

Eurasian Journal of Forest Science

Volume 10

Issue 1

February 2022



ISSN: 2147-7493

Eurasian Journal of Forest Science

ISSN: 2147 - 7493

Copyrights

Eurasscience Journals

Editor in Chief

Hüseyin Barış TECİMEN

University of Istanbul, Faculty of Forestry, Soil Science and Ecology Dept. İstanbul, Türkiye

Journal Cover Design

Mert EKŞİ

Istanbul University Faculty of Forestry Department of Landscape Techniques Bahçeköy-Istanbul, Turkey

Technical Advisory

Osman Yalçın YILMAZ

Surveying and Cadastre Department of Forestry Faculty of Istanbul University, 34473, Bahçeköy, Istanbul-Türkiye

Cover Page

Bolu forests, Turkey 2021 Ufuk COŞGUN

Contact

H. Barış TECİMEN

Istanbul University-Cerrahpasa, Faculty of Forestry, Soil Science and Ecology Dept. İstanbul, Turkey

hbarist@gmail.com

Journal Web Page

<http://dergipark.org.tr/tr/pub/ejejfs>



Eurasian Journal of Forest Science

Eurasian Journal of Forest Science is published 3 times per year in the electronic media.

This journal provides immediate open access to its content on the principle that making research freely available to the public supports a greater global exchange of knowledge.

In submitting the manuscript, the authors certify that:

They are authorized by their coauthors to enter into these arrangements. The work described has not been published before (except in the form of an abstract or as part of a published lecture, review or thesis), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication has been approved by all the authors and by the responsible authorities tacitly or explicitly of the institutes where the work has been carried out. They secure the right to reproduce any material that has already been published or copyrighted elsewhere.

The names and email addresses entered in this journal site will be used exclusively for the stated purposes of this journal and will not be made available for any other purpose or to any other party. The conditions are granted by the editorial management of the journal within our privacy principals.

Eurasian Journal of Forest Science is a member of ULAKBIM DergiPark and is listed in the TR-DİZİN of TUBITAK and indexed in Index Copernicus.

ISSN: 2147 - 7493

Issue 10, Number 1, 2022

Eurasian Journal of Forest Science Editorial Board

[Ali Kavgacı](#), Southwest Anatolia Forest Research Institute-Antalya, Turkey

[Nadir Ayırlımış](#), Department of Wood Mechanics and Technology, Forestry Faculty, Istanbul University, Turkey

[Andraz Carni](#), Institute of Biology, Scientific Research Center of the Slovenian Academy of Sciences and Arts, Ljubljana, Slovenia.

[Türker DüNDAR](#), Istanbul University Faculty of Forestry Wood Mechanics and Technology Dept. Bahçeköy-Istanbul, Turkey

[Mert Ekşi](#), Istanbul University Faculty of Forestry Department of Landscape Techniques Bahçeköy-Istanbul, Turkey

[Nadir Erbilgin](#), University of Alberta Earth Science Building Department of Renewable Resources, Canada

[Xianjun Jiang](#), College of Resources & Environment, Southwest University, China.

[Taner Okan](#), Istanbul University Faculty of Forestry Forestry Economics Dept. Bahçeköy - İstanbul, Turkey

[Orhan Sevgi](#), Istanbul University Faculty of Forestry Soil Science and Ecology Dept. Bahçeköy - İstanbul, Turkey

[Raj Singh](#), Central Institute of Mining and Fuel Research, India

[Atsushi Yoshimoto](#), Dept. of Mathematical Analysis and Statistical Inference Institute of Statistical Mathematics, Japan

[Rasoul Yousefpour](#), Chair of Forestry Economics and Forest Planning, University of Freiburg, Tennenbacherstr. 4, 79106 Freiburg, Germany, Germany

[Alan L. Wright](#), Soil and Water Sciences, Indian River Res. Ed. Center, Institute of Food and Agriculture, University of Florida, USA.

Contents

Articles	Pages
1. Economic and ecological importance of <i>Alkanna orientalis</i> var. <i>orientalis</i> (L.) Boiss.	1-10
Aynur DEMİR	
2. UV sistem vernik uygulanmış iğde odununda renk ve salınımsal sertlik özellikleri üzerine farklı lambalara (UV-A ve -B) sahip hızlandırılmış yaşlandırma etkilerinin karşılaştırılması	11-19
Ümit AYATA Fatih Tuncay EFE Mutlu TÜRK Nevzat ÇAKICIER Levent GÜRLEYEN	



Economic and ecological importance of *Alkanna Orientalis* Var. *orientalis* (L.) Boiss.

Aynur DEMİR¹ 

¹Aksaray University, Urbanization and Environmental Problems Aksaray University Bahçesaray 68100 Aksaray
Corresponding author: aynurdemir@aksaray.edu.tr

Abstract

In this research, the economic and ecological use value of *Alkanna orientalis* was determined. The biodiversity functions and services of the species were analysed economically by classifying the data obtained from the literature analysis. In the regulation functions, which is one of these functions, pollination value and seed dispersal, use in traditional medicine within production functions, pharmacological researches and use as raw materials have been revealed as important ecological services. Among the habitat functions, nursery services came to the fore front but among the information functions, the use value whose purpose is education and scientific research has come to the fore front. This shows that the species has a high ecological and economic use value.

Key words: *Alkanna orientalis*, ecological value, economic value, biodiversity services, biodiversity functions

1. Introduction

Alkanna orientalis (L.) Boiss. var. *orientalis* (*A. orientalis*) is a important member of the Boraginaceae family (Davis et al 1988). *A. orientalis* is a perennial herbaceous plant. It is a widely found species that grows globally in S. Greece, Syria, Lebanon, Palestine, Sinai, Transcaucasia, N. Iran, and Turkey. The general distribution areas of the species in Turkey are northwest, southwest, and continental Anatolia (Figure 1) (Bizimbitkiler 2013; TÜBİVES, 2021). Among the habitats of the *A. orientalis* which can live at an altitude of 0-2450 meters above sea level, there are rocky areas, steppes and volcanic slopes. It is an the Irano-Turanian phytogeographic region elements (Akçin 2004; TÜBİVES, 2021).

In the researches, it is seen that *A. orientalis* created a food source in many pollinators due to its flamboyant flowers, as well as many uses such as medicine, excretory, cosmetics, traditional medicine, dye industry (Moustafa and Mansour, 2020; Yaman et al., 2019). Because of these usage areas *A. orientalis* is an important plant species both ecologically and economically. However, it is striking that the studies on the species are mostly focused on secondary metabolites and to their biochemical contents, while the studies on the ecological and economic importance of the species are quite limited. This situation is considered as an important gap for species protection. We should provide and reveal a sufficient information about the habitat, ecosystem characteristics, ecological and economic characteristics of species in order to take effective measures for species protection and to apply conservation measures successfully. From this point of view, in this study, the ecological characteristics of the species were evaluated in terms of ecosystem services and its economic and ecological importance was determined. In addition, the economically prominent service functions have been inclined and a

significant contribution has been made to the literature by determining the usage areas and usage patterns of the species.

