517 nm’de okundu ve değerleri ölçülerek DPPH serbest radikalının indirgenmesi belirlendi. Serbest radikal yakalama aktiviteleri aşağıdaki formülle göre hesaplandı (Itidel ve ark.2013) ve DPPH radikal yakalama aktivitesi IC₅₀ değerleri hesaplanarak karşılaştırıldı. İşlemler 3 tekrarlı (n=3) yapıldı.

$$\text{DPPH radikal süpürme aktivitesi} = [(A_0 - A_1) / A_0] \times 100$$

A_0 : Kontrol Absorbansı

A_1 : Örnek Absorbansı

Toplam Fenolik Madde İçeriğinin Belirlenmesi

A. haussknechtii etanol ekstresinin toplam fenolik madde içeriği, Singleton ve Rossi (1965)' nin uyguladığı yöntemin modifiye şekline göre belirlendi. Standart olarak Gallik Asit (25 µg/mL-250 µg/mL) ve değişik konsantrasyonlarda *A. haussknechtii* ekstresi (0.5 mg/mL-8 mg/ml) kullanıldı. Örnek absorbansları 750 nm'de okundu. Gallik asit ile oluşturulmuş standart kalibrasyon eğrisi kullanılarak her 1 mg ekstre içinde bulunan toplam fenolik içerik miktarları aşağıdaki eşitliğe göre hesaplandı.

Ekstre yüzdesi (w/w) = (($A_1 - A_0$ / y değeri) / dilüsyon katsayısı) x 10

A_0 : Kontrol absorbansı

A_1 : Örnek absorbansı

y değeri: Grafik de denklemde oluşan y değeri)

Toplam Flavonoid Madde İçeriğinin Belirlenmesi

A. haussknechtii etanol ekstresinin toplam flavonoid madde içeriği, Zhishen ve arkadaşlarının (1999) modifiye edilmiş yöntemine göre belirlendi. Standart olarak kuersetin ve kateşin kullanıldı. 415 ve 510 nm'de absorbans değerleri okundu ve toplam flavonoid içeriği 1 mg ekstre içerisindeki flavonoid miktarı olarak, Kuersetin ve Kateşin eşdeğeri şeklinde hesaplandı. Toplam flavonoid madde miktarları aşağıdaki eşitliğe göre yapıldı.

Ekstre yüzdesi (w/w) = (($A_1 - A_0$ / y değeri) / dilüsyon katsayısı) x 10

A_0 : Kontrol absorbansı

A_1 : Örnek absorbansı

y değeri: Grafik de denklemde oluşan y değeri)

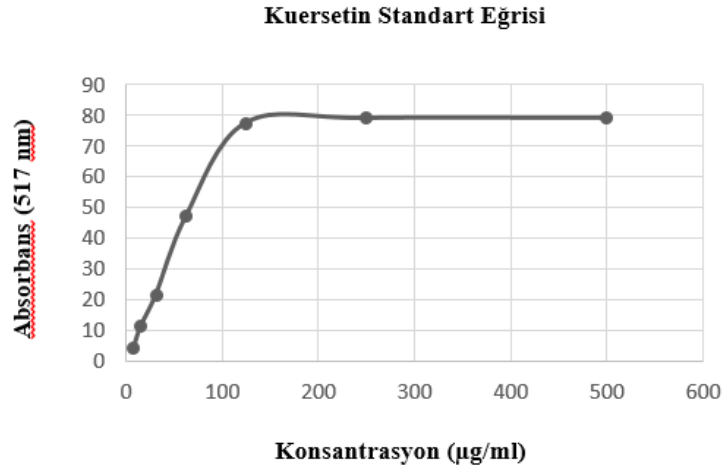
Bulgular ve Tartışma

A. haussknechtii bitki yaprağının verim hesaplamasında ilk ağırlık 200 gr olarak kaydedildi. Liyofilizasyon sonrasında ekstre edilen bitkinin son ağırlığı ise 32 gr olarak kaydedildi. Ekstraksiyon verimi, başlangıç ve son ağırlık verileri kullanılarak hesaplandı ve veriler yüzde olarak hesaplandı. Ekstraksiyon verimi, *A. haussknechtii*' nin etanol ekstresi için %16 olarak belirlendi (Çizelge 1).

Çizelge 1. *A. haussknechtii*' nin ekstraksiyon verimi

	Extre	Verim
Etanol ekstresi	Yaprak	% 16

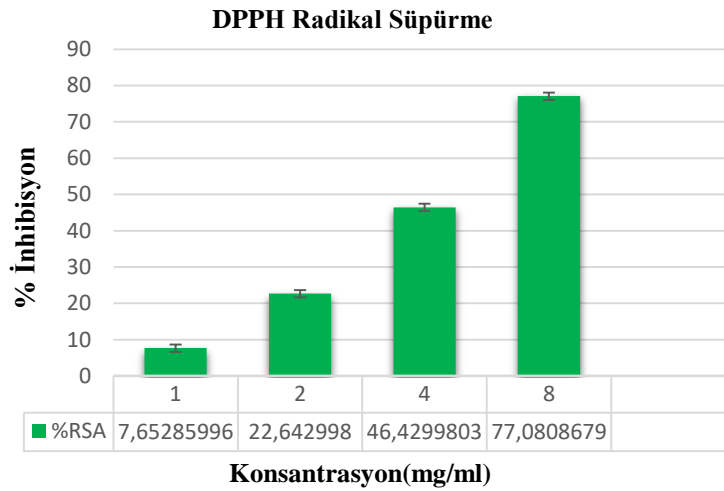
Bu çalışmada *A. haussknechtii* yaprağının etanolik ekstraktının 2,2-difenil-1 pikrilhidrazil (DPPH) radikaline karşı radikal süpürme aktivitesi spektrofotometrik olarak gerçekleştirildi. Farklı konsantrasyonlarda kuersetin standartlarıyla oluşturulan kalibrasyon eğrisi Şekil 3. 'te verildi.



Şekil 3. DPPH metodu için oluşturulan kuersetin standart eğrisi.

DPPH kararlı bir serbest radikaldir ve kararlı bir molekül haline gelmek için bir elektron veya hidrojen radikalini kabul eder. Antioksidanların DPPH radikal süpürme üzerindeki etkisi hidrojen verme yeteneklerinden kaynaklanmaktadır (Ruikar ve ark. 2011). *Artemisia* türleri yüksek antioksidan aktiviteye sahiptir ve bu da birçok hastalığa karşı önemli ölçüde koruma sağlar (Nasr ve ark. 2020). *Artemisia*'nın çeşitli türlerinin yaprak ekstraktlarının antioksidan aktivitesi araştırılmıştır. Yapılan bir çalışmada *Artemisia absinthium* yaprağının metanol ekstresinin antioksidan aktivitesi araştırılmış ve yüksek oranda antioksidan aktivite gösterdiği bulunmuş ve DPPH radikal süpürme aktivitesinin IC₅₀ değeri 0.118 mg/ml olarak bildirilmiştir (Sidaoui ve ark. 2016). Başka bir çalışmada aynı türün sulu ve etil asetatlı ekstreleri incelenmiş ve IC₅₀ değerleri sırasıyla 0.352 mg/ml ve 0.167 mg/ml olarak bildirilmiştir (Hbika ve ark. 2022).

Çalışmamızdaki DPPH radikal süpürme aktivitesinin IC₅₀ değeri bu çalışmadakilere göre düşük çıkmıştır. Bu farklılık kullanılan çözücülerden, bitkilerin farklı türlere ait olmalarından ya da buldukları ortamların sıcaklık değerleri iklimi, yağış gibi etmenlerinden kaynaklanmış olabilir. Yine *Artemisia*'nın çeşitli türleri (*Artemisia judaica*, *Artemisia monosperma*, ve *Artemisia sieberi*) üzerinde yapılan farklı bir çalışmadan edilen sonuçlar, yaprak ekstraktı konsantrasyonunun artmasıyla DPPH radikalinin süpürme gücünün arttığını göstermiştir (Salih ve ark. 2023).



Şekil 4. A. haussknechtii etanol ekstresinin DPPH serbest radikal süpürme aktivitesi

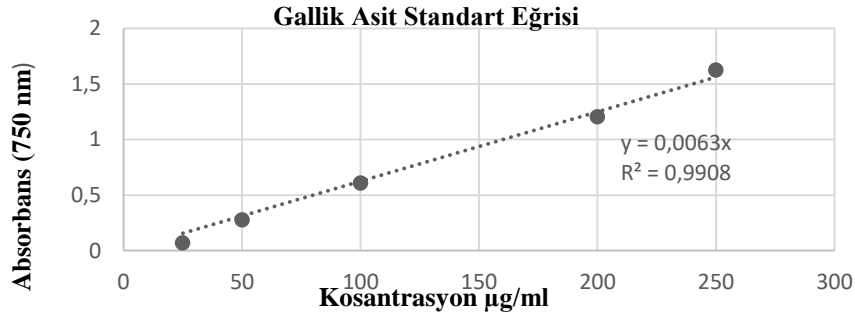
Çalışmamızda da *A. haussknechtii*'nin yaprak ekstralarının, konsantrasyon artışına bağlı olarak DPPH radikalının süpürme gücünün arttığı bulunmuştur. Elde ettiğimiz sonuçlar bahsi geçen çalışmayla tutarlılık göstermektedir (Şekil 4).

Çalışmada *A. haussknechtii* yaprağının etanol ekstresinin DPPH serbest radikal süpürme aktivitesi (%RSA) belirlenmiş olup Şekil 4'de gösterilmiştir. Ayrıca etanol ekstresi için DPPH serbest radikal süpürme aktivitesinin IC₅₀ değeri Çizelge 2'de verilmiştir.

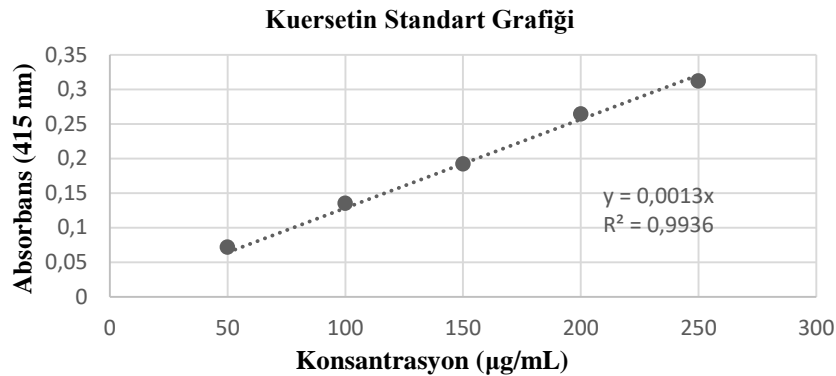
Çizelge 2. DPPH radikal süpürme aktivitesinin IC₅₀ değeri

Materyal	IC ₅₀ Konsantrasyon (mg/ml)
<i>A. haussknechtii</i> etanol ekstresi	4.92±1.22

Fenolik bileşikler iyi antioksidan bileşenler olarak bilinmektedir. Beslenme, insan sağlığı, birçok hastalığın önlenmesi ve iyileştirilmesine olan etkilerinden dolayı önemli kullanım alanlarına sahiptirler (Tungmunnithum ve ark. 2018). Fenoller ve flavonoidler gibi fenolik bileşikler, bitkilerden elde edilen antioksidan özelliklere sahip en büyük fitokimyasal bileşenlerdir (Sing ve Patra 2018). Bu çalışmada *A. haussknechtii*'nin yaprak ekstraktındaki toplam fenolik içerik (TPC) ve toplam flavonoid içerik (TFC) incelenmiştir. Bitkinin toplam fenolik madde içeriğini belirlemek için standart olarak gallik asit kullanılmıştır (Şekil 5). Ekstredeki toplam fenolikler gallik asit eşdeğeri olarak ifade edilmiş ve bitkinin toplam fenolik madde içeriği 174,18±0.45 µg GAE/mg kuru ekstre bulunmuştur (Çizelge 3).

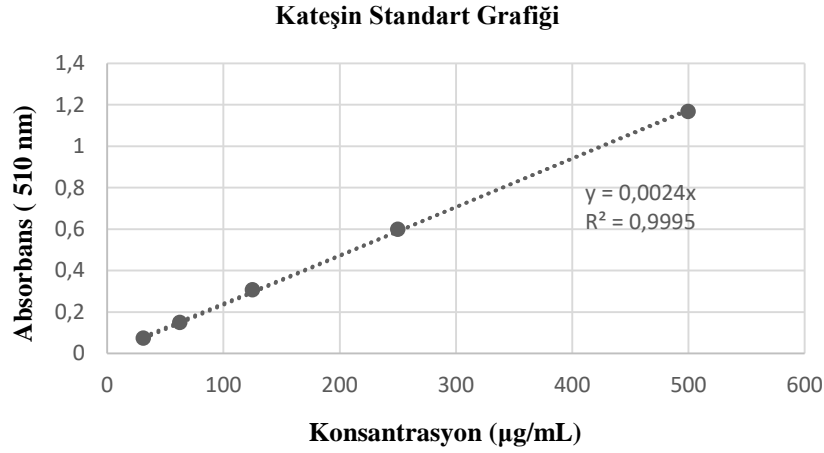


Şekil 5. Toplam fenolik madde analizinde kullanılan gallik asit standart grafiği



Şekil 6. Kuersetin ile oluşturulan total flavonoid standart eğrisi

A. haussknechtii'nin yaprak ekstresinin toplam flavonoid madde içeriğinin belirlenmesinde standart olarak kuersetin ve kateşin kullanılmıştır. (Şekil 6 ve Şekil 7). Bitkinin toplam flavonoid madde içeriği $813.24 \pm 20.78 \mu\text{g QE/mg}$ kuru ekstre ve $218.98 \pm 8.67 \mu\text{g CE/mg}$ kuru ekstre olarak bulunmuştur (Çizelge 3).