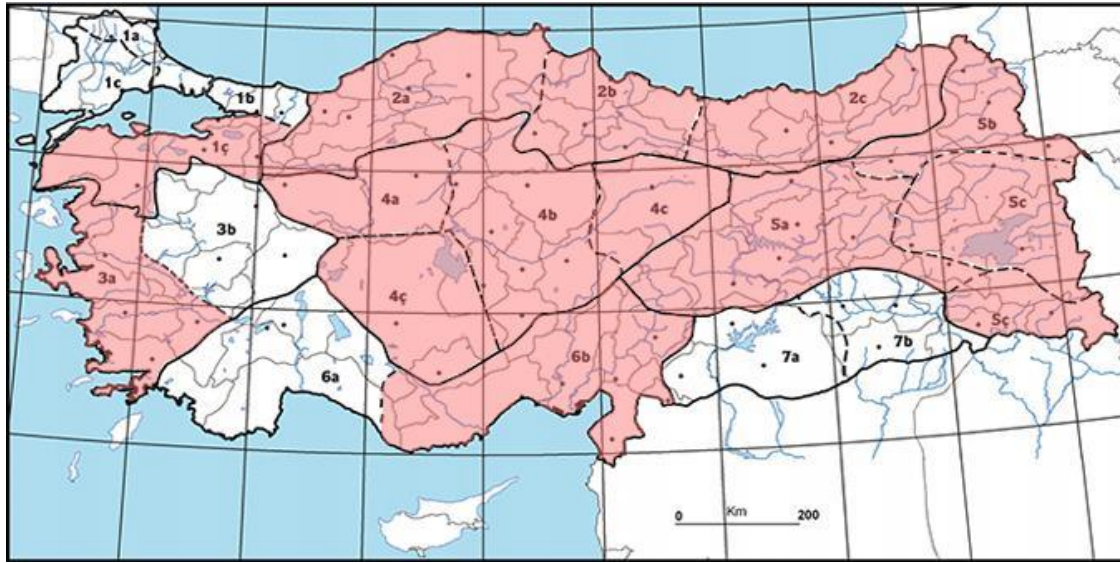


Figure 1. *Alkanna orientalis* (L.) Boiss. var. Geographical distribution of *A orientalis* on the Grit map; 1ç) South Marmara Division, (2a) West Black Sea Division, (2b) Central Black Sea Division, (2c) East Black Sea Division, (3a) Main Aegean Division, (4a) Upper Sakarya Division, (4b) Middle Redriver Division, (4c) Upper Redriver Division, (4ç) Konya Division, (5a) Upper Fırat Division, (5b) Erzurum-Kars Division, (5c) Upper Murat-Van Division, (5ç) Hakkari Division, (6b) Adana Division (Bizimbitkiler 2013).

2. Material and Method

In the study, primary data obtained from literature researches were used. By systematically investigating these primary data in depth, the data about the ecological characteristics and usage areas of the species were obtained. It was determined whether the species has biological diversity services and functions in the ecosystem by using these data systematically in the research. It has been determined which services come to the fore economically within the identified biodiversity services regulation, habitat, production and information functions. (Figure 2). The regulatory functions are functions that emerge as a result of ecosystem capacities that regulate basic ecological processes and life support systems. These include some functions which the regulation of atmospheric gases, climate regulation, nutrient cycling, water supply and waste control, soil formation, biological control, pollination, seed dispersal, etc. (de Groot et al., 2002; de Groot et al., 2006). The habitat functions are produced by biological diversity through creating a suitable space and environment for both the system itself and humans. Functions such as reproduction and shelter are evaluated in this group (Nunnes et al., 2003; de Groot et al., 2002). The production functions are related to processes and resources derived from biodiversity. The food substance or nutrient of biological resources is raw material, genetic resource, medicinal resource or use for ornamental purposes. The fact that biological species are the raw materials of genetic engineering and biotechnology and the use of many plants in drug production is extremely significant in terms of demonstrating the necessity of sustainable use of biological diversity. The information function, on the other hand, is a function that does not include a physical effect or output from any biological source, unlike contribution to human happiness and well-being in a spiritual, cultural, historical and individual sense (Nunnes et al., 2003; de Groot et al., 2002; de Groot et al., 2006). *A orientalis* has been evaluated in terms of these biodiversity service and functions. In this way, the ecological and economic service functions of the species and the importance of these functions for ecosystem services have been demonstrated.

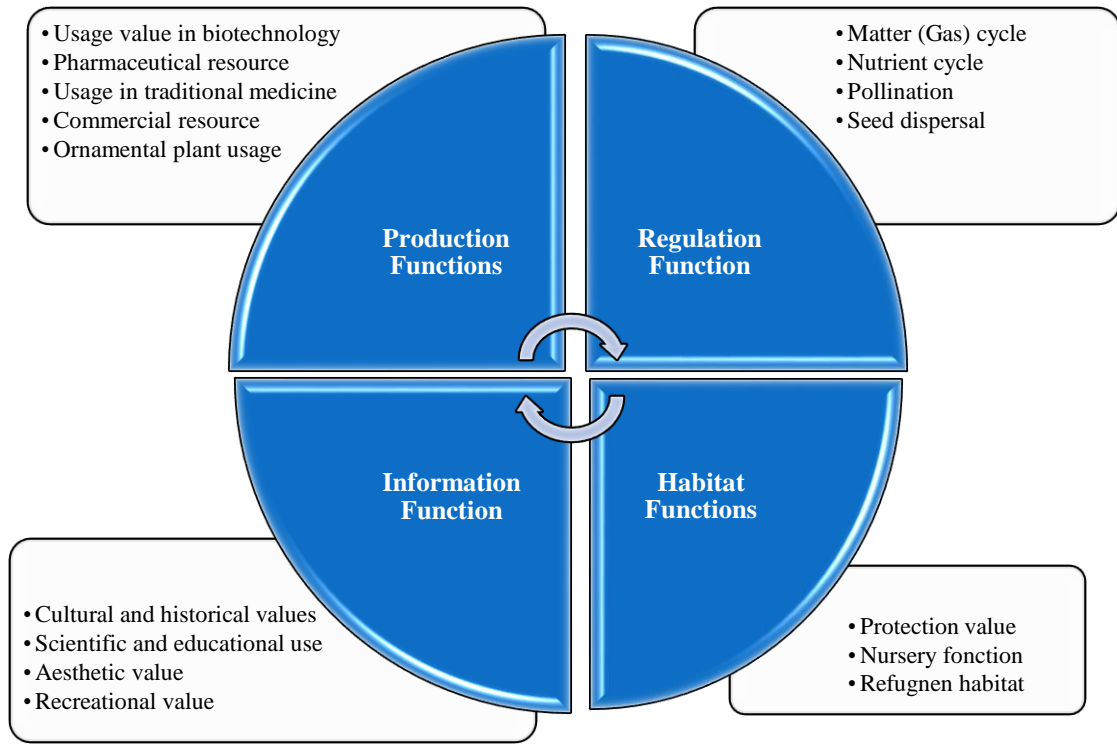


Figure 2. *A. orientalis*' economic service cycle (Adapted from de Groot et al., 2002)

3. Results and Discussion

3.1. Habitat and ecological characteristics of *Alkanna orientalis*

A. orientalis generally spreads on cliffs, steppes and volcanic slopes (Karaca 2008; Akçin et al., 2004). *A. orientalis* has specific pattern of growth where it grows in scattered patches of different size separated by rocky boulders and the population of its is also limited by habitat size (Moustafa and Mansour, 2020). It can also be said that *A. orientalis* shares the same habitat with species such as *Asyneuma limonifolium*, *Rosularia libanotica*, *Minuartia hirsuta*, *Umbilicus erectus* and *Anthemis cretica* (Karaca, 2008). These species are extremely important in terms of nursery function. The flowering period of the species is between April and August (Karaca 2008; Moustafa and Mansour, 2020; TÜBİVES, 2021).