Şekil 7. Kateşin ile oluşturulan total flavonoid standart eğrisi

Çizelge 3. *A. haussknechtii*'nin toplam fenol ve toplam flavonoid madde içerikleri.

Bitki Materyali	TFM (µg GAE/mg)	TFQ (µg QE/mg)	TFC (µg CE/mg)
<i>A. haussknechtii</i> (Yaprak)	174.18 ± 0.45	813.24 ± 20.78	218.98 ± 8.67

TFM (Toplam fenolik madde), TFQ (kuersetin eşdeğeri toplam flavonoid), TFC (kateşin eşdeğeri toplam flavonoid)

Bitkilerin antioksidan aktivitesi yapısındaki bileşiklerden ve sekonder metabolitlerden kaynaklanmaktadır (Kartal ve Şayak. 2020). Fenolik bileşik ve flavonoidler bitki sekonder ürünleridir. Bu ürünlerin bitkilerde üretildikleri ve depolandıkları organlar farklılaşmaktadır (Kartal ve ark. 2020). Fenolik bileşikler ve flavonoidler en çok bitkinin çiçek ve yaprak kısımlarında bulunmaktadır (Kähkönen ve ark. 1999). Yapılan bir çalışmada *Artemisia*'nin *A. sieberi*, *A. judaica* ve *A. monosperma* türlerinin yaprak kısmındaki toplam fenol miktarları çalışılmış ve sırasıyla 194.30 (mg GAE/g DW), 175.25 (mg GAE/g DW) ve 120.33 (mg GAE/g DW), bulunmuştur. Bulgularımız *A. sieberi* ve *A. monosperma* türlerindeki değerlerle farklılık göstermektedir. *A. judaica* türündeki değerle tutarlıdır.

Flavonoidler birçok biyokimyasal özelliğe sahiptir, ancak hemen hemen her flavonoid grubunun en iyi açıklanan özelliği, antioksidan olarak hareket etme kapasiteleridir (Berstil ve Uysal. 2022). Yapılan bir çalışmada *A. absinthium* yaprağındaki toplam flavonoid miktarı 8.49 ± 0.50 (mg CE.g⁻¹ DW) bulunmuştur. Başka bir çalışmada *A. pallens* yaprağının metanollü ekstresinin toplam flavonoid miktarı 13.57 ± 1.053 (mg QE /g) bulunmuştur. Çalışmamızda *A. haussknechtii*'nin yaprak ekstresinin toplam flavonoid madde içeriği 813.24 ± 20.78 (µg QE/mg) ve 218.98 ± 8.67 (µg CE/mg) bulunmuştur. Çalışmada kullanılan bitkinin yüksek flavon içeriğine sahip olduğu anlaşılmıştır.

Sonuç

Artemisia cinsi, biyolojik ve kimyasal çeşitliliği nedeniyle önemli tıbbi ve ekonomik özelliklere sahip 500'den fazla tür içerir. Geçtiğimiz on yılda bu cins, ilaç keşfi ve geliştirme alanında giderek artan bir ilgi görmüştür. Birçok çalışma *Artemisiaların* farklı türlerinin antidepresan, antikanser, antidiyabetik, hepatoprotektif, gastroprotektif etkileri içeren farmakolojik profilini ortaya çıkarmıştır (Trifan ve ark. 2022). *Artemisia* türlerinin toprak üstü kısımları uzun süredir geleneksel bir kullanıma sahiptir ve sindirim bozuklukları, iltihaplı hastalıklar, bronşit, sıtma, hepatit de dahil olmak üzere çeşitli rahatsızlıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Turi ve ark. 2014). Ayrıca bazı türlerin yaprak ekstratlarının cilt hastalıkları, ateş, ishal tedavisi, kesik ve yaraların tedavisinde kullanıldıkları rapor edilmiştir (Nigam ve ark. 2019).

Bitkilerde bulunan fenolik asitler ve flavonoidler sağlığı etkileyen oldukça önemli aktif bileşenlerdir. Bu aktif bileşenler bitkilerin farklı organlarında üretilip depolanmaktadır. Çalışmamızda *A. haussknechtii*'nin yaprağındaki antioksidan aktivite ve toplam fenol ve flavonoid miktarları incelenmiştir. Sonuçlarımız *A. haussknechtii*'nin yüksek antioksidan potansiyele ve yüksek fenol ve flavon içeriğine sahip olduğunu göstermiştir. Literatüre katkı sağlayabilecek potansiyele sahip olan bu çalışma, *A. haussknechtii*'nin sağlık açısından faydalı olabileceğini ve farmasötik alanlarda kullanılabileceğini göstermektedir.

Kaynaklar

- Alavi, M., Karimi, N. (2017). Characterization, antibacterial, total antioxidant, scavenging, reducing power and ion chelating activities of green synthesized silver, copper and titanium dioxide nanoparticles using *Artemisia haussknechtii* leaf extract. *Artificial cells, nanomedicine, and biotechnology*. 46(8), 2066–2081.
- Atak, E. ve Uslu, M.E. (2018). Fenolik bileşikler, ekstraksiyon metotları ve analiz yöntemleri. *Soma Meslek Yüksek Okulu Teknik Bilimler Dergisi*. 3(27), 39-48.
- Balch, P. A. (2006). *Prescription for nutritional healing*. Penguin.10-12.
- Carvalho, I. S., Cavaco, T., Brodelius, M. (2011). Phenolic composition and antioxidant capacity of six *Artemisia* species. *Industrial crops and products*, 33(2), 382-388.
- Carvalho, I. S., Cavaco, T., Carvalho, L. M., Duque, P. (2010). Effect of photoperiod on flavonoid pathway activity in sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) leaves.
- Eray, N., Kartal, D. I., Çelik, İ. (2020). Antioxidant Properties of *Cichorium intybus* L.(Chicory) Extracts and Their Cytotoxic Effects on HepG2 Cells. *Yuzuncu Yil Üniversitesi Journal of Agricultural Sciences (YYU J Agr Sci)*, 30(3), 444-453.
- Erlejman, A.G., Fraga, C.G., Oteiza, P.I. (2006). Procyanidins protect Caco-2 cells from bile acid- and oxidant-induced damage. *Free Radic*. 41(8), 1247–1256.
- Göktaş, Ö., ve Gıdık, B. (2019). Tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanım alanları. *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2(1), 145-151.
- Hbika, A., Daoudi, N. E., Bouyanzer, A., Bouhrim, M., Mohti, H., Loukili, E. H., Mechchate, H., Al-Salahi, R., Nasr, F. A., Bnouham, M., Zaid, A. (2022). *Artemisia absinthium* L. Aqueous and ethyl acetate extracts: Antioxidant effect and potential activity in vitro and in vivo against pancreatic α -amylase and intestinal α -glucosidase. *Pharmaceutics*, 14(3), 481.

- Heravi, M. J., ve Sereshti, H. (2007). Determination of essential oil components of *Artemisia haussknechtii* Boiss.s. using simultaneous hydrodistillation-static headspace liquid phase microextraction-gas chromatography mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1160(1-2), 81-89.
- Hodgson, J. M., ve Croft, K. D. (2006). Dietary flavonoids: effects on endothelial function and blood pressure. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(15), 2492-2498.
- Itidel, C., Chokri, M., Mohamed, B., ve Yosr, Z. (2013). Antioxidant activity, total phenolic and flavonoid content variation among Tunisian natural populations of *Rhus tripartita* (Ucria) Grande and *Rhus pentaphylla* Desf. *Industrial Crops and Products*, 51, 171- 177.
- Kähkönen, M. P., Hopia, A. I., Vuorela, H. J., Rauha, J. P., Pihlaja, K., Kujala, T. S., Heinonen, M. (1999). Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *Journal of agricultural and food chemistry*, 47(10), 3954-3962.
- Kurşat, M., Civelek, Ş. (2011). Türkiye’de doğal olarak yetişen *Artemisia L.* cinsine ait üç türün morfolojik özellikleri bakımından incelenmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 12(19), 15-25.
- Li, A. N., Li, S., Zhang, Y. J., Xu, X. R., Chen, Y. M., Li, H. B. (2014). Resources and biological activities of natural polyphenols. *Nutrients*, 6(12), 6020-6047.
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., Jiménez, L. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American journal of clinical nutrition*, 79(5), 727-747.
- Mandlekar, S., Hong, J. L., Tony Kong, A. N. (2006). Modulation of metabolic enzymes by dietary phytochemicals: a review of mechanisms underlying beneficial versus unfavorable effects. *Current drug metabolism*, 7(6), 661-675.
- Nasr, F. A., Noman, O. M., Mothana, R. A., Alqahtani, A. S., Al-Mishari, A. A. (2020). Cytotoxic, antimicrobial and antioxidant activities and phytochemical analysis of *Artemisia judaica* and *A. sieberi* in Saudi Arabia. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 14(8), 278-284.
- Nasseri, B., Alizadeh, E., Bani, F., Davaran, S., Akbarzadeh, A., Rabiee, N., Bahadori, A., Ziaei, M., Bagherzadeh, M., Saeb, M. R., Mozafari, M., Hamblin, M. R. (2022). Nanomaterials for photothermal and photodynamic cancer therapy. *Applied Physics Reviews*, 9(1).
- Nigam, M., Atanassova, M., Mishra, A. P., Pezzani, R., Devkota, H. P., Plygun, S., Salehi, B., Setzer, W. N., Sharifi-Rad, J. (2019). Bioactive compounds and health benefits of *Artemisia* species. *Natural product communications*, 14(7), 1934578X19850354.
- Rahman, M. A. A., Moon, S. S. (2007). Antioxidant polyphenol glycosides from the plant *Draba nemorosa*. *Bulletin of the Korean Chemical Society*, 28(5), 827-831.
- Ruikar, A. D., Khatiwora, E., Ghayal, N. A., Misar, A. V., Mujumdar, A. M., Puranik, V. G., Deshpande, N. R. (2011). *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 3(2), 302- 305.
- Salih, A. M., Qahtan, A. A., Al-Qurainy, F. (2023). Phytochemicals identification and bioactive compounds estimation of *Artemisia* Species grown in Saudia Arabia. *Metabolites*, 13(3), 443.

- Sidaoui, F., Igueld, S. B., Yemmen, M., Mraïhi, F., Barth, D., Trabelsi-Ayadi, M., Cherif, J. K. (2016). Chemical and functional characterization of Tunisian *Artemisia absinthium* volatiles and non-volatile extracts obtained by supercritical fluid procedure. *Int. J. Pharm. Clin. Res*, 8, 1178-1185.
- Singh, R. (2015). Medicinal plants: A review. *J Plant Sci.*, 3(1), 50-55.
- Singh, S. K., ve Patra, A. (2018). Evaluation of phenolic composition, antioxidant, anti-inflammatory and anticancer activities of *Polygonatum verticillatum* (L.). *Journal of integrative medicine*, 16(4), 273-282.
- Sahiner, N., ve Sengel, S. B. (2016). Quaternized polymeric microgels as metal free catalyst for H₂ production from the methanolysis of sodium borohydride. *Journal of Power Sources*, 336(30), 27-34.
- Trifan, A., Zengin, G., Sinan, K. I., Sieniawska, E., Sawicki, R., Maciejewska-Turska, M., Wozniak, K. Luca, S. V. (2022). Unveiling the phytochemical profile and biological potential of five *Artemisia* species. *Antioxidants*, 11(5), 1017.
- Tungmunnithum, D., Thongboonyou, A., Pholboon, A., ve Yangsabai, A. (2018). Flavonoids and other phenolic compounds from medicinal plants for pharmaceutical and medical aspects: An overview. *Medicines*, 5(3), 93.
- Turi, C. E., Shipley, P. R., Murch, S. J. (2014). North American *Artemisia* species from the subgenus *Tridentatae* (Sagebrush): A phytochemical, botanical and pharmacological review. *Phytochemistry*, 98, 9-26.
- Zhishen, J., Mengcheng, T., Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food chemistry*, 64(4), 555-559.

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Kampüs Alanı ve Çevresinin İkonos Uydu Görüntüleri ile Çok Yüksek Çözünürlüklü Sayısal Yüzey Modellemesi

Onur Köse

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Bardakçı Kampüsü, Tuşba, 65040, Van, Türkiye

*e-mail: onurkose@yyu.edu.tr

DOI: 10.57244/dfbd.1485711

Geliş tarihi/Received:17/05/2024

Kabul tarihi/Accepted:06/06/2024

Özet

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi (YYÜ) kampüs alanı ve yakın çevresi, yeni yerleşim alanları ve ilişkili bayındırlık çalışmaları nedeniyle hızla büyüyen kentsel gelişim bölgelerinden biridir. Van YYÜ Kampüsü ve yakın çevresinde büyük bina ve altyapı projeleri gibi mühendislik uygulamalarının doğru yer seçiminin optimizasyonu için çok yüksek çözünürlüklü (1-5 m piksel örnekleme) bir sayısal yüzey modelinin üretilmesi, çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır. Hızla ilerleyen kentsel yayılım bölgelerinin yakınlarındaki mevcut tektonik fay hatlarının ortaya çıkarılmış olması, yeni yerleşim ve inşaat alanları ile diğer mühendislik yapılarının doğru yer seçimlerinin öngörülmesi için oldukça önemlidir. Buna paralel olarak çok yüksek çözünürlüklü sayısal yüzey modelleri, yerleşke planlama ve geliştirme çalışmalarına katkı sağlayabilecek bir ayrıntıyla tektonik fay hatlarının ortaya çıkarılmasında belirleyici rol oynamaktadır.