Table 1. Habitat and ecological characteristics of *Alkanna orientalis* (Moustafa and Mansour, 2020; TÜBİVES, 2021).

Features	Identifiers
Famlie	Boraginaceae
Species	<i>Alkanna orientalis</i>
Lifetime	Perennial
Structure	Herbaceous
Habitat	Cliffs, steppe, volcanic slopes
Flowering period	April-August
Blooming:	4-8
Altitude	0-2450
Endemic status	Not endemic
Element	Iran-Turan
Threat factors	Climate change, overgrazing, collection, anthropogenic activities etc.
Population	Wide distribution and clump formation in the active population
Local name	Havaciva herb

In recent studies, it has been observed that the active population of the species has decreased due to climate change in the last 10 years (Moustafa and Mansour, 2020). Moisture is the most decisive factor distribution, life form of the plant ,and controlling plant productivity. In general, the total amount of precipitation falling on an ecosystem does not always clearly explain the required moisture for plants. Precipitation type, its soil deposits, its annual variation, its topography ,its intensity, and its plant physiognomy affect the availability of moisture that precipitation provides to plants (Moustafa and Mansour, 2020). In particular, soil moisture, soil texture and the amount of organic matter in the soil is important in the vegetative development of the plant (Moustafa, 2002; Moustafa and Mansour, 2020). At the same time, these ecological factors control the dominance of the species in the location and the reproduction conditions. Additionally, *A. orientalis* is not a completely edible plant due to the dense thorny hairs on the leaves, however animals graze suitable parts of *Alkanna* due to its early flowering behaviour (Moustafa and Mansour, 2020). In this context, the populations of the species are constantly threatened by climate change on the one hand, and overgrazing and human activities on the other.

3.2. Pollination, Seed Dispersal and Formation on *Alkanna orientalis*

Since the flowers of *A. orientalis* produce abundant nectar, *Anthophora pauperata* is regarded as the main pollinator of *A. orientalis* (Gilbert et al. 1996). Characters were considered to be important for the pollinator behaviour such as nectar availability, seed production, flower phenology, namely flower size and structure, and numbers of flowers open (Moustafa, 2002; Moustafa and Mansour, 2020). Willmer et al. (1994) reported that males of *A. pauperata* patrol a cluster of *A. orientalis* plants in a particular area. He found that females only come out of their nests, which reach the top in the early morning and afternoon. *A. orientalis* flowers secrete approximately 6 µl of nectar containing approximately 35% sucrose. As can be seen, the nectar-producing potential of the flowers of the species is fairly high (Willmer et al., 1994; Moustafa and Mansour, 2020)

According to the research by Gilbert et al 1996, the number of visits made by *A. pauperata* to *A. orientalis* per day changes depending on the geographical region. While the number of visits is lower in flat areas, this rate is higher in high areas. For example, the average number of visits was 1.1 (+/- 0,3) in the valley in the same study but in the mountains, this ratio was determined as 22,2 (+/- 0,7). Likewise, the rate of seeds formed as a result of these visits is 12.6% and 28.3%, respectively. *A. pauperata* bees are obliged to forage from this plant (Wolff et al., 1997). The proportion of seeds set was positively correlated to the mean number of visiting. In addition, it was determined that there is a linear relationship between the average size of flowers in a plant and mean nectar volume (Gilbert et al 1996; Wolff et al., 1997).

Each flower can set a maximum of four seeds. *A. orientalis* seeds are germinating in constant moisture condition with temperatures of about +20°C. (Moustafa and Mansour, 2020). The seeds of these plant have a very strong dormancy even with different treatments applied. One could reach only 35% as a maximum percent of germinated seeds at consistent soil moisture content (Moustafa and Mansour, 2020). It is the only plant blooms in late March and early April. Solitary bee *Anthophora* bees emerge at about the same time, and are the only pollinator of these flower. After May, they share visitation to these flowers with other visitors (Moustafa and Mansour, 2020). As other plants begin to bloom, the bee diverts attention from *A. orientalis* and shares its nectar source with flying flies and bombyliids (Gilbert et al. 1996; Wolff et al., 1997). These insects are probably less effective as pollinators (Gilbert et al. 1996).

Table 2. Seed distribution, seed formation and pollination status of *Alkanna orientalis* (Gilbert et al.1996; Wolff et al., 1997; Willmer et al. (1994; Moustafa and Mansour, 2020).

Features	Identifiers
Pollinator	<i>Anthophora pauperata</i> (main pollinator), hoverflies and bombyliids (less effective)
Average number of visits of pollinators	In the valley 1.1 (+/- 0,3), In the mountains 22,2 (+/- 0,7)
Product used	Nectar
Nectar amount per flower	6 µl
Number of flowers	4-8
Germination condition of seeds	Germinating in constant moisture condition with temperatures of about +20°C.
Amount of seeds formed per flower	4 Seed

3.3. Use of *Alkanna orientalis* in traditional medicine

Plant medicines have important roles in the treatment of diseases all over the world. The fact that these plants have few side effects, are natural and have therapeutic efficacy attracts people. (Esfahani et al., 2012). In this context, *A orientalis* is one of the most important medicinal plants belongs to the family Boraginaceae, and it is widely used in various ways for therapeutic purposes among the people (Table 2). As it can be seen in table 2, the plant is known to be used in folk medicine for the treatment of ulcer cruris and for wound healing (Papageorgiou, 2008). In same way, This species is widely used in the treatment of rheumatoid arthritis and other inflammatory diseases in Iran (Esfahani et al., 2012).

Ointment obtained from the roots of the species is used in the treatment of diseases such as tinea barbae, wound healing, ambustion, scar, rheumatoid arthritis, in burn treatment, ulcer cruris. Aerial parts of species are used in the treatment of festering sore and ambustion. Leaves are used in the treatment of asthma, bronchitis, stomach ache and ophthalmia (Table 2). In addition, several pharmaceutical preparations containing quinones from *A orientalis* have been reported (Papageorgiou, 1999; Esfahani et al., 2012).

Table 3. Use of *Alkanna orientalis* in Traditional Medicine.

Species	Plant part used	Preparation	Way of Consumption	Threatment
<i>Alkanna orientalis</i>	Roots	Burnt, Cooked with butter	External, every morning put on head	Tinea barbae
		Crushed. cooked with butter, added beeswax	External	Wound healing, ambustion, scar, rheumatoid atrid, in burn treatment, ulcer cruris
	Aerial parts	Cooked with butter	External	Festering sore, ambustion
		Boiled	External with pulp for one day	Ophthalmia
	Leaves	Decoction	Internal, before breakfast	Asthma, bronchitis, stomach ache
		Crushed	External for one day	Ophthalmia

3.4. Phytochemical aspect of *Alkanna orientalis*

A. orientalis is widely known for its medicinal and pharmaceutical properties, depending on the chemical constituents of its plant parts. The most important part of the plant is the bark of the root which is containing dyeing substances. In biochemical studies, it has been determined that these substances are the major compounds of naphthoquinones, which are aromatic diketones belonging to widely known Alkannins and Shikonin. (Zannou and Koca, 2020; Abel Elglil et al., 2019; Moustafa and Mansour, 2020; Wafaa et al., 2007). These compounds are containing double ring structure that conveys the intense red pigments (Wafaa et al., 2007). Alkannins, shikonin and its derivatives have been used for dyeing purposes in areas such as textile, food and cosmetics for many years (Yaman et al., 2020). Another site, *Alkanna orientalis* is known to contain pyrrolizidine alkaloids (Bull et al, 1968; Hammouda et al., 1992). Pyrrolizidine alkaloids (PA) are mostly natural toxins. PAs is the best known natural toxin for all living things. *A. orientalis* is known to contain pyrrolizidine alkaloids (Bull et al, 1968; Hammouda et al., 1992). *A. orientalis* is known to contain pyrrolizidine alkaloids (Bull et al, 1968). Pyrrolizidine alkaloids are alkaloids that are naturally produced by plants as a defense mechanism against herbivores and are basically in the chemical structure of pyrrolizidine. These derivatives were different among species and within the same species grown in different regions and altitudes (Moustafa, & Mansour, 2020).