Bu çalışmada, uydu teknolojisi kullanarak, sahada yerinde ölçümlere ilişkin klasik yöntemlerle üretilenlerden çok daha düşük bir bütçeyle çok daha yüksek çözünürlüklü ve çok daha geniş alana yayımlı bir sayısal yükseklik modelinin oluşturulması planlanmıştır. Bu amaçla, İkonos uydusunun yüksek çözünürlüklü bir stereo görüntü çifti kullanılmış ve Van YYÜ yerleşke alanı yakın çevresi için epipolar görüntü işleme çalışmaları ile çok yüksek çözünürlüklü bir sayısal yüzey modeli üretilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İkonos uydusu, stereo görüntü çifti, sayısal yüzey modellemesi, DEM, Van YYÜ

Very High Resolution Digital Surface Modeling of Van Yüzüncü Yıl University Campus Area and Surroundings from Ikonos Satellite Images

Abstract

Campus area of Van Yüzüncü Yıl University (YYU) and immediate surrounding is one of the rapidly growing urban development zones due to new settlement areas and related public works. To produce a very high resolution (1-5 m pixel sampling) digital surface model for the optimization of accurate site selection of the engineering applications as great construction and infrastructure projects in Van YYU Campus and surroundings, constitutes the main aim of the study. Revealing the existing tectonic fault lines in vicinity of rapidly advancing urban sprawl zones is very important for predicting the correct site selection of new settlement and construction areas and other engineering structures. Parallel to this, very high-resolution digital surface models play a decisive role in revealing tectonic fault lines in detail that can contribute to settlement improving and planning studies.

In this study, it was planned to create a digital elevation model using satellite technology, with a much higher resolution and a much wider area, by a much lower budget than those produced by classical methods involving in-situ field surveys. For this purpose, a high-resolution stereo image pair of the Ikonos satellite was used and a very high-resolution digital surface model was produced by epipolar image processing studies for the Van YYU campus area and its immediate surroundings.

Keywords: Ikonos satellite, stereo image pair, digital surface modeling, DEM, Van YYU

Giriş

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi (YYÜ) kampüs sahası ve yakın çevresi, zayıf zeminler üzerinde hızlı yapılanan kentsel gelişim alanlarından biridir. Van YYÜ kampüs alanı sınırında, Holosen yaşlı karasal sedimanları keserek son bir-kaç bin yıllık süre içerisinde büyük ve yıkıcı bir-kaç depremin yaşandığını kanıtlayan bir fay hattının varlığı önceki çalışmalarla belirlenmiştir (Köse ve Özkaymak, 2002; Özkaymak ve Köse, 2002; Özkaymak, 2003; Özkaymak ve ark., 2003; Örçen ve ark., 2004; Özkaymak ve ark., 2004). Bu özellikleriyle Van YYÜ kampüs sahası ve yakın çevresi, binalaşma, altyapı ve çevre tasarımı çalışmaları şeklindeki mühendislik uygulamalarının yer seçimlerinde son derece dikkatli kararların alınması gereken bir bölgedir. Bu kararların alınmasında belirleyici işlev üstlenecek ve jeolojik risklerin ortaya konmasına katkı sağlayacak ayrıntıya sahip bir sayısal yüzey topografik modellemesinin üretilmesi oldukça önemlidir.

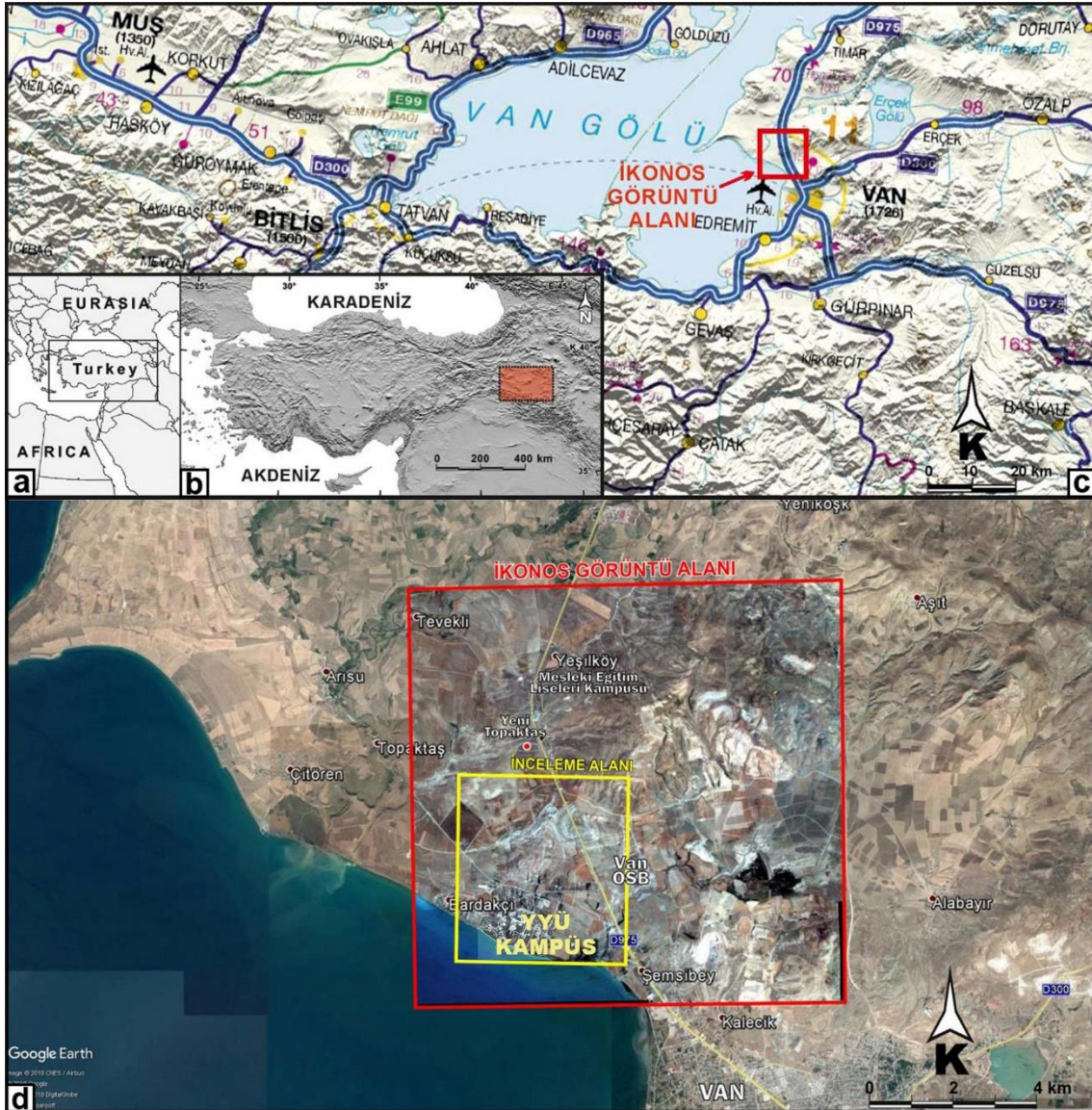
Van YYÜ kampüs alanı gibi yaklaşık 8 bin dönümlük geniş ve düşük engebeli bir arazi üzerinde ihtiyaç duyulacak ayrıntıda bir topografik haritalama, klasik ölçümleme yöntemleri ile birkaç yıla varacak süreyle sahada aletli ölçüm çalışması yürütülmesini zorunlu kılar. Buna çok daha hızlı bir yöntem alternatifi olarak stereografik hava fotoğraflarından topografik veri üretmek sunulabilir. Bu durumda ise, uçak, pilot ve tertibat kiralamasını da içeren yüksek bedelli bir hizmet alımı söz konusu olmaktadır. Ayrıca bu yöntemde, uçuş güzergahındaki hava ve rüzgâr koşulları ise uçuş yüksekliğinin daimî stabilitesini zorlaştırabilirken, üretilecek topografik verinin hassasiyetine de önemli derecede etki edebilmektedir. Oldukça yüksek maliyet gerektiren bu metodolojiler yerine uydu teknolojileri vasıtasıyla topografik model üretmek, önemli boyutta ekonomik ve zamansal kayıpların önüne geçilmesini mümkün kılmaktadır.

Çalışmada, inceleme alanı olan Van YYÜ Kampüsü ve yakın çevresinin çok yüksek çözünürlüklü (1-5 m) sayısal yüzey modelini oluşturmak için, İkonos Uydusunun bir stereo görüntü çifti kullanılmıştır. Görüntü kapsama sahası, yaklaşık 101 km²'lik yüzölçümüne karşılık gelirken Van Gölü'nün doğu kıyısında Van şehir merkezinin yaklaşık 15 km kuzeyini ortalamaktadır (Şekil 1). Uydu görüntüsü, Türkiye'nin topografik pafta indeksinde, 1/25000 ölçekli K50c1 ve K50c4 paftaları içerisinde yer almaktadır.

İnceleme alanı, İkonos uydu görüntüsü kapsama sahasının güneybatı çeyreğinde, Van YYÜ kampüs alanı ve yakın çevresini içermektedir. İnceleme alanının tamamı 1/25000 ölçekli K50c4 topografik paftası içerisinde yer alırken, 6 boylam derecesi tabanlı UTM 38. zonunda ED50 elipsoidini esas alan projeksiyon sisteminin 349000 – 353000 Doğu ve 4269175 – 4273500 Kuzey koordinatlarıyla sınırlandırılmış olup, 17.3 km²'lik bir alana karşılık gelmektedir. İnceleme alanının bölgesel ve lokal ölçekte genel ve ayrıntılı jeolojik özelliklerine Köse (2019) tarafından detaylı olarak değinilmiş, inceleme alanının zeminleri, tektoniği ve depremselliği konularında geniş bilgi sunulmuştur.

Bilgisayar ortamında, yeryüzü yükseklik değerlerini içeren işlenebilir sayısal veri dosyaları olup, yerbilimleri çalışmalarında en az uydu görüntüleri kadar önem taşıyan sayısal yükseklik modelleri, özellikle topografik veri ihtiyacı duyulan uygulamalarda ayrı bir öneme sahiptir (Köse ve ark., 1997). Sayısal topografik model, sayısal yükseklik modeli, sayısal arazi modeli ve sayısal yüzey modeli gibi değişik isimlerle de anılan bu topografik modeller, günümüzde uzay jeodezisi ve uydu teknolojileri kullanılarak üretilebilmektedir. Bu amaca yönelik olarak, erken dönemlerde stereo

görüş özelliği taşıyan hava fotoğraflarından sonra pasif (optik) algılama sistemine sahip uyduların görüntüleri kullanılmaya başlanmıştır (Liboutry, 1991; Thoué, 1993). Yaklaşık aynı dönemlerde hem hava hem de uydu nâkili radar cihazlarını kapsayan aktif sistemlerle de sayısal topografik veri üretmeye yönelik yöntemler geliştirilmeye çalışılmıştır (Graham, 1974; Zebker ve Goldstein, 1986; Curlander ve McDonough, 1991; Massonnet, 1993; Mouginis-Mark ve Garbeil, 1993). Ayrıca bu yöntemler kendi içlerinde teknik gelişmelere bağlı olarak, orto-foto, orto-görüntü, radar görüntülemesi, interferometri (Zebker ve ark., 1992; Massonnet, 1993; Massonnet ve Feigl, 1998) gibi farklı alt metodolojileri de kapsamaktadır. 2020 yılı öncesinde radar uydularının verilerinden üretilen sayısal yükseklik modellerinin piksel çözünürlüklerinde 10 m mertebesine ulaşılmıştır.



Şekil 1. Çalışmada kullanılan İkonos Uydusu görüntü alanı ve inceleme sahasının konumu. (a) Dünya, (b) Türkiye, (c) Türkiye Ulaşım Ağı Haritası Van Gölü çevresi ve (d) uydu tabanlı yakın bölge GoogleEarth haritası üzerinde konumu. İkonos Uydusu görüntü alanı kırmızı çerçeve ile ve inceleme alanı sarı çerçeve ile gösterilmiştir.

Büyük ölçek haritalama gerektiren birçok alanda kullanılacak olan sayısal yükseklik modellerinde ise 1–5 m arası çok yüksek çözünürlük değerlerine ihtiyaç duyulur. Sayısal görüntüleme ve teleoptik teknolojilerindeki gelişmelerin bir sonucu olarak, 24 Eylül 1999’da yörüngelendirilen ve optik (pasif) uydu sistemlerinde yeni bir dönem başlatan İkonos-2 uydusu, sivil amaçlı çalışmalara 1 Ocak 2000 tarihinden itibaren çok yüksek çözünürlüklü görüntülerin katılımını da beraberinde getirmiştir. Bunu takiben, 2001 yörüngeli QuickBird, 2007 yörüngeli WorldView-1, 2008 yörüngeli GeoEye-1 ve 2009 yörüngeli WorldView-2 ve benzeri birçok uydunun devreye girmesi, çok yüksek çözünürlüklü ve stereo özellikli optik uydu görüntülerinin teminini ve dolayısıyla çok yüksek çözünürlüklü sayısal yükseklik modellerinin üretimini özellikle son 20 yıldan bu yana oldukça kolaylaştırmıştır.

Materyal ve Yöntem

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi kampüs alanı ve yakın çevresine ilişkin çok yüksek çözünürlüklü bir sayısal yüzey modeli oluşturmaya yönelik olarak, pasif (optik) uydu sistemi tabanlı olan, İkonos Uydusu Precision Stereo 1m Pan-Sharpned görüntü çifti çalışmanın ana materyali olarak değerlendirilmiştir. Bu görüntü çiftinden itibaren sayısal yükseklik modeli oluşturma ve üç boyut (3D) analizi için jeomatik veri işlenimine yönelik olarak tam modüllü PCI-Geomatica yazılımı kullanılmıştır.