It has been determined that these substances have various biological activities such as a powerful wound healing, antimicrobial, anti-inflammatory, antithrombotic, cytotoxic, antioxidant, enzyme inhibitor in medicine and pharmacology (Han et al., 2019; Xu et al., 2019; Yaman et al., 2019; Yaman et al., 2020; Esfahani et al., 2012). In the latest studies, it has been shown to have anti-tumor properties and these compounds are actively used in anticancer treatments in many countries (Yeh et al. 2015; Petrosyan et al., 2015; Han et al., 2019; Xu et al., 2019). According to Lev and Amar (2000), *A. orientalis* produces an antimicrobial agent called sarothrin against *Staphylococcus aureus* and *Mycobacterium smegmatis*, and the leaf and flower extract of *A. orientalis* inhibited the growth of *Staphylococcus aureus*.

Table 4. Phytochemical Aspect of *Alkanna orientalis* (Yeh et al. 2015; Petrosyan et al., 2015; Han et al., 2019; Xu et al., 2019; Lev and Amar, 2000).

Plant part used	Extract		Effect
The Bark of the Root	Naphthoquinones	Alkannins	Antimicrobial, anti-inflammatory, antithrombotic, cytotoxic, antioxidant, enzyme inhibitor
The Leaf and Flower	Sarothrin	Shikonin	Anti-Tumor Inhibited the growth of <i>Staphylococcus aureus</i> , antimicrobial
	Pirolizidin alkaloidleri (PA),	<u>Pirolizidin</u>	Natural toxin produced as a defence mechanism against herbivores

3.5. Use as Dyestuff Raw Material of *Alkanna orientalis*

Due to the increasing environmental awareness, the use of natural dyes in the textile industry is increasing day by day (Onal et al., 2017; Kamat and Alat, 1990; Glover, 1995). Especially, natural dyes are preferred because they are non-allergic and non-toxic (Moiz et al., 2010)

The dyeing extract of the plant is generally obtained from the parts of the plant such as leaves, root, bark, flowers, and seed. Especially in the bark, the rate of dyestuff is quite high and the bark is mostly preferred for dyeing, but removal of the bark from the plant can threaten the life of the plant (Onal et

al., 2017). Therefore, leaves, flowers and seeds are widely used for the extraction of the dyestuff from the plant. The leaves of the plant provide abundant and easy availability source for dyeing industry (Raja, 2008). It is also economical.

Extracts obtained from the roots of *Alkanna orientalis* are also used as dyestuffs (Oztav, 2009). The root of the species is concentrated in alkannin acetate, and giving naphthalene its red colour (Tawfiket al., 2007; Onal et al., 2017). Alkannin acetate can be form different colours by chemical reactions. *A. orientalis* extract has been used in dyeing of fabric and when wool yarns are treated with calcium carbonate, the colour becomes smokey; when iron sulphate is used, the colour becomes light green. Also, copper sulphate turns the colour to green, when mediator substances are not used, the colour of yarns becomes dark brown (Ozgekçe, and Yilmaz, 2003).

3.6. Distribution of Economic Value Functions and Services in Ecological Terms of *Alkanna orientalis*

As a result of the research, *A. orientalis* draws attention in terms of some biological diversity functions and services (Figure 2). Especially the Production function draws attention with its common usage areas. Pharmaceutical resource (seconder metabolite etc.), usage in traditional medicine (the treatment for wounds and burns etc.), Usage as a raw material source (use in dyestuff, cosmetic, textile etc.). The usage services as nutrient source value (being food source for pollinator) and commercial resource (its use in textiles as a root dye) are the most important biodiversity services of the species.

Seed dispersal, seed formation and pollination services as regulatory functions of the species are quite interesting. With the nectar it carries in its flowers, it creates a food source for pollinators and contributes to the reproduction and geographical distribution of this species in these pollinators. This is an indicator of an ecologically important symbiotic relationship. In addition, studies have shown that the species accumulates Ni. This showed that there is a potential for use in phytoremediation studies, especially for Ni (Demir et al 2021). Phytoremediation service flow, which is included in the regulation function, is also economically important in terms of low cost and high benefit. Nursery function as a habitat function, refugium habitat function constitutes important biodiversity services. Although factors such as climate change and overgrazing threaten the population of the species, no protection measures are applied. As information function, their use for science and education purposes, aesthetic and historical and cultural values are important services. *Alkanna orientalis* is a basic material especially in scientific research, various projects and education. In addition, the habitats in which it grows naturally are aesthetically important due to its flamboyant flowers and have a recreational value.

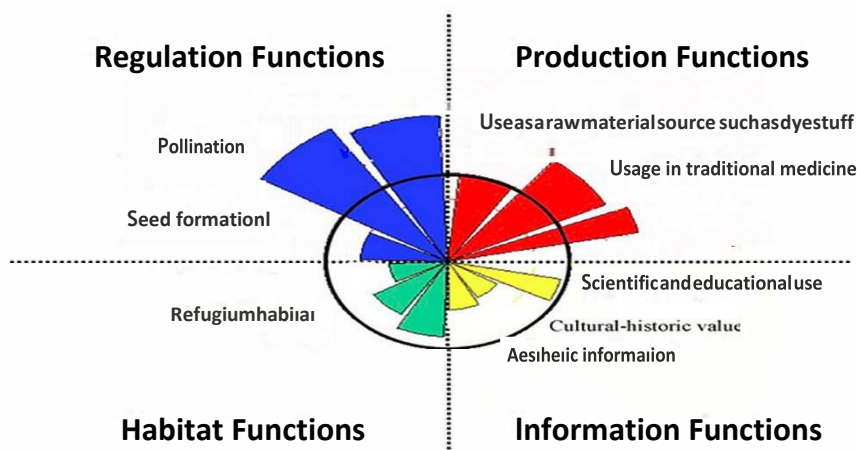


Figure 2. Distribution of *Alkanna orientalis*' biodiversity services and functions.

4. Conclusion

The results of the research revealed that *A. orientalis* is an important plant species in terms of ecological and economic services and functions. The ecological contribution of the species with its regulation, production, habitat and information functions is also an indicator of its economic contribution. In regulation functions pollination, seed formation and dispersal constitute the most important services. The continuity of the species and its pollinator in the habitat is possible with this biodiversity service. Clarifying this biodiversity service function will play an important role in developing management strategies for the protection and conservation of natural habitats and embryological research to increase reproductive capacities. The use value in traditional medicine, which is included in the production function, is another service with ecological and economic importance. It will be possible to evaluate the species with original use and used for therapeutic purposes and to determine the active substances in these plants in order to reach more qualified results with pharmacological studies. Evaluation of the results obtained with the aim of supporting the local economy will bring vitality to the economically weak region. Expanding the production of plants with positive results and offering them for consumption will create an important source of economic income for the local people. Likewise, the therapeutic efficacy and fewer side effects of these strains make them a good alternative source for synthetic drugs. Therefore, there is a great need to design studies that provide some data on the pharmacological and therapeutic effects of these traditional drugs. *A. orientalis* is an extremely important plant species in this respect, and more research is needed, especially focusing on the ecological and economic value of the species.

References

- Abdel-Gelil, O. E., Atwa, N. A., Moustafa, A. R. A., & Mansour, S. R. (2019). *Alkanna* Species: A Promising Herbal Medicine and its Uses. *Journal of Food Science and Nutrition Research*, 2, 309-315.
- Akçin, Ö. E., Kandemir, N., & Cansaran, A. (2004). A morphological and anatomical study on endemic *Alkanna haussknechtii* Bornm.(Boraginaceae), critically endangered in Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 28(6), 591-598.
- Bizimbitkiler (2013). *Alkanna orientalis* (L.) BOISS. var. *orientalis* (L.) BOISS. <http://www.bizimbitkiler.org.tr>>, Acces Date: 30 05 2021.
- Bull, L.B., C.C. Culvenor and A.T. Dick, 1968. *The pyrrolizidine Alkaloids*; North Holland Publishing Co., Amsterdam
- Davis, P.H., Mill, R.R., Tan. K. 1988. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, 6. Edinburgh University press, Edinburgh, pp.402-434.
- De Groot, R., Wilson, A.M., Boumans, J.M.R. (2002). A Typology for the Classification and Valuation of Ecosystem Functions, Goods and Services. *Ecological Economics*. 41;393-408.
- De Groot, R. (2006). Function-Analysis and Valuation as a Tool to assess Land Use Conflicts in Planning for Sustainable, Multi-Functional Landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 75;175-186.
- Esfahani, H. M., Esfahani, Z. N., Dehaghi, N. K., Hosseini-Sharifabad, A., Tabrizian, K., Parsa, M., & Ostad, S. N. (2012). Anti-inflammatory and anti-nociceptive effects of the ethanolic extracts of *Alkanna frigida* and *Alkanna orientalis*. *Journal of natural medicines*, 66(3), 447-452.
- Gilbert, F., Willmer, P., Semida, F., Ghazoul, J., & Zalut, S. (1996). Spatial variation in selection in a plant-pollinator system in the wadis of Sinai, Egypt. *Oecologia*, 108(3), 479-487.
- Glover, B. 1995. "Are Natural Colors Good for Your Health—Are Synthetic Ones Better." *Textile Chemist and Colorist* 27 (4): 17-20.
- Hammouda, F. M., Ismail, S. I., Hassan, N. M., Tawfiq W. A. and Kamel, A. (1992). Pyrrolizidine Alkaloids From *Alkanna Orientalis* (L.) BOISS, *Qatar Univ. Sci. J.* (1992), 12: 80 – 82.

- Han, X., Kang, K.A., Piao, M.J., Zhen, A.X., Hyun, Y.J., Kim, H.M., Ryu, Y.S., Hyun, J.W. 2019. Shikonin Exerts Cytotoxic Effects in Human Colon Cancers by Inducing Apoptotic Cell Death via the Endoplasmic Reticulum and Mitochondria-Mediated Pathways. *Biomol Ther (Seoul)*, 27(1): 41–47.
- Karaca, A. (2008). Aydın Yöresinde Bal Arılarının (*Apis Mellifera L.*) Yararlanabileceği Bitkiler ve Bazı Özellikleri, *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi* 2008; 5(2):39-66.
- Kamat, S. Y., and Alat, D. V. 1990. “Natural Dyes—A Dying Craft?” *The Indian Textile Journal* 3 (6): 66-70.
- Lev, E., and Amar, Z. (2000). Ethnopharmacological survey of traditional drugs sold in Israel at the end of the 20th century. *Journal of Ethnopharmacology*, 72(1-2), 191-205.
- Moustafa, A. A., & Mansour, S. R. (2020). Impact of climate change on the Distribution behavior of *Alkanna orientalis* in Saint Catherine, south Sinai, Egypt. *Catrina: The International Journal of Environmental Sciences*, 22(1), 29-34.
- Moustafa, A. A. (2002). Distribution Behaviour and Seed Germination of *Alkanna orientalis* Growing in Saint Catherine Protectorate. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 5, 427-433.
- Moiz, A., Ahmed, M. A., Kausar, N., Ahmed, K., and Sohail, M. 2010. “Study the Effect of Metal Ion on Wool Fabric Dyeing with Tea as Natural Dye.” *Journal of Saudi Chemical Society* 14 (1): 69-76.
- Nunes, D, L.A.P., Van den Bergh, .M. J.C.J., Nijkamp, P. (2003). *The Ecological Economics of Biodiversity; Methods Application*. UK, Edward Elgar Publishing (EE).
- Onal, A., Eser, F., & Bayrak, S. (2017). Investigation of dyeing properties of different fabric species with *alkanna orientalis* root extract. *Journal of Food Science and Engineering*, 7, 213-220.
- Oztav, F. 2009. Havacıya bitkisinin selülozik ve protein elyaf boyar maddesi olarak kullanılabilirliğinin araştırılması. Doktora tezi. Gaziosmanpaşa Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim dalı. (In Turkish)
- Ozgoğçe, F., and Yilmaz, I. 2003. “Dyeplant of East Anatolia Region.” *Economic Botany* 57 (4): 454-60.
- Papageorgiou, V.P., Assimopoulou, A.N. and Ballis, AC. 2008. Alkannins and shikonins: a new class of wound healing agents. *Curr Med Chem.*, 15:3248–3267.
- Papageorgiou VP, Assimopoulou AN, Couladouros EA, Hepworth D, Nicolaou KC (1999) The chemistry and biology of alkannin, shikonin, and related naphthazarin natural products. *Angew Chem Int Ed* 38(3):270–300.
- Petrosyan M, Shcherbakova Y, Sahakyan N, Vardanyan Z, Poladyan A, Popov Y, Trchounian A. (2015). *Alkanna orientalis* (L.) Boiss. plant isolated cultures and antimicrobial activity of their extracts: phenomenon, dependence on different factors and effects on some membrane-associated properties of bacteria. *Plant Cell Tiss Organ Cult* (2015) 122:727–738 DOI 10.1007/s11240-015-0806.
- Raja, A. S. M., and Thilagavathi, G. 2008. “Dyes from the Leaves of Deciduous Plants with a High Tannin Content for Wool.” *Coloration Technology* 124 (5): 285-9.
- Tawfik, W. A., Shams, K. A., Abdel-Azim, N. S., Hassan, N. M., and Ismail, S. I. 2007. “Naphthaquinones of *Alkanna Orientalis* (L.) Boiss.” *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines* 4 (1): 55-8.
- TÜBİVES(2021). *Alkanna orientalis* (L.) BOISS. var. *orientalis* (L.) BOISS. <http://www.tubives.com/> , Acces Date: 30.05.2021.
- Wafaa A. T., Khaled A. S., Nahla S. A., Nahed M. H. and Shams I. I. (2007). Naphthaquinones of *Alkanna Orientalis* (L.) BOISS. *Afr. J. Trad. CAM* (2007) 4 (1): 55 – 58.
- Willmer PG, Gilbert FS, Ghazoul J, Semida F, Zalut SM (1994) A novel form of territoriality: daily paternal investment in an ant-hophorid bee. *Anim Behav* 46:535-549.
- Wolff, K., El-Akkad, S., & Abbott, R. J. (1997). Population substructure in *Alkanna orientalis* (Boraginaceae) in the Sinai Desert, in relation to its pollinator behaviour. *Molecular Ecology*, 6(4), 365-372.