Materyal

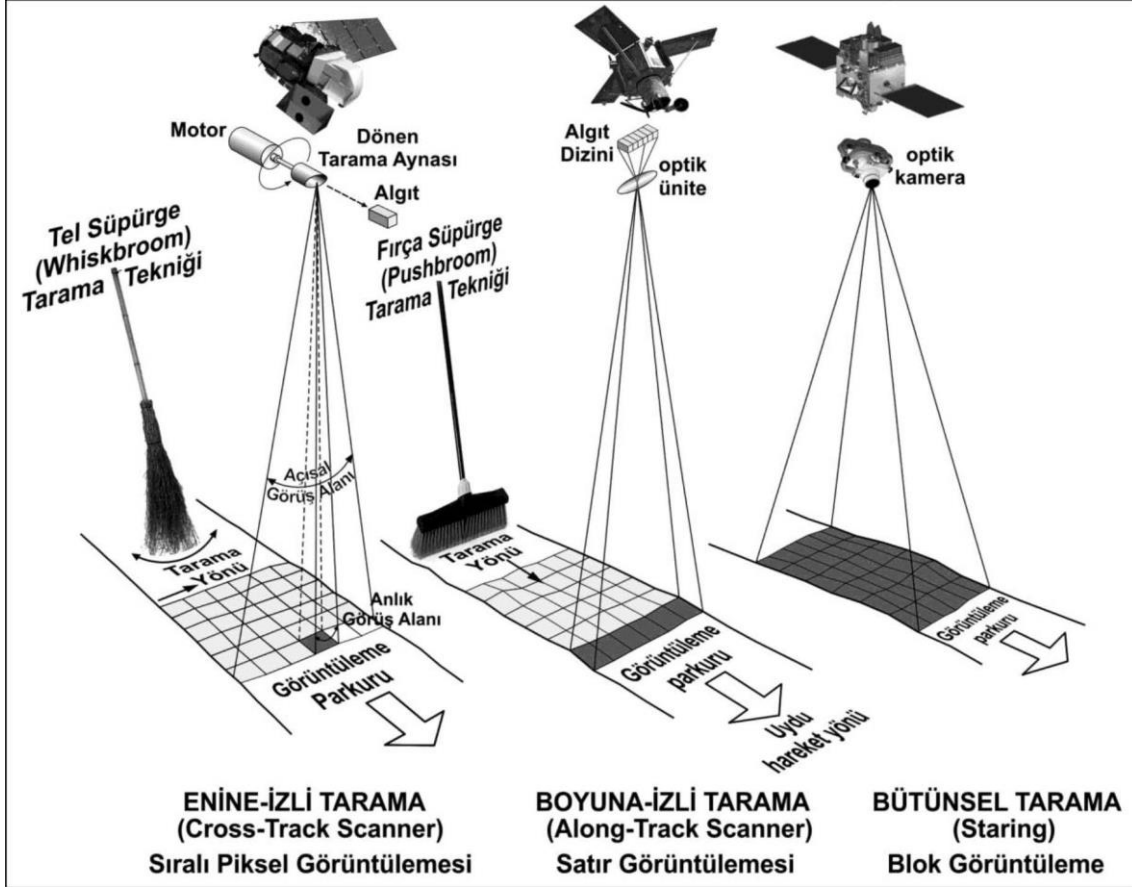
İkonos uydusunun ve görüntülerinin genel özellikleri ve diğer uyduların görüntü verilerinden farklılığını ortaya koyan temel yapı taşları üzerine, Grodecki ve Dial, (2001), Kramer (2002), Avrupa Uzay Ajansı (ESA, 2006), GeoEye kuruluşu (GeoEye, 2006) ve Köse (2019) tarafından hazırlanmış bilgiler aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Optik görüntüleme yapan uydu sistemlerinde, yeryüzü görüntüleme parkuru üzerinden, a- uydu hareket yönünün dikine yönde ilerlemeli enine-izli taramayla (cross-track scanning) anlık noktasal görüntü alan tel-süpürge (whiskbroom), b- uydu hareket yönünde ilerlemeli boyuna-izli taramayla (along-track scanning) anlık satır görüntüsü alan fırça-süpürge (pushbroom) ve c- uydu hareket yönünde ilerlemeli ve kadraj (frame) sensörlerle anlık blok görüntü alan bütünsel (staring) tarama olmak üzere üç farklı görüntüleme tekniğinden (Şekil 2) birisi tercih edilir (Köse, 2019).

2014 Aralık ayına kadar görüntüleme yapan İkonos-2 uydusu Yerküre Alçak Yörüngeleri (LEO; Low Earth Orbits) ile işlev yapan bir uzay cihazı olmuştur. Ağırlığı 817 kg olan uzay aracı, mükemmel gözlemlene kabiliyetlerine imkân veren ve herhangi bir yöne 30°’lik bir bakış alanı (FOR; Field of Regard) sağlayan bir gövdesel yönelim tekniğine sahiptir. İkonos-2 Uydusu, 681-709 km arasında değişen bir yükseklikten, yörüngede 98.1° eğim ve 98 dakika dönüş periyodu ile en çok 14 gün yeniden-görüntüleme tekrarı, 40° enlemi ve üzerindeki alanlarda 1-3 gün arası yeniden-geçiş tekrarı özelliklerinde olan, yaklaşık-kutupsal ve gün-senkronizeli eşzamanlı dairesel bir yörüngeye sahip olmuştur.

İkonos uydusunda 6500 satır-görüntü özelliğinde görüntü verisi üretimi sağlayan bir fırça-süpürge tarayıcı teknolojisi (geniş odak düzlemi tarayıcı dizisi) kullanılarak, PAN (Pankromatik, gri tonlu tek bantlı) ve MS (Multi-Spektral; renk oluşturan çok bantlı) modlarda eşzamanlı görüntüleme sağlanmıştır. Cihazın tarayıcı dizisindeki piksel boyutu, PAN tarayıcılar için 12 µm ve MS tarayıcılar için 48 µm’dir. PAN ve MS görüntü verilerine ait mono ve stereo görüntü kaydı aynı-zamanlı ve bütünsel eş-kayıtlı olarak yapılır. Uydunun yeryüzündeki konumsal çözünürlüğü (GSD; ground sampling

distance) 4m olan 4 bantlı MS sensörleri, Landsat-7 uydusunun 1-4 bandları ile hemen hemen aynı spektral özelliklere sahiptir. PAN sensörü ise 1m konumsal çözünürlük sağlar.



Şekil 2. Yeryüzü görüntüleme uydularında kullanılan sensör türleri ve tarama teknikleri (Köse 2019).

Bir görüntü çekiminin yaklaşık geometrisi, parametre içerik dosyasında (metadata) bulunan sensör azimutu (kuzeyleme) ve sensör düşüm (elevation) açıları ile tanımlanır (Grodecki ve Dial, 2001). Bu değerler, ham görüntülerden türev ürünlerin oluşturulması sırasında, işlemlerde göz önüne alınması gereken itibari (nominal) değerlerdir.

Daha önce yörüngelendirilmiş ve çoklu yörünge geçişlerinden enine-izli stereo görüntüler alan SPOT uydusu örneğinden farklı olarak, İkonos uydusu aynı (tek) yörünge geçişli boyuna-izli stereo-çift görüntüler toplamıştır. Bu, bir stereo-çifti oluşturan iki görüntünün aynı yörüngesel geçişte alınması anlamına gelir. İkonos, yörüngesinde düzenli veri topladığı parkura ilerleme yönünde bakarak geçiş yaparken, stereo çekim yapılacak hedefe yaklaştıkça, stereo-çiftinin ilk ayağını toplamak için ilerleme yönünde hedefe kilitlenerek gerektiği şekilde bakışını rotadan ayırır, döner ve eğilir.

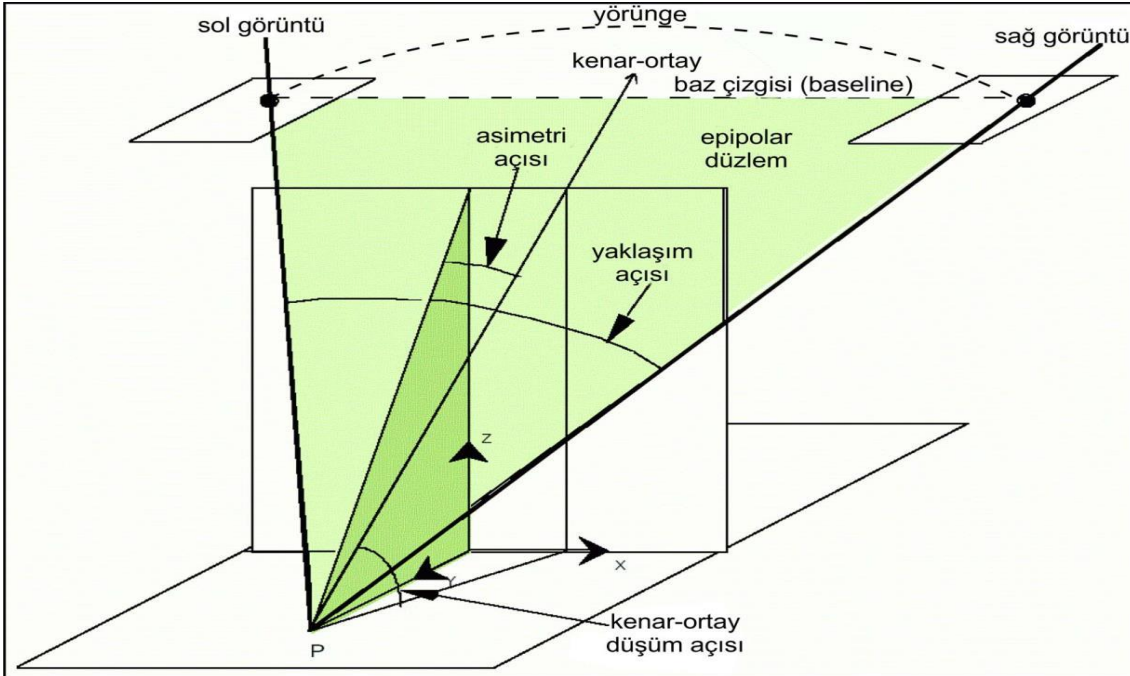
İlk görüntü alındıktan en çok yüz saniye kadar sonra, aynı alanı tekrar görüntülenmek üzere uyduya kendi eksenini üzerinden manevra yaptırılır, bu sefer yörüngesinde hala ileriye doğru giderken geriye bakacak şekilde görüntü alır (Grodecki ve Dial, 2001). Ancak stereo-çiftin ikinci görüntüsünün geriye bakılarak alınması

zorunluluk arz etmez, ikinci görüntü ilk görüntüden sonraki 50-60 saniye kadar bir süre içerisinde yine ilerleme doğrultusuna yönelik olarak da alınabilir.

İkonos uydusunun görüntülerinde hatalı kayıt, görüntü kayması ve radyometrik ayar düzeltmeleri, piksel konumlarının keskinleştirilmesine ilişkin MTF (modülasyon transfer fonksiyonu) dengelemesi gibi görüntü iyileştirme (dengeleme) algoritmalarının uygulandığı veri işleme çalışmaları sonucunda coğrafi atıflandırma sağlanır.

İkonos'tan toplanan görüntü ürünleri konumsal doğruluğa göre sınıflandırılır. Bu sınıflama, görüntüdeki bir hedef noktanın yerdeki gerçek konumunun tanımlanmış doğruluğu içerisinde kalacak şekilde bir güvenilirlik derecesi ile belirlenir (GeoEye, 2006). İkonos görüntü ürünlerinin konumsal doğruluk seviyesine göre belirlenen 6 farklı kademesi vardır. Bunlar *Geo*, *Standart Ortho*, *Reference*, *Pro*, *Precision* ve *Precision Plus* şeklindeki standart isimleriyle kullanıcılara servis edilir (GeoEye, 2006). *Precision* kademe stereo görüntüler, 4 m çözünürlüklü MS bandlarının 1 m çözünürlüklü PAN bandı ile keskinleştirilmesini takiben 1 m çözünürlükte (*Precision Pan-Sharpned* koduyla) sağlanabilmektedir. *Precision* stereo görüntü çiftleri, kullanıcılara algoritmik kamera modeli oluşturmaya yönelik bir rasyonel polinomal katsayı (RPC, Rational Polinomial Coefficient) dosyasıyla birlikte teslim edilir. Rasyonel Polinomal Kamera Modeli ve Görüntü Geometri Modeli (IGM, Image Geometry Model) olarak da isimlendirilen bu RPC dosyası, üç boyutlu konum koordinatlarının, sayısal yükseklik modellerinin ve orto-rektifiye görüntülerin fotogrametrik olarak çıkarılması için jeomatik yazılım paketlerine kamera modeli verilerini sağlar.

Uydusal stereo görüntülemenin kavramsal parametreleri genel haliyle Şekil 3'de gösterilmiştir.

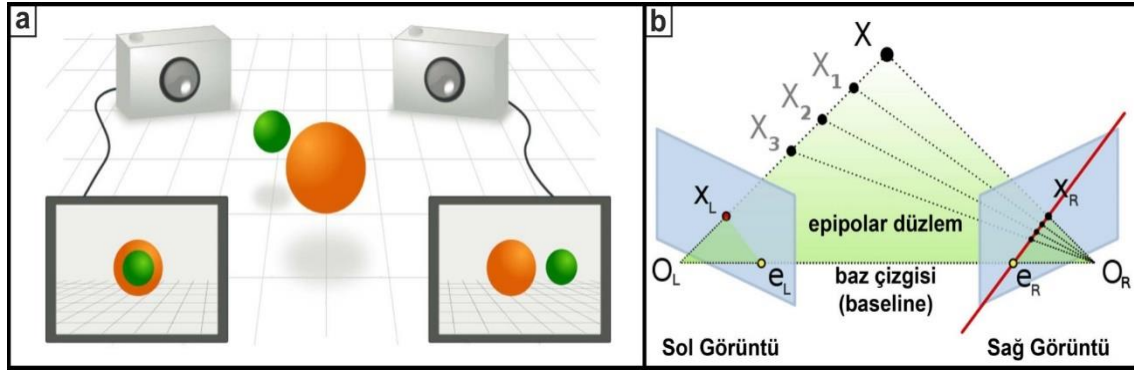


Şekil 3. Uydusal stereo görüntüleme kavramsal parametreleri (Ezekiel Enterprises, 2018'den uyarlanmıştır)

Bu çalışmada İkonos Precision Stereo 1m Pan-Sharpned görüntü çifti temel materyal olarak kullanılarak, epipolar eşleme uygulamasıyla çok yüksek çözünürlükte bir sayısal yükseklik modeli oluşturma yoluna gidilmiştir.