Yaman, C., Uranbey, S., Ahmed, H. A., Özcan, S., Tugay, O., & Başalma, D. (2019). Callus induction and regeneration of *Alkanna orientalis* var. *Orientalis* and *A. sieheana*. *Bangladesh Journal of Botany*, 48(3), 633-640.

Yaman, C., Uranbey, S., Muhammet, E. R., & Başalma, D. (2020) Secondary Metabolite Contents and Antioxidant Activities of Some *Alkanna* Taxa Under In Vivo And In Vitro Conditions. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 7(3), 618-626.

Yeh YC, Liu TJ and Lai HC 2015. Shikonin induces apoptosis, necrosis, and premature senescence of human A549 lung cancer cells through upregulation of p53 expression, evidence-based complementary and alternative Medicine 1-13.

Xu J., Koizumi K., Liu M., Mizuno Y., Suzaki M., Iitsuka H., Inujima A., Fujimoto M., Shibahara N., Shimada Y. 2019. Shikonin induces an anti-tumor effect on murine mammary cancer via p38-dependent apoptosis. *Oncology Reports*, 41(3): 2020- 202.

Zannou, O., and Koca, I. (2020). Optimization and stabilization of the antioxidant properties from *Alkanet* (*Alkanna tinctoria*) with natural deep eutectic solvents. *Arabian Journal of Chemistry*, 13(8), 6437-6450.

Submitted: 25.12.2021

Accepted: 02.03.2022



UV Sistem vernik uygulanmış iğde odununda renk ve salınımsal sertlik özellikleri üzerine farklı lambalara (UV-A ve -B) sahip hızlandırılmış yaşlandırma etkilerinin karşılaştırılması

Ümit AYATA¹, Fatih Tuncay EFE², Mutlu TÜRK³, Nevzat ÇAKICIER⁴,
Levent GÜRLEYEN⁵

¹Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Bayburt, Türkiye,

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Yenice Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, Çanakkale, Türkiye,

³Aydın/Efeler-Mesleki Eğitim Merkezi, Efeler, Efeler Blv. No:17, D. No: 17, Aydın, Türkiye,

⁴Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Düzce, Türkiye,

⁵Gölyaka Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Gölyaka, Düzce, Türkiye,

Sorumlu yazar: umitayata@yandex.com

Özet

Bu çalışmada, iç mekânda kullanılan UV sistem parke vernikleri (3 ve 5 kat) uygulanmış iğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) odununda, farklı lambalara sahip yapay yaşlandırma ortamlarına maruz bırakılması ile meydana gelen bazı yüzey değişiklikleri araştırılmıştır. Yaşlandırma uygulamasında UV-A 340 ve UV-B 313 tür lambalar kullanılmıştır. Dene örnekleri 252 saatlik yaşlandırmaya maruz bırakılmıştır. Ayrıca, yaşlandırılmış ve yaşlandırılmamış vernik katmanları üzerinde renk parametrelerine [kırmızı renk (a^*) tonu, sarı renk (b^*) tonu ve ışıklılık (L^*)] ve salınımsal sertlik değerlerine ait testler yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, her iki vernik türünde ve her iki lamba türünde de istatistiki olarak varyans analizi sonuçları bütün testler için anlamlı olarak elde edilmiştir. Her iki vernik türüne ait katmanların, her iki lamba türüne ait 252 saatlik yaşlandırmaya maruz kalmasından sonra L^* ve b^* değerleri azalırken, a^* değerleri artmıştır. Her iki vernik türü içinde UV-B 313 lambalarının toplam renk farkı sonuçları, UV-A 340 lambalarınınkinden yüksek olduğu belirlenmiştir. Salınımsal sertlik değerleri farklı lambalar karşısında farklı sonuçlar vermiştir.

Anahtar Kelimeler: İğde odunu, UV sistem vernik, Salınımsal sertlik, Renk

Comparison of the effects of accelerated aging with different lamps (UV-A and -B) on color and pendulum hardness properties of Russian olive wood treated with UV system varnish

In this study, some surface changes were investigated in Russian olive (*Elaeagnus angustifolia* L.) wood with UV system parquet varnish (3 and 5 layers) applied indoors, after exposure to artificial aging environments with different lamps. UV-A 340 and UV-B 313 type lamps were used in the aging application. Experimental samples were exposed to 252 hours of aging. In addition, tests of color parameters [(red color (a^*) tone, yellow color (b^*) tone and lightness (L^*)] and pendulum hardness values were performed on aged and unaged varnish layers. According to the results of the research, statistical analysis of variance results were obtained for all tests in both varnish types and both lamp types. After the layers of both varnish types were exposed to 252 hours of aging of both lamp types, L^* and b^* values decreased while a^* values increased. It was determined that the total color difference results of UV-B 313 lamps in both varnish types were higher than that of UV-A 340 lamps. Pendulum hardness values gave different results against different lamps.

Keywords: Russian olive, UV system varnish, Pendulum hardness, Colour

Giriş

Ahşap ve türevleri mobilya endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ahşap kaplamalar zaman içinde yüksek dayanım sağladıkları ve estetik özellikler sundukları için ilgi görmektedir. Ahşap hassas bir malzemedir; zaman içinde ve belirli koşullar altında (sıcaklık, nem ve ışık) koruyucu/dekoratif

kaplamaları güçlü bir şekilde etkileyebilecek olan ekstraktif maddeler açığa çıkarabilir ve bazıları geri döndürülemez boyutsal değişikliklere uğrayabilir. Mobilya ve döşeme yapımında kullanılan hemen hemen tüm ahşap türleri yüzey kaplamalıdır (Kaboarani ve ark., 2017).

Doğal ve yenilenebilir bir malzeme olarak ahşap, binlerce yıldır yaygın olarak kullanılmaktadır. Günümüzde ahşap, zemin kaplaması, çit, dış mekân mobilyaları ve yapı malzemeleri gibi dış mekân uygulamalarında kullanılmaktadır. Bununla birlikte, ahşap malzeme iklim koşullarına maruz kaldığında, estetik ve mekanik performansının kaybına yol açan biyobozunma ve fotodegradasyona karşı savunmasızdır (Brischke ve Alfredsen, 2020).

Dış koşullara maruz kalan ahşap, doğal ayrışma adı verilen işleme tabi tutulur (Williams 2010). Ahşapta fotodegradasyonun en önemli nedenlerinden biri, ana bileşenleri, özellikle lignin arasında kimyasal reaksiyonlara neden olan ve kromoforik gruplar oluşturan ultraviyole (UV) ışıktır (Pandey, 2005; Cogulet ve ark., 2016). Lignin, esas olarak aromatik halkalar ve kromoforik gruplar içeren kompleks bir 3-D polimerdir ve UV radyasyonu ile bozulmaya karşı oldukça hassastır (Rosu ve ark., 2010; Zborowska ve ark., 2015). İç mekânlarda kullanılan kaplamalar, evlerde, ofislerde ve diğer yaşam alanlarındaki günlük faaliyetler nedeniyle farklı bozulma unsurlarına dayanmalıdır: ışık, iklimsel değişiklikler, çizikler, aşınma, darbe ve kimyasal etkileşimler gibi mekanik hasarlar (Bulian ve Graystone, 2009). UV ile kürlenebilen teknoloji, boya ve kaplama endüstrisinde en hızlı büyüyen pazarlardan biridir. UV ile kürlenebilen kaplamaların hızlı ve istikrarlı büyümesinin nedenleri çoktur. En yaygın olarak belirtilen nedenleri; düşük uçucu organik bileşikler emisyonları, mükemmel mekanik ve kimyasal direnç ve hızlı kürlenme/kurutma olmaktadır (Landry ve ark., 2015).

Mevcut farklı kaplama teknolojileri arasında, düşük enerji tüketimi, hızlı kürlenme süreleri ve düşük uçucu organik bileşik emisyonları nedeniyle UV ile kürlenen kaplamalar sıklıkla tercih edilir (Müller ve Poth, 2011). Ayrıca, UV ışığı ile polimerize edilen kaplamalar, mekanik streslere karşı iyi bir genel dirence yol açan yüksek çapraz bağlama yoğunluklarından yararlanır. Ahşap endüstrisinde bu teknoloji genellikle hazır döşemeler, duvar panelleri, kapılar ve mobilya panelleri gibi düz yüzeyler için kullanılmaktadır (Hermann ve ark., 2021). Ultraviyole (UV) radyasyon elektromanyetik spektrumun bir parçasıdır (Diffey, 2002). UV radyasyonu, cilt kanserlerinin bazal ve skuamöz hücreli karsinomun başlamasından ve desteklenmesinden sorumlu tam bir kanserojendir (De Gruijl ve ark., 1993). UV radyasyonunun iki türü, UVA (320-400 nm) ve UVB (290-320 nm), ciltle temelde farklı şekillerde etkileşime girmektedir (Dahle ve Kvam, 2003). “UV-A 340” lambası, doğal hava koşullarına daha iyi korelasyon sağlamak için 1987 yılında piyasaya sürülmüştür. Bu lamba, yaklaşık 370 nm’den 295 nm’lik güneş kesme noktasına kadar iyi bir güneş ışığı simülasyonu sağlar. UV-A 340 lambası, dış mekâna maruz kalındığında fiziksel özelliklerde gözlemlenen değişiklikleri simüle etmek için en uygundur. Floresan UV cihazları, spektral güç dağılımının etkilerini incelemek için ideal bir araç sağlar, çünkü diğer lamba türleri için pek olası olmayan, spektral güç dağılımı eğrilerinin şekli veya UV lambasının ömrü boyunca değişmez (Brennan ve Fedor, 1988; Fedor ve Brennan, 1994).

Güneş ışığının UV-A (320-380 nm) bileşeni, cilt hücrelerine ve dokuya zararlı olabilen oksitleyici özelliklere sahiptir, ancak aynı zamanda hem katabolize edici enzim olan “heme oksijenaz-1” için güçlü bir şekilde yukarı regülasyonuna yol açabilir (Tyrrell ve Reeve, 2006). FS-40 ve UV-B 313 olmak üzere iki tür UVB lambası vardır. TS-40 lambası öncelikle otomotiv endüstrisi tarafından kullanılmıştır. UV-B 313, esasen ikinci nesil bir FS-40’tır. FS-40 ile aynı spektral güç dağılımına sahiptir. Ancak daha yüksek, daha kararlı çıktıya sahiptir. UV-B 313, 1984 yılında piyasaya sürülmüştür. Daha yüksek çıkışı nedeniyle UV-B 313 lambası, çoğu malzeme için FS-40 tipine göre daha fazla hızlanma sağlar. Çok dayanıklı malzemeleri test etmek veya daha kısa dalga boyları spektrumunu yeniden üretmesi nedeniyle kalite kontrol uygulamaları için kullanışlı olmaktadır (Brennan ve Fedor, 1988; Fedor ve Brennan, 1994).

Literatürde; Çin tırpan ağacı (*Cunninghamia lanceolata*) (Wang ve ark., 2019), simul (*Salmalia malabarica*) (Ali ve ark., 1997), gülibrişim (*Albizia julibrissin*) (Gürleyen, 2020), üvez (*Sorbus L.*) (Gürleyen ve ark., 2017b), dişbudak (*Fraxinus excelsior*) (212°C’de 2 saat süre ile ısıtılmış) (Ayata ve ark., 2017b), ceviz (*Juglans regia*) Amerikan ceviz (*Juglans nigra*), kırmızı Amerikan meşesi (*Quercus rubra*), akçağaç (*Acer pseudoplatanus L.*) (Ayata ve ark., 2018), kestane (*Castanea sativa Mill.*), limba (*Terminalia superba*), iroko (*Chlorophora excelsa*), sapelli (*Entandrophragma*

cylindrocum) (Ayata ve Çavuş, 2018), adi kızılgağaç (*Alnus glutinosa* Gaertn L.) (Salca ve ark., 2016; 2021), meşe (*Quercus petraea* L.) (Gürleyen ve ark., 2019), kayın (*Fagus orientalis* Lipsky.) (Ayata ve ark., 2017a), doussie (*Afzelia africana*) (Gürleyen, 2021), limon (*Citrus limon* (L.) Burm.) (Ayata, 2019), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) (Gürleyen ve ark., 2017a), kayısı (*Prunus armeniaca* L.) (Ayata ve ark., 2021a), Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich) (Ayata ve ark., 2021b), adi çitlembik (*Celtis australis* L.) (Ayata ve ark., 2021c), kokulu ardıç (*Juniperus foetidissima* Wild.) (Ayata ve ark., 2021d), yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) (Ayata ve ark., 2021e), rose gum (*Eucalyptus grandis*) ve Karayip çamı (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) (de Moura ve ark., 2013), dut (*Morus alba*) (Çavuş, 2021), sarı huş (*Betula alleghaniensis* Britt.) (Hermann ve ark., 2021) ve şeker akçaağacı (*Acer saccharum*) (Vardanyan ve ark., 2014) ahşap türlerine UV kürlenmeli kimyasalların uygulandığı ve çeşitli üst yüzey testlerinin (salınımsal sertlik, yüzeye yapışma direnci, renk ve parlaklık) yapıldığı bildirilmiştir.

İğde odununun ahşabı, sert ve ince tanelidir. Direkler, kirişler, ev eşyaları (Komarov, 1968; Polunin, 1969) ve oymacılıkta kullanılmaktadır (Genders, 1994). Ayrıca odununun mükemmel bir yakıt olduğu da bildirilmiştir (Gamble, 1972; Komarov, 1968). Bu bilgiler ışığında iğde ahşabının UV sistem parke endüstrisi alanında kullanıldığına dair herhangi bir bilgiye rastlanılmadığı görülmektedir.

İğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) odununda; hava kurusu yoğunluk 536.000 kg/m^3 , hava kurusu rutubet değeri %9.93, tam kuru yoğunluk 507.000 kg/m^3 , hacmen genişleme %9.44, teğet yönde genişleme %5.90, boyuna yönde genişleme %0.30, radyal yönde genişleme %3.24, lif doygunluğu noktası (LDN) %18.63, şok direnci 0.389 kgm/cm^2 , elastikiyet modülü tayini 4663.00 N/mm^2 , eğilme direnci 61.12 N/mm^2 , janka sertlik değeri teğet, enine ve radyal yüzeyler için sırasıyla 40.23 N/mm^2 , 58.74 N/mm^2 ve 40.10 N/mm^2 (Ayata ve Bal, 2019) ile ısı iletkenlik değeri 0.121 k(W/mK) (Çavuş ve ark., 2019) olarak bulunmuştur.