Yöntem

Epipolar örnekleme, görüntü eşleme, stereoskopik görüntüleme ve sayısal yükseklik modeli üretimi gibi çeşitli fotogrametrik işlem uygulamalarının önkoşuludur. Epipolar geometri stereo-görü geometrisine karşılık gelir. İki farklı kamera birbirine yakın mesafede ayrı iki noktadan 3 boyutlu (3B) bir hedefin görüntüsünü aldığı anda (Şekil 4a), 3B hedef obje ve noktalar ile bunların yansıtılmış oldukları 2 boyutlu (2B) görüntü üzerindeki izdüşümleri arasında (Şekil 4a), fonksiyonlarla tanımlanabilen bir dizi geometrik ilişki oluşur (Şekil 4b). Bu geometrik ilişkiler, genellikle söz konusu kameralara iğne-deliği (pinhole) kamera modeli ile yaklaşım yapılabileceği varsayımıyla kurulur (Wikipedia contributors 2024).



Şekil 4. Epipolar geometri ve tipik kullanım durumu (Nordmann, 2008). (a) İki kamera, farklı bakış noktalarından aynı sahnenin fotoğrafını çeker; (b) epipolar geometri daha sonra ortaya çıkan iki görü arasındaki ilişkiyi açıklar.

Şekil 4b, X noktasına bakan iki iğne-deliği kamerasını (O_L , sol objektif ve O_R , sağ objektif) göstermektedir. O_L ve O_R , iki kamera merceğinin simetri merkezlerini temsil eder. X , her iki kamerada da ilgi alanını (hedef noktayı) temsil eder. X_L ve X_R noktaları ise X noktasının sırasıyla sol ve sağ görüntü düzlemleri üzerine yansıtımlarıdır. Her kamera, 3B bir ortamın 2B bir görüntüsünü yakalar. 3B'den 2B'ye bu dönüşüm, perspektif projeksiyon olarak isimlendirilir ve iğne-deliği kamera modeli ile açıklanır. Diğer taraftan, Şekil 4b'ye dikkat edecek olursak, epipolar bir görüntü çiftinde, bir görüntüden aynı epipolar çizgi üzerinden yayılan her bir ışın (X_1, X_2, \dots, X_n) diğer görüntüdeki tek bir noktaya karşılık gelmektedir (Wikipedia contributors 2024).

Kamera merceklerinin optik merkezleri ayrı (noktalarda) olduğundan, her merkez diğer kameranın görüntü düzleminde ayrı bir noktaya yansır. *Epipoller* veya *epipol noktaları* olarak isimlendirilen bu iki görüntü noktası, e_L ve e_R ile gösterilir. Kendilerine ilişkin görüntü düzlemlerindeki e_L ve e_R epipollerinin her ikisi ile O_L ve O_R optik merkezlerinin her ikisi, tek bir 3B çizgi üzerinde uzanırlar. O_L-X Çizgisi, soldaki kamera merceğinin optik merkezi ile doğrudan aynı izdüşüm çizgisi üzerinde bulunduğu için, sol kamera tarafından bir nokta olarak görülür. Buna karşın, sağ kamera bu çizgiyi kendi görüntü düzleminde bir çizgi olarak görür. Sağ kameradaki bu çizgi (e_R-X_R), bir *epipolar çizgi* olarak adlandırılır. Simetrik olarak tersinden ele

alındığında, sağ kamera tarafından bir nokta olarak görülen O_R-X çizgisi, sol kamera tarafından e_L-X_L epipolar çizgisi olarak görülür (Wikipedia contributors 2024).

Bir epipolar çizgi, 3B uzaydaki X noktasının konumunun bir fonksiyonudur; yani X değiştiğinde, her iki görüntüde bir dizi epipolar çizgi üretilir. 3B O_L-X çizgisi, O_L merceğinin optik merkezinden geçtiğinden, sağdaki görüntüdeki buna karşılık gelen ilgili epipolar çizgi e_R epipolünden (ve buna karşılık olarak da sol görüntüdeki epipolar çizgiler e_L epipolünden) geçmelidir. Bir görüntüdeki tüm epipolar çizgiler, o görüntünün epipolar noktasını içerir. Gerçekte, epipolar noktayı içeren herhangi bir çizgi, 3B bir X noktasından türetilebileceğinden dolayı, bir epipolar çizgidir. Alternatif bir canlandırma olarak, *epipolar düzlem* adı verilen bir düzlemi oluşturan X , O_L ve O_R noktalarını göz önünde bulunduralım. Epipolar düzlem, epipolar çizgiler oluşturacak şekilde her bir kameranın görüntü düzlemiyle kesişir. Tüm epipolar düzlemler ve epipolar çizgiler, X 'in 3B sahne içerisinde nerede bulunduğu bakılmaksızın epipol ile kesişir (Wikipedia contributors 2024).

İkonos uydusu gibi 1 m GSD'li fırça-süpürge sensörlere ilişkin tamamıyla parametrik kamera modelleri, algoritmalarda uygulanmasını olağanüstü zora sokacak şekilde son derece karmaşık bir yapıya sahiptir. Matematiksel olarak basitleştirilmiş ve dolayısıyla algoritmalarda uygulanması kolaylaştırılmış olan İkonos RPC modeli, ayrıca uydunun kamera fiziksel modelinin tam doğruluğunu da korur. Yer kontrol noktaları (YKN) ile iyileştirildiğinde, RPC kullanılan yeniden örneklemelelerde piksel-altı doğruluklara erişilebilmektedir (Dial ve Grodecki, 2002; Fraser ve ark., 2005).

Çok yüksek çözünürlüklü sayısal yükseklik modelleri oluşturmaya yönelik optik uydu görüntülerinin epipolar eşleme çalışmalarında, fiziksel kamera modellerinden rasyonel polinomal katsayı modellerine kadar değişik fonksiyonel algoritmaların uygulanması ve YKN'nin işlemlere katılımıyla oldukça büyüyen ağır matematiksel süreçlere ilişkin ayrıntılı bilgilere önceki çalışmalardan (örn, Grodecki, 2001; Dial ve Grodecki, 2002; Grodecki ve Dial, 2001; Di ve ark., 2003a ve b; Li ve ark., 2003; Fraser ve ark., 2005; Yılmaz, 2007; Oh, 2011; Köse, 2019 vb.) ulaşmak mümkündür.

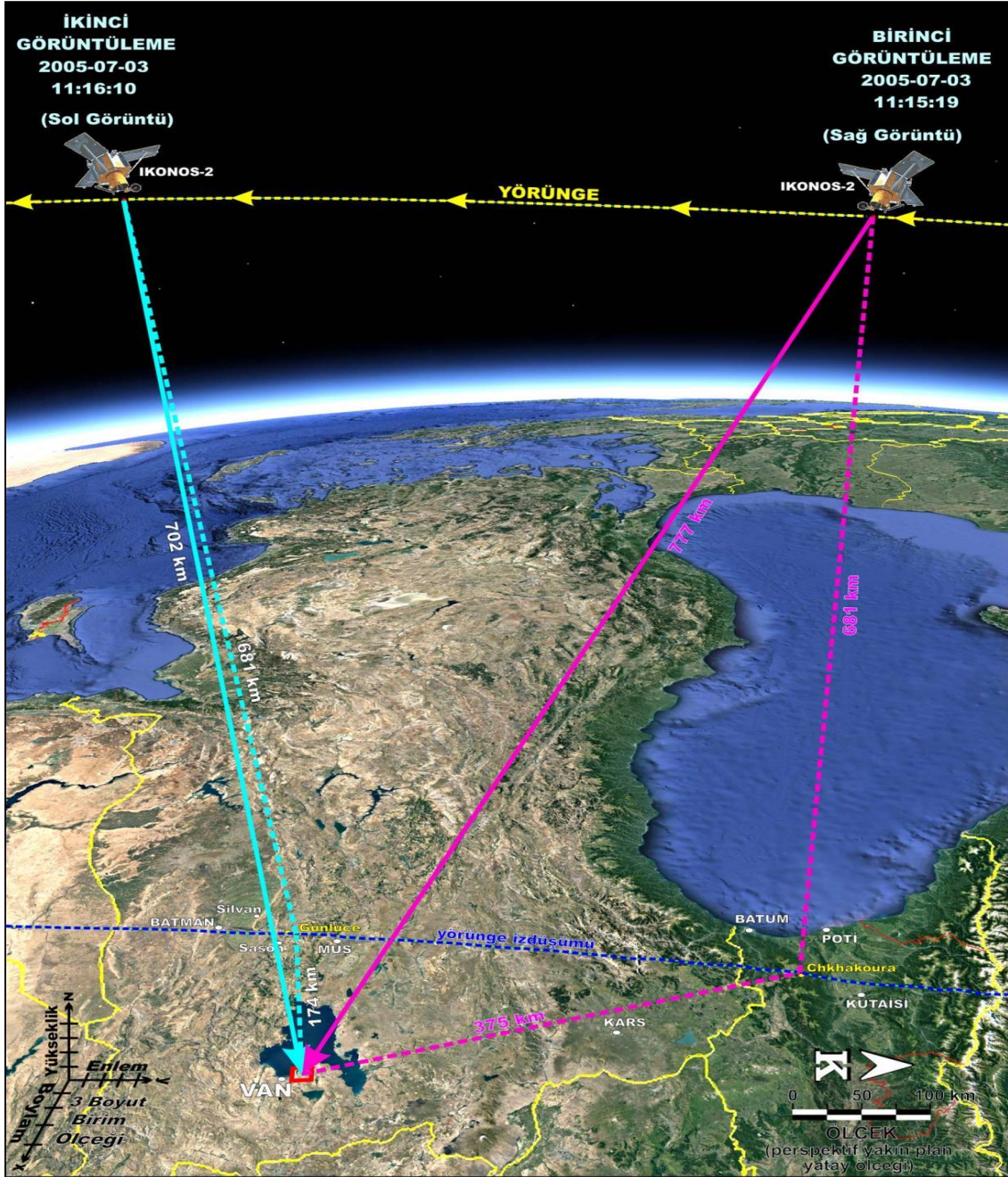
Bulgular

Bu çalışmada ana veri elemanı olan İkonos uydusu stereo görüntü çiftinin çekimi 03 Temmuz 2005 tarihinde öğleye doğru ve %100 gibi yüksek bir bulutsuzluk oranı ile gerçekleştirilmiştir. Bu görüntülemelere yönelik oldukça uzun olan ve aşağıda kısaca özetlenen parametre içerik dosyasına (metadata) ilişkin bilgiler, görüntüleme geometrisini açık bir şekilde ortaya koymamıza imkân sağlamıştır (Şekil 5 ve 6).

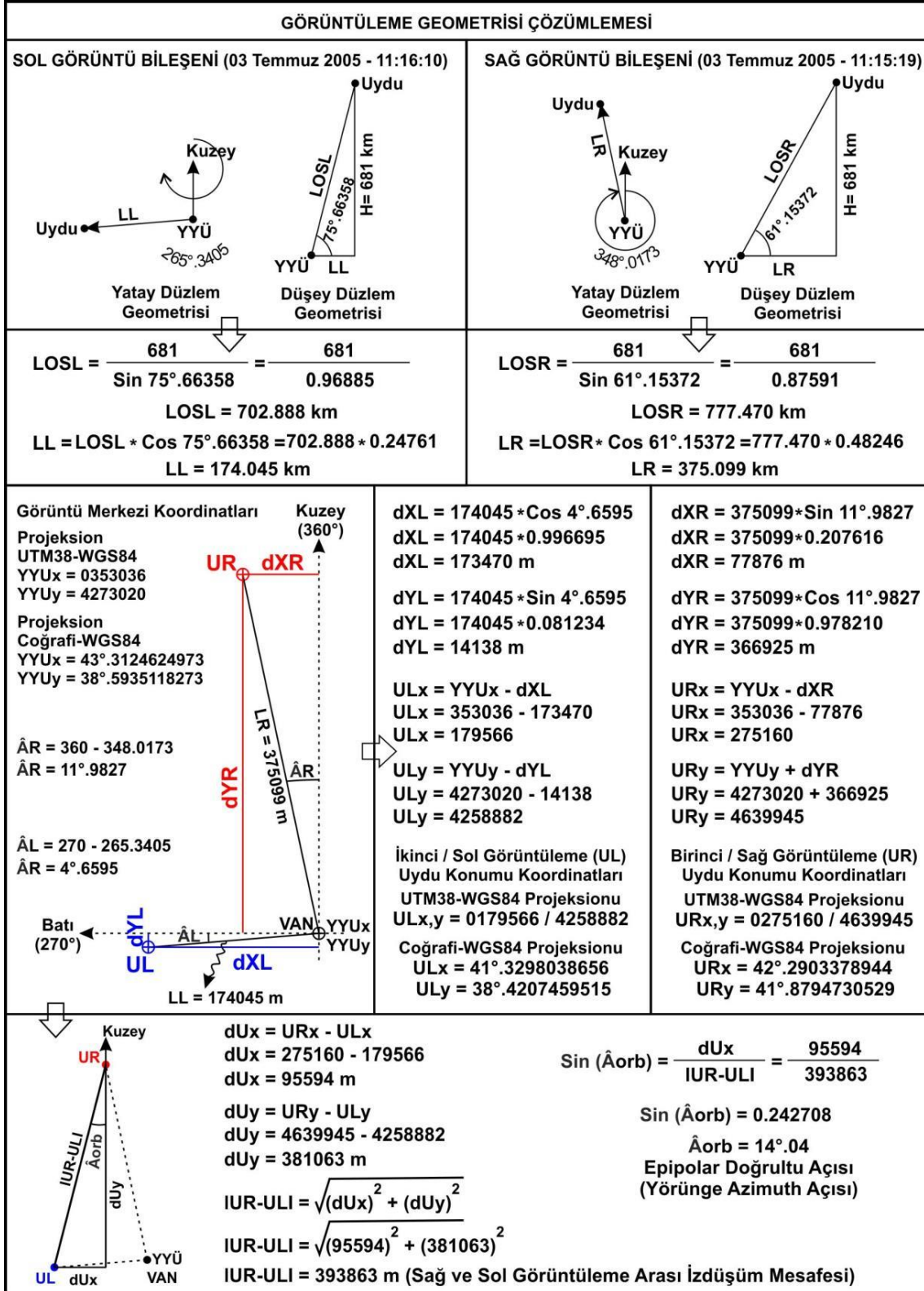
Stereo-çift kaynak görüntü sağ bileşeni (Source Image ID: 2005070308151900000011120189; Product Image ID: 000), 03 Temmuz 2005 tarihinde Türkiye saati ile 11:15:19'da, kampüs alanına 777.5 km bakış mesafesi ve yatayda 375.1 km mesafe ile 681 km yükseklikten 138.1436° güneş ışığı azimutu ve 70.41519° güneş ışığı düşüm açısı koşullarında, 348.0173° itibari azimut ve 61.15372° itibari düşüm açısı geometrisinde görüntülenmiştir (Şekil 7a). Stereo-çift kaynak görüntü sol bileşeni (Source Image ID: 2005070308161000000011120190; Product Image ID: 001), birinci görüntüden 51 saniye sonra, Türkiye saati ile 11:16:10'da, kampüs alanına 702.9 km bakış mesafesi ve yatayda 174 km mesafe ile 681 km yükseklikten, 138.6279° güneş

ışığı azimutu ve 70.52610° güneş ışığı düşüm açısı koşullarında 265.3405° itibari azimut ve 75.66358° itibari düşüm açısı görüntülenmiştir (Şekil 7b).

Stereo-çift kaynak görüntü bileşenleri, kendilerine ilişkin rasyonel polinomal katsayıları (RPC) veri dosyaları vasıtasıyla oluşturulan Rasyonel Fonksiyon Modelleri (RFM) ile piksel konumlarının keskinleştirilmesine ilişkin MTFC (modulation transfer function compensation; modülasyon transfer fonksiyonu dengelemesi) işlemine alınarak yapılan dengeleme çalışması sonrasında, yer-atıflı (geocoded) olarak işlenerek koordinatlandırılmış ve 1 m çözünürlükte yeniden örneklendirilmişlerdir (Şekil 7c ve 7d).



Şekil 5. Van YYÜ Kampüs Alanı Ikonos uydu görüntülemesinin geometrisi.



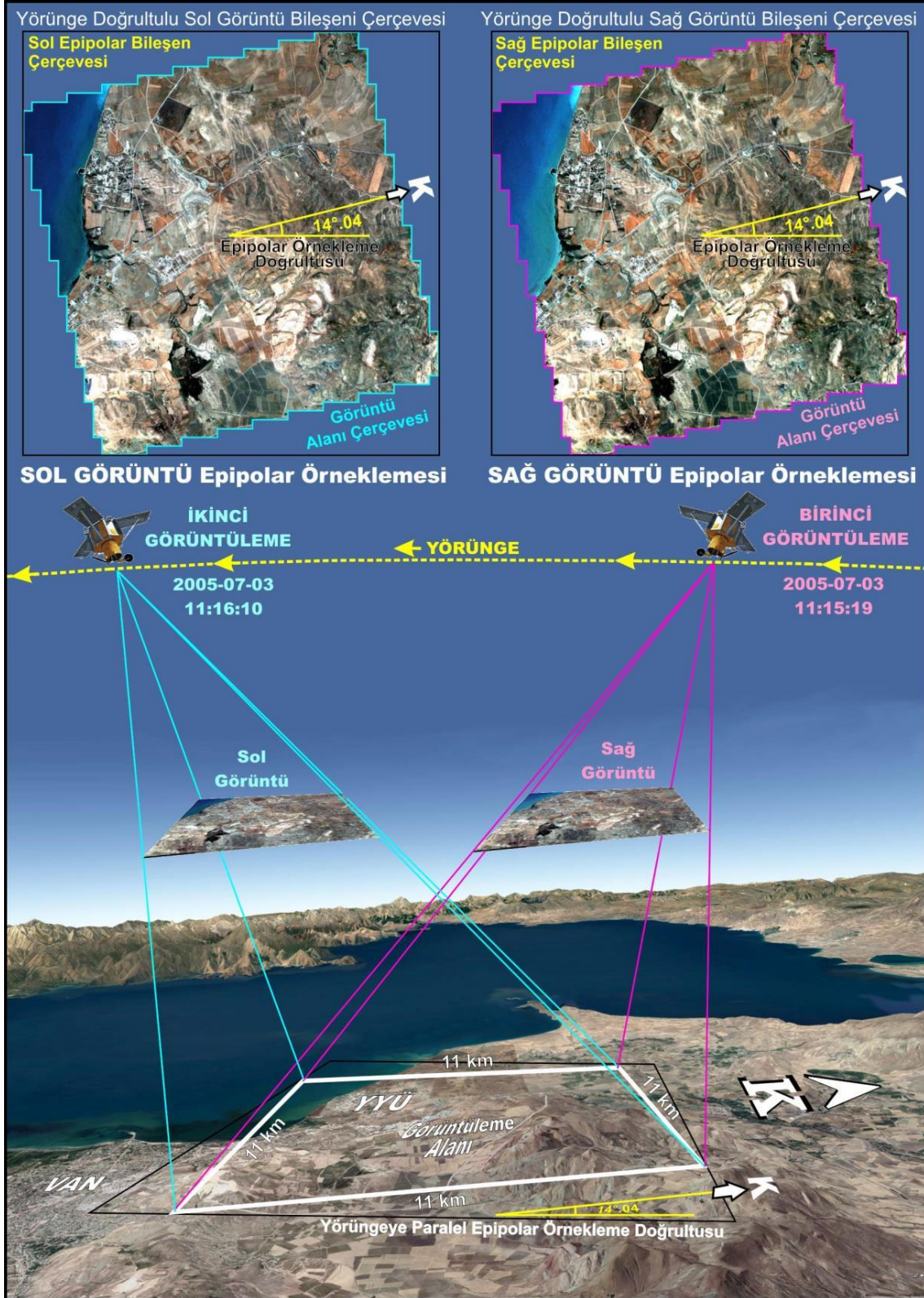
Şekil 6. Van YYÜ Kampüs Alanı İkonos uydu görüntülemesinin geometrik çözümlemesi. LR ve LL: Sağ ve sol görüntü uydu-hedef izdüşüm mesafesi; LOSR ve LOSL: sağ ve sol görüntü uydu-hedef bakış çizgisi; UR ve UL: sağ ve sol görüntüleme uydu konumu.



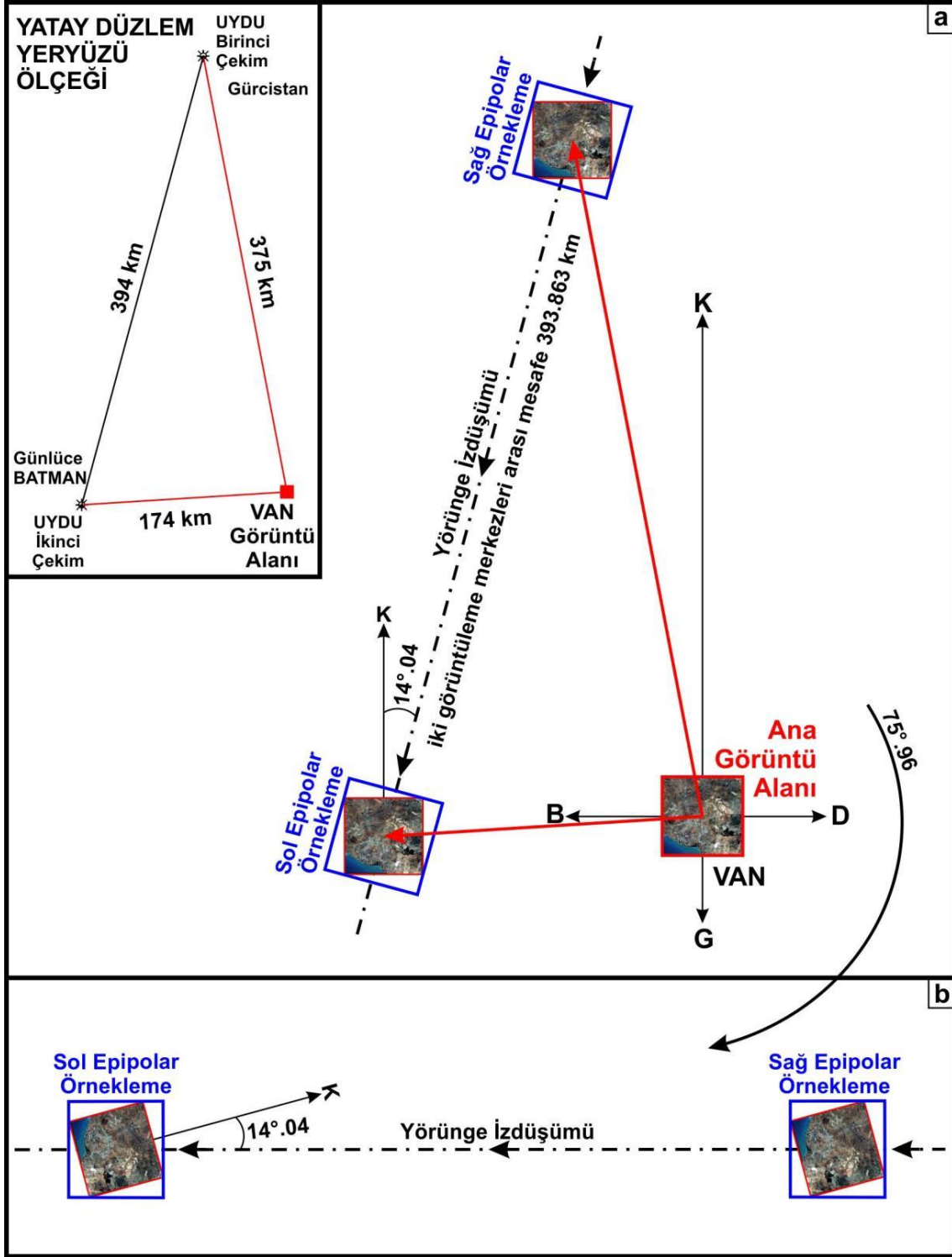
Şekil 7. Stereo-çift kaynak görüntüler. (a) Sağ bileşen; (b) sol bileşen (c) 1 m çözünürlükte yeniden örneklendirilmiş yer-atıflı sağ bileşen; (d) 1 m çözünürlükte yeniden örneklendirilmiş yer-atıflı sol bileşen.

Epipolar eşleme çalışması

Yapmış olduğumuz görüntüleme geometrisi çözümlemesi, her iki görüntünün çekimleri sırasında İkonos uydusunun gün-senkronizeli yörüngesinde yaklaşık kuzey-güney yönünde kutupsal iniş yaparken, yörünge izdüşümünün KKD – GGB doğrultusunda 14.04° olan bir azimut açısında (bknz. Şekil 6) olduğunu göstermektedir. Bu yörünge izdüşümü azimut açısı, aynı zamanda epipolar örneklemede ve eşleştirmede kullanılan epipolar doğrultu açısına karşılık gelmektedir. Bu nedenle, yaklaşık kuzey-güney doğrultusunda ilerleme yönüne ve buna 90° açıyla Doğu-Batı doğrultusunda taramaya sahip kamera bakışıyla alınmış olan stereo-çift görüntü bileşenleri (bknz. Şekil 7c ve 7d), sağ ve sol epipolar görüntü yeniden örnekleme yapılırken, kuzey ile 14.04° açı yapan bir çerçeveye yerleştirilmiştir (Şekil 8 ve 9).



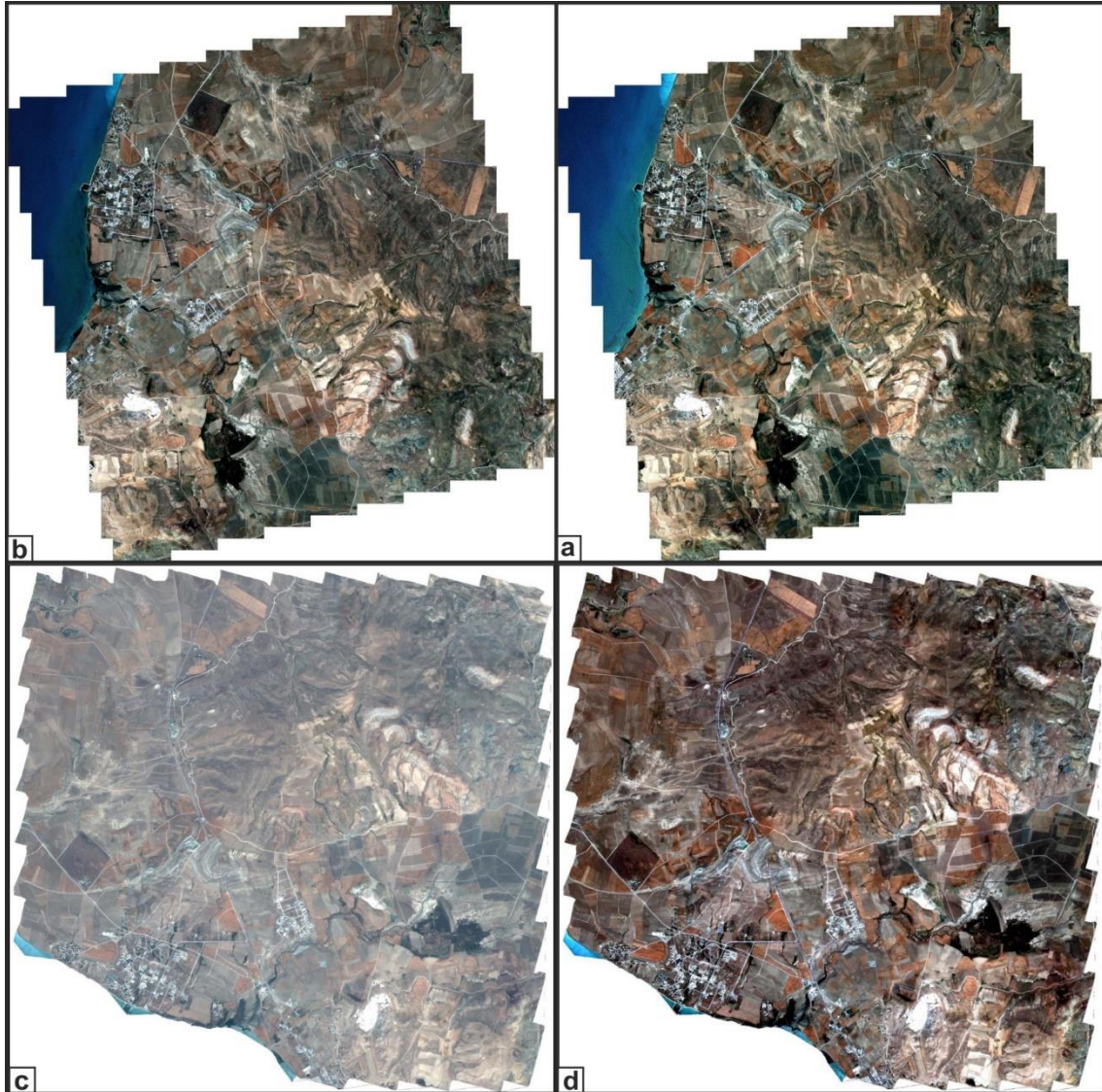
Şekil 8. Van YYÜ kampüs alanı çevresi İkonos uydusu epipolar görüntü eşleştirme düşey düzlem geometrik yaklaşımı (ölçeksiz; ayrıntı verebilmek için uydu konumları gerçek pozisyonlarına göreceyle yakınlaştırılmıştır).



Şekil 9. Van YYÜ kampüs alanı çevresi İkonos uydusu epipolar görüntü eşleştirme yatay düzlem geometrik çözümlemesi

Epipolar örnekleme çalışmasında 14.04° olan bir epipolar doğrultu açısına oturtulması için, stereo görüntü çifti bileşenlerinin, 75.96° açıyla saat yönünde döndürülmeleri öngörülmüştür (Şekil 9). Bu rotasyon, görüntülerin epipolar eşleşmesinde yörünge düzlemi üzerine aynı bakış açısıyla oturtulmasını sağlamıştır.

Epipolar sağ ve sol bileşen görüntülerin (Şekil 10a ve 10b) eşlemesiyle üretilen orto-görüntü (Şekil 10c ve 10d) ve sayısal yükseklik modeli (Şekil 11a) ilk aşamada WGS84 elipsoidinde coğrafi projeksiyonda 5 m çözünürlükle üretilmiştir. Verilerin, Harita Genel Müdürlüğü'nce üretilmiş olan ED50 elipsoidli UTM 38. zon projeksiyonundaki 1/25000 ölçekli paftanın topoğrafik verisiyle karşılaştırılması amacıyla, orto-görüntü ve sayısal yükseklik modeli ED50 elipsoidli UTM 38. zon projeksiyonunda yeniden örneklenmiştir.

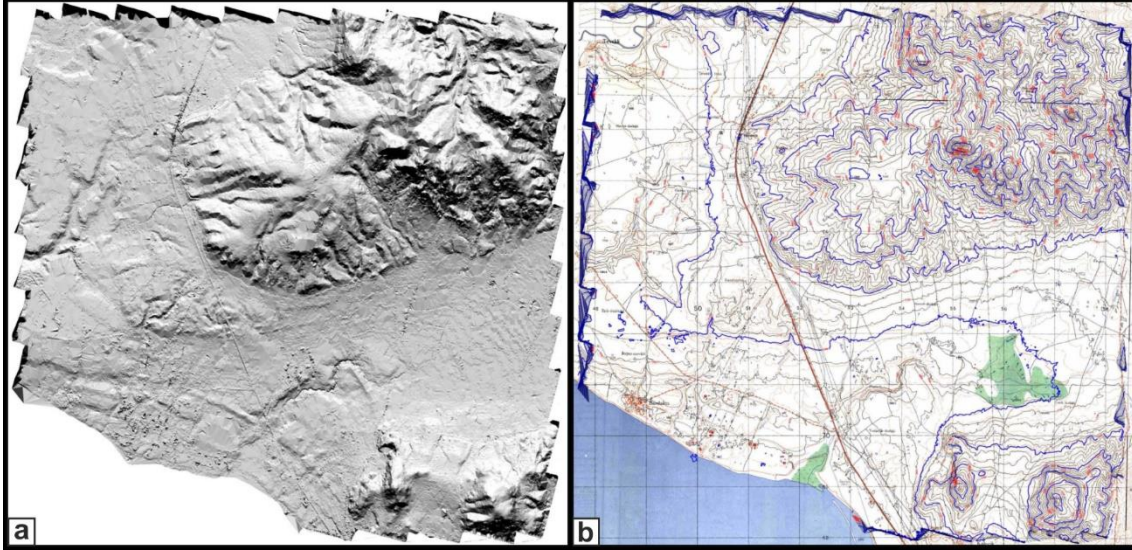


Şekil 10. Epipolar örnekleme görüntü bileşenleri ve orto-görüntü. (a) Epipolar görüntü sağ bileşeni; (b) epipolar görüntü sol bileşeni; (c) üretilen orto-görüntü ve (d) görüntü dinamiği ayarlanmış orto-görüntü.

Görüntü alanı sayısal yükseklik modeli

Orto-görüntü alanının tamamını kapsayacak şekilde oluşturulan sayısal yükseklik modelinin yapay ışıklandırmalı kabartı (rölyef) görüntüsü Şekil 11a'da sunulmuştur. Görüntülerin rektifikasyon çalışmasının doğruluğuna yönelik genel bir kıyaslama açısından, görüntü alanının içerisinde yer aldığı 1/25000 ölçekli K50-c4 topoğrafik paftası, görüntü alanının sınır koordinatlarını esas alacak şekilde kesilmiştir (Şekil 11b).

Yapılan görüntü çakıştırma işleminde orto-görüntünün topoğrafik haritayla alansal olarak bire-bir uyum sağladığı ve örtüştüğü görülmüştür (Şekil 11b). Üretilen sayısal yükseklik modeline ait eş yükseklik eğrilerinin topoğrafik harita eş yükseklik eğrileri ile şekilsel olarak uyumlu oldukları, buna karşılık yükseklik değerlerinin ise 20 m civarında daha yüksek değerler içerdiği belirlenmiştir.



Şekil 11. Üretilen sayısal yükseklik modelinin rölyef görüntüsü (a) ve 1/25000 ölçekli topoğrafik paftanın (K50-c4) eş yükseklik eğrilerinin karşılaştırmasını gösteren hibrid harita (b). Korelasyon dengelemesi sonrasında sayısal yükseklik modelinin eş yükseklik eğrileri her 10 m için ince siyah ve her 50 m için kalın lacivert çizgilerle gösterilmiştir.

Sayısal yükseklik modeline ilişkin yükseklik değerlerinin 1/25000 ölçekteki topografik pafta yükseklik değerlerine uyumunu sağlayacak dengeleme çalışmasına yönelik olarak, topografik pafta üzerinde kesin değer taşıyan nirengi noktaları kullanılmıştır. Bu amaçla görüntünün tamamını kapsayan alanda topografik pafta içerisinde bulunan 37 adet nirengi noktasının yükseklik değeri kullanılmıştır. Topografik haritadaki bu nirengi noktaları ile sayısal yükseklik modelindeki aynı koordinatta yer alan noktaların yükseklik değerlerinin karşılaştırmasıyla bir korelasyon fonksiyonu üretilmiştir ($Z_{yeni} = 1.006955179 * Z - 32.0279868$).

Sayısal yükseklik modelinin piksellerine atanmış yükseklik değerlerine (Z) uygulanan korelasyon fonksiyonu ile yapılan dengeleme, sayısal yükseklik modelinin topografik haritayla tamamen uyumlu hale gelmesine olanak sağlamıştır (Şekil 11b). Sayısal yükseklik modellemesinde, 37 nirengi noktasına karşılık gelen yükseklik değerlerinin farklarının dengeleme öncesindeki 19.54 m mertebesinde olan hata ortalaması, dengeleme sonrasında sıfıra yakın bir değer kazanmıştır.

Bu fonksiyonel dengeleme çalışmasının görüntü alanı geneline yayılı bir uyum sağlaması, asıl inceleme alanı olan kampüs sahasına (Şekil 12) yönelik 1 m çözünürlükte ayrıntılı çalışma yaparken, topografik olarak çevresine göre daha basık olan kampüs alanı içerisinde yer alan nirengi noktalarının kullanılarak söz konusu alana özgün olan bir korelasyon fonksiyonunun uygulanabileceğini de göstermiştir.

Kampüs alanı sayısal yükseklik modeli

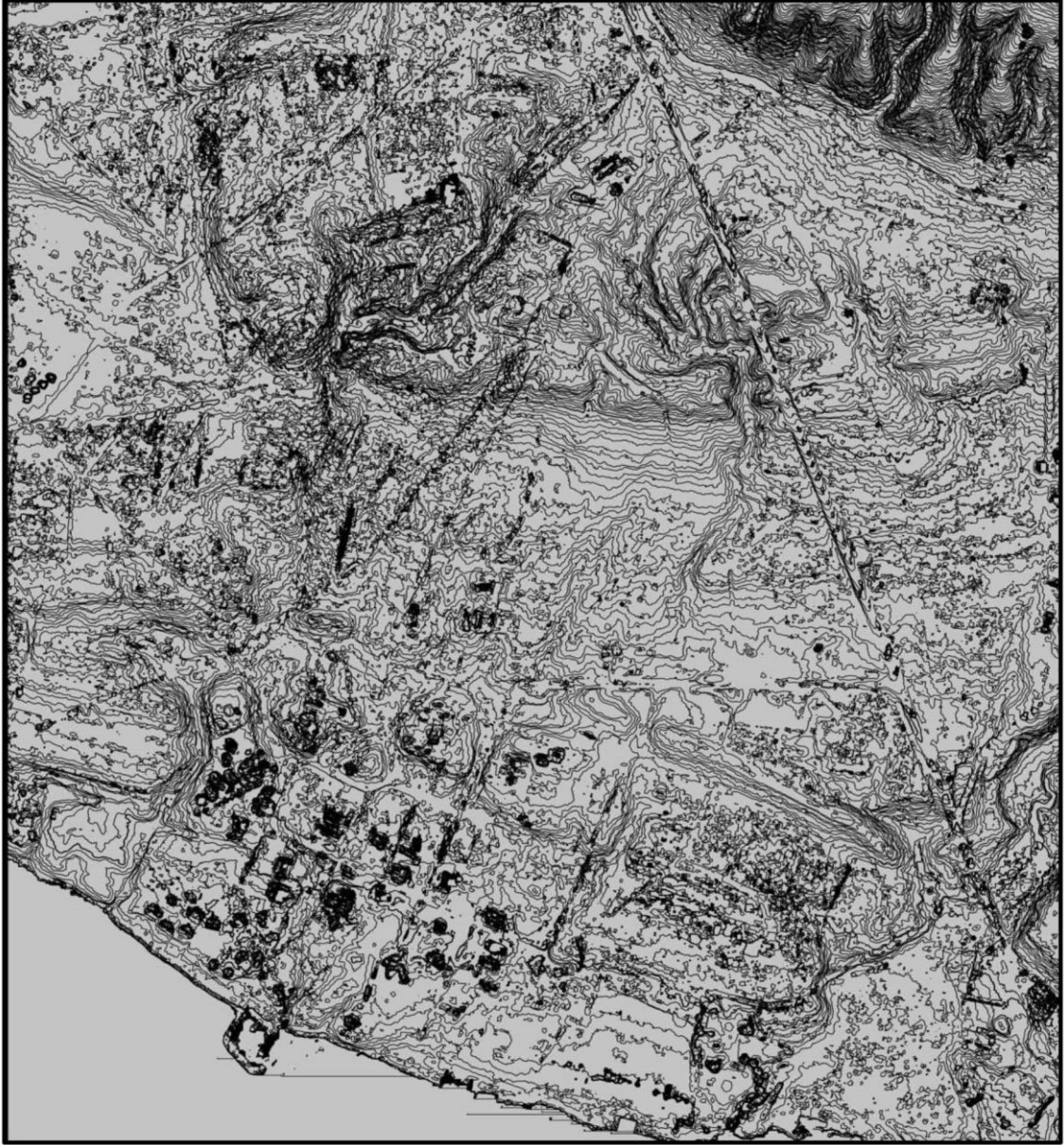
İkinci aşamada Van YYÜ kampüs alanına ilişkin orto-rektifikasyon çalışması ile İkonos görüntüsünün bütünsel alanı üzerinden 1 m çözünürlükte orto-görüntü ve sayısal yükseklik modeli oluşturulmuştur. Bu orto-görüntü ve sayısal yükseklik modeli, inceleme alanının sınırları çerçevesinde kesilerek ayrıntılı değerlendirmeye alınmıştır (Şekil 12).



Şekil 12. İnceleme alanının görüntü dinamiği ayarı yapılmış orto-görüntüsü (a) ve inceleme alanına yönelik korelasyon fonksiyonu için seçilen nirengi noktalarının topografik harita üzerinde gösterimi (b).

Van YYÜ Kampüs alanının sayısal yükseklik modeline ilişkin yükseklik değerlerinin 1/25000 ölçekteki topografik pafta yükseklik değerlerine uyumunu sağlayacak dengeleme çalışmasına yönelik olarak, yine topografik pafta üzerinde kesin değerler taşıyan nirengi noktaları kullanılmıştır. Bu amaçla inceleme alanının topografik haritası içerisinde bulunan 10 adet nirengi noktası çalışmada kullanılmak üzere belirlenmiştir (Şekil 12b). Bununla birlikte, bu nirengi noktalarından N02, N04 ve N10 üzerine sonradan bina inşa edilmiş olduğu için çalışmada kullanılmayacakları anlaşılmıştır. Topografik haritadan seçilen nirengi noktalarından geriye kalan 7 adeti ile sayısal yükseklik modelindeki aynı koordinatlarda yer alan noktaların yükseklik değerlerinin karşılaştırması yapılmış ve kampüs alanına özgü bir korelasyon fonksiyonu üretilmiştir ($Z_{yeni} = 1.022807056 * Z - 62.40196697$).

Kampüs alanı sayısal yükseklik modelinin piksellerine atanmış yükseklik değerlerine (Z) korelasyon fonksiyonu ile yapılan dengeleme, sayısal yükseklik modelinin topografik haritada mevcut olan nirengi noktalarıyla yüksek düzeyde uyumlu hale gelmesine olanak sağlamıştır. Kampüs sahası sayısal yükseklik modellemesinde kullanılan 7 nirengi noktasına karşılık gelen yükseklik değerlerinin farklarının dengeleme öncesindeki 23.71 m mertebesinde olan hata ortalaması, dengeleme sonrasında 0.46 m gibi oldukça düşük bir değer kazanmıştır. Bu fonksiyon uygulamasıyla Van YYÜ kampüs alanı için yüzey topoğrafyasına ince hassasiyet gösteren 1 m çözünürlükte bir sayısal yükseklik modeli üretilmiştir (Şekil 13).



Şekil 13. İnceleme alanı için üretilen 1m çözünürlüklü sayısal arazi modeli ve 1 m aralıklı eş yükseklik eğrileri.

Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi kampüs alanı ve yakın çevresine ilişkin çok yüksek çözünürlüklü bir sayısal yüzey modeli oluşturmak amacıyla, pasif uydu sistemi tabanlı yüksek çözünürlüklü bir stereo görüntü çifti olarak, İkonos uydusunun Precision Stereo 1m Pan-Sharpned görüntü çifti değerlendirmeye alınmıştır. Stereo görüntü çiftinden itibaren sayısal yükseklik modeli oluşturmanın ana koşulu olan epipolar eşey görüntü örnekleme ve epipolar eşleme uygulaması yaparak sayısal yükseklik modeli oluşturmak için, jeomatik veri işlenimine yönelik geliştirilmiş tam modüllü PCI-Geomatica yazılımı kullanılmıştır.

Stereo-çift kaynak görüntülerle birlikte temin edilen rasyonel polinomal katsayılar (RPC) modelini esas alan rasyonel fonksiyon modeli (RFM) ile piksel konumlarının

keskinleştirilmesine ilişkin modülasyon transfer fonksiyonu dengelemesi (MTFC) işlemine alınan stereo görüntü çifti, yapılan dengeleme çalışması sonrasında rektifiye edilmiş ve 1 m çözünürlükte yeniden örneklendirilmiştir. Epipolar örnekleme sonrasında kampüs alanının orto-görüntüsü ve çok yüksek çözünürlüklü sayısal yükseklik modeli oluşturulmuştur.

Van YYÜ kampüs alanı ve yakın çevresine yönelik üretilen yükseklik modeli, Harita Genel Müdürlüğü tarafından üretilen 1/25000 ölçekli K50-c4 paftasının yükseklik değerleriyle karşılaştırılmıştır. Çalışmada üretilen sayısal yükseklik modelinin piksel yükseklik değerlerinde topografik paftanın geneline yayılmış olarak +20 m civarı yükseklik farkı olduğu görülmüştür. Bunun üzerine, topografik haritanın genelinden daha yüksek doğruluğa sahip olan nirengi noktaları kullanılarak, sayısal yükseklik modelini topografik harita ile ilişkilendiren bir korelasyon fonksiyonu oluşturulmuş ve sayısal yükseklik modeline uygulanmıştır. Bu topografik dengeleme uygulaması sonrasında, topografik harita eş yükseklik eğrilerinin değerleri ile sayısal yükseklik modelinin piksel yükseklik değerleri arasındaki farklar harita genelinde 1 m'nin altına indirgenmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma Van YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'nin 2002-MİM-111 no'lu projesinin desteğinde gerçekleştirilmiştir. Birime şükranlarımı sunar, bilim ve değerlendirme komisyonlarıyla birlikte tüm çalışanlarına teşekkür ederim. İki hakemimiz, makalenin yayına hazırlanmasına çok verimli bir katkı sağlamışlardır, kendilerine müteşekkirim.

Kaynaklar

- Curlander, J.C. and McDonough, R.N. (1991). *Synthetic Aperture Radar: Systems and Signal Processing*, John Wiley, New York, USA, 647 pp.
- Di, K., Ma, R. and Li, X.R. (2003a). Rational functions and potential for rigorous sensor model recovery. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, v69, n1, pp. 33-41.
- Di, K., Wang, J., Ma, R. and Li, R. (2003b). Automatic shoreline extraction from high-resolution Ikonos satellite imagery. *ASPRS 2003 Annual Conference Proceedings*, May 2003, Anchorage, Alaska, USA.
- Dial, G. and Grodecki, J. (2002). Block adjustment with rational polynomial camera models. *Proceedings of the ACSM-ASPRS 2002 Annual Conference*. 22-26 April, Washington DC (American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Bethesda, Maryland), unpaginated CD-ROM.
- ESA, (2006). *Ikonos imagery products guide*, Version 1.5. Erişim tarihi: 01.01.2006, <https://earth.esa.int/eogateway/documents/20142/37627/IKONOS-Imagery-Product-Guide.pdf>
- Ezekiel Enterprises, LLC. (2018). *Satellite Photogrammetry: Course-LS1007 (Approved continuing education for licensed Professional engineers & land surveyors)*. Erişim tarihi: 11.09.2018, <https://ez-pdh.com/course-material/LS1007-Satellite-Photogrammetry.pdf>
- Fraser, C.S. and Hanley, H.B. (2005). Bias-compensated RPCs for sensor orientation of high-resolution satellite imagery. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 71, 8, 909-915.

- GeoEye, (2006). *Ikonos imagery products guide*, Version 1.5. Dulles, Virginia, USA.
- Graham, L.C., (1974). Synthetic interferometer radar for topographic mapping. *Proceedings IEEE*, 62, 763-768.
- Grodecki, J. and Dial, G. (2001). Ikonos geometric accuracy. *Proceedings of Joint International Workshop on High Resolution Mapping from Space*, 19-21 September 2001, Hannover – Germany, pp. 77-86.
- Grodecki, J. (2001). Ikonos stereo feature extraction - RPC approach, *ASPRS 2001 Proceedings*, 23-27 April 2001, St. Louis, MO.
- Köse, O., Kasapoğlu, K.E. ve Eren, T. (1997). Değişik ölçek tabanlı sayısal arazi modellerinde dokusal farklılıklar. G. Günay, M. Önder, U. Narlı, Ö. Atilla, A. Karabulut (Ed.), *Uzaktan Algılama ve Türkiye'deki Uygulamaları Semineri Bildiriler Kitabı*, (VII/56-VII/63). 16-18 Mayıs 1997, Bursa., Türkiye.
- Köse, O. ve Özkaymak, Ç. (2002). Van şehri kuzeyi genç göl çökellerinde aktif tektonik bulgular. *ATAG-6 (Aktif Tektonik Araştırma Grubu 6. Toplantısı)*. Bildiri Özleri Kitabı, 64-65. 21-22 Kasım 2002, MTA Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.
- Köse, O. (2019). YYÜ Kampüs alanı ve çevresinin mühendislik uygulamalarının yer seçimi optimizasyonuna yönelik çok yüksek çözünürlüklü sayısal yüzey modellemesinin oluşturulması. O. Köse (Yürütücü), *2002-MİM-111 no'lu Münferit Araştırma Projesi Raporu*. Van YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi, Van, Türkiye.
- Kramer. H.J. (2002). *Observation of earth and its environment: survey of missions and sensors*. 4th Edt. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. 1509 p.
- Li, R., Di, K. and Ma, R. (2003). 3-D Shoreline extraction from Ikonos satellite imagery. *Marine Geodesy*, 26:107-115
- Lliboutry, L., (1992). *Sciences Géométriques et Télédétection*. Masson, 289 p.
- Massonnet, D. (1993). Displacements fields mapped by radar interferometry. *Proceedings of the CRCM*, December 6-11, Kobe, 139-145.
- Massonnet, D. and Feigl, K. (1998). Radar interferometry and its application to changes in the Earth's surface. *Reviews of Geophysics*, 36, 4, 441-500.
- Mouginis-Mark, P.J. and Garbeil, H. (1993). Digital topography of volcanoes from radar interferometry: An Example From Mt. Vesuvius. *Bulletin of Volcanology*, 55, 566-570.
- Nordmann, A. (2008). Contribution in article “Epipolar Geometry” of Wikipedia by user name norro. https://en.wikipedia.org/wiki/Epipolar_geometry.
- Oh, J. (2011). *Novel Approach to Epipolar Resampling of HRSI and Satellite Stereo Imagery-based Georeferencing of Aerial Images*. PhD Thesis. Graduate Program in Geodetic Science and Surveying, The Ohio State University, USA. 213 p
- Örçen, S., Tolluoğlu, A.Ü., Köse, O., Yakupoğlu, T., Çiftçi, Y., Işık, A., Selçuk, L., Üner, S., Özkaymak, Ç., Akkaya, İ., Özvan, A., Sağlam, A., Baykal, M., Özdemir, Y., Üner, T., Karaoğlu, Ö., Yeşilova, Ç. ve Oyan, V. (2004). Van şehri kentleşme alanlarında yüzeyleyen Pliyo-Kuvaterner çökellerinde sedimantolojik özelliklerin ve aktif tektonizmanın deprenselliğe yönelik incelemesi. S. Örçen (Yürütücü), *YDABAG-101Y100 no'lu TÜBİTAK- VAP (Van Araştırma Projesi) Proje Raporu*. TÜBİTAK, Ankara, Türkiye.
- Özkaymak, Ç. ve Köse, O. (2002). Van ili ve yakın civarı aktif tektoniğine yönelik bulgular. *55. Türkiye Jeoloji Kurultayı*. Bildiri Özleri Kitabı, 226-227. 11-15 Mart 2002, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, Ankara, Türkiye.

- Özkaymak, Ç. (2003). *Van şehri yakın çevresinin aktif tektonik özellikleri*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, Türkiye.
- Özkaymak, Ç., Sağlam, A. ve Köse, O. (2003). Van Gölü doğusu aktif tektonik özellikleri. *ATAG-7 (Aktif Tektonik Araştırma Grubu 7. Toplantısı)*. Bildiri Özleri Kitabı, 16-17. 01-03 Ekim 2003, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Van, Türkiye.
- Özkaymak, Ç., Yürür, T. and Köse O. (2004). An example of intercontinental active collisional tectonics in the Eastern Mediterranean region (Van, Eastern Turkey). A.A. Chatzipetros & S.B. Pavlides (Ed), *Proceedings of 5th ISEMG - International Symposium On Eastern Mediterranean Geology*. (v. 1, p. 153-156). 14-20 April 2004, Thessaloniki – Greece.
- Thoué, F. (1993). *Quantification Par Imagerie Tridimensionnelle De L'Extansion Continentale Et Des Déplacements Associés: Exemples Au Kenya Et Au Yémen*. Thèse de Doctorat, Université Joseph Fourier (Grenoble 1), France, 200 p
- Wikipedia contributors. (2024). Epipolar geometry. In Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved 03:19, March 12, 2024, from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Epipolar_geometry&oldid=1213211748
- Yılmaz, A., Yıldız, F., Yakar, M. ve Mutluoğlu, Ö. (2007). Stereo İkonos uydu görüntülerinin 3B konumlandırma doğruluğunun araştırılması. *TUFUAB IV. Teknik Sempozyumu*, 5-7 Haziran 2007, İstanbul, Türkiye
- Zebker, H.A. and Goldstein R.M. (1986). Topographic mapping from Interferometric Synthetic Aperature Radar observations. *J. Geophys. Res.* 91,4993-4999.
- Zebker, H.A., Madsen, S.N., Wheeler K.B., Miller, T., Lou, Y., Albaerti, G., Vetrilla, S., and Cucci, A. (1992). The TOPSAR interferometric radar topographic mapping instrument. *IEEE Transactions on Geosciences and Remote Sensing*. 30, 5, 933- 940.