Bu çalışma, iğde odununa endüstriyel uygulamalara göre 3 ve 5 kat UV sistem parke verniklerinin uygulanması ile elde edilen yüzeylerin farklı lambalara sahip yapay yaşlandırmalar karşısındaki göstermiş oldukları direncin renk parametreleri ve salınımsal sertlik testleri için kıyaslanması üzerine yapılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

2.1.1. Ahşap malzemenin temin edilmesi

İğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) odunu İzmir’de faaliyet gösteren bir kereste satıcısından elde edilmiştir. Malzemeler lif kıvrıklığı sorunu olmayan, mantar ve böcek kusuru olmayan, ardaksız ve budaksız olacak şekilde rastgele yöntem ile alınmıştır. Yeterli sayıda olacak şekilde $100 \times 10 \times 2 \text{ cm}$ boyutlarında hazırlanmış olan malzemeler kesme ve rendeleme işleminden geçmiştir. Daha sonra, bu malzemeler üzerinde iklimlendirme işlemleri uygulanmıştır (TS 2471, 1976).

2.2. Metot

2.2.1. UV sistem parke verniklerinin uygulanması

Bu çalışmada $100 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 1.70 \text{ cm}$ boyutlarında hazırlanmış olan iğde deney örnekleri KPS firmasında (Düzce, Türkiye) endüstriyel uygulamalara göre, Tablo 1’de UV sistem parke üretim aşamaları kullanılarak UV sistem parke vernikleri 3 ve 5 kat olacak şekilde uygulanmıştır. Kullanılan verniklere ait kimyasalların özellikleri Ayata (2019) tarafından yapılan araştırmada ayrıntılı olarak gösterilmiştir.





2.2.2. Hızlandırılmış yaşlandırma uygulaması ve yapılan testler

Bu çalışmada yapılan testlere ait çeşitli bilgiler ve cihazlara ait resimler Tablo 2’de ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Çalışmada, yaşlandırma sonrasında her iki lamba türünde meydana gelen toplam renk farklılıkları, Tablo 3’de verilen Barański ve ark., (2017)’e göre renk değiştirme kriterleri ile karşılaştırılmış, sonuçlar Tablo 6’da gösterilmiştir.

Tablo 1. UV sistem parke verniği üretim aşamaları (3 ve 5 kat)

3 kat uygulaması	5 kat uygulaması
Kalibre zımpara uygulaması (80 ve 120 kum)	Kalibre zımparalama işlemi (280 ve 320 kum)
UV yüksek parlaklıkta perde kaplama (T9120-0900N1) 8 g/m ²	UV şeffaf kürleşen sızdırmazlık macunu (T9110-0000H) 20 g/m ² (70 °C)
UV lamba kurutma uygulaması (177 mJ/cm ²) (2 defa)	UV şeffaf kürleşen sızdırmazlık macunu (T9110-0000) 10 g/m ² (170 °C) (2 defa)
Şeffaf mat UV yağı (T9115-0000) (8 g/m ²) + UV lamba kurutma uygulaması (71 mJ/cm ²)	Şeffaf mat UV yağı (T9115-0000) (8 g/m ²) + UV lamba kurutma uygulaması (314 mJ/cm ²) (2 defa)

Tablo 2. Çalışmada yapılan testlere ait çeşitli bilgiler ve cihazlara ait resimler

Test	Ekipmanın Resmi	Test Hakkında Bilgi
Renk Parametrelerine Ait Ölçümler		CS-10 colorimetre (CHN Spec, Çin) marka renk cihazında [Ölçüm koşulları: CIE 10° standart gözlemci; CIE D65 ışık kaynağı, aydınlatma sistemi: 8/d (8°/dağınlık aydınlatma)] $\Delta a^* = a^*_{\text{yaşlandırılmış}} - a^*_{\text{yaşlandırılmamış}}$ (1) $\Delta L^* = L^*_{\text{yaşlandırılmış}} - L^*_{\text{yaşlandırılmamış}}$ (2) $\Delta b^* = b^*_{\text{yaşlandırılmış}} - b^*_{\text{yaşlandırılmamış}}$ (3) $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ (4) Standart: ASTM D2244-3, (2007)
Salınımsal (Pandüllü) Sertlik Değerlerine Ait Ölçümler		(Model 299/300 Erichsen, Hemer, Germany) König metoduna göre salınımsal sertlik 63 ± 3.3 in HRC sertlik ve 5 ± 0.0005 mm çapında bilyeye sahip cihaz. Sarkacı dengelemek için çapraz çubuğa bağlı dikey bir çubuk üzerinde kayan bir ağırlık kullanılır. Sarkacın toplam ağırlığı 200 ± 0.2 g olmaktadır. Standart: ASTM D 4366-95, (1984)
Hızlandırılmış Yaşlandırma Uygulaması		QUV weathering tester (Q-Lab, Westlake, OH, US) (Cihaz 0.76 ışık yoğunluğu ve 60°C'de 8 saat UV ışık; 4 saat 50°C sıcaklıkta kondenzasyon buhar yoğunlaştırma uygulaması) UV-A 340 ve UV-B 313 EL lambaları ile 252 saat süre yaşlandırma uygulaması yapılmıştır. Standart: ISO 4892-3 (2016)
UV Entegratörü		Kühnast, Brachtal, Germany Parke uygulamasında UV lambaların şiddetini mJ/cm ² cinsinden ölçmek için kullanılmıştır. Standart: DIN EN ISO/IEC 17025, (2016)

Tablo 3. Renk değiştirme kriterleri (Barański ve ark., 2017)

ΔE^* Değeri	Gözlem Sonucu
$\Delta E^* < 0.2$	Görünmez renk değişimi
$2 > \Delta E^* > 0.2$	Hafif renk değişimi
$3 > \Delta E^* > 2$	Yüksek filtrede görünür renk değişimi
$6 > \Delta E^* > 3$	Filtrenin ortalama kalitesiyle görülebilen bir renk değişimi
$12 > \Delta E^* > 6$	Yüksek renk değişimi
$\Delta E^* > 12$	Farklı renk

2.2.3. İstatistiksel analiz

Bir SPSS programı ile standart sapmalar, minimum ve maksimum değerler, ortalamalar, homojenlik grupları, % değişim oranları ve varyans analizi hesaplanmıştır.

3. Bulgular

Tablo 4’de renk parametrelerine ait belirlenmiş olan varyans analizi verileri gösterilmektedir. Elde edilen sonuçlara göre, kırmızı renk (a^*) tonu, sarı renk (b^*) tonu ve ışıklılık (L^*) değeri için uygulama metodu (A), lamba türü (B) ve etkileşimler (AB) anlamlı olarak bulunmuştur.

Tablo 4. Renk parametrelerine ait belirlenmiş olan varyans analizi verileri

Test	Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
L^*	Uygulama Metodu (A)	1	120.320	120.320	105.033	0.000*
	Lamba Türü (B)	2	2678.234	1339.117	1168.973	0.000*
	Etkileşim (AB)	2	521.331	260.665	227.546	0.000*
	Hata	114	130.593	1.146		
	Toplam	120	178081.340			
	Düzeltilmiş Toplam	119	3450.478			
a^*	Uygulama Metodu (A)	1	236.967	236.967	605.878	0.000*
	Lamba Türü (B)	2	321.471	160.736	410.969	0.000*
	Etkileşim (AB)	2	165.479	82.739	211.548	0.000*
	Hata	114	44.587	0.391		
	Toplam	120	18542.790			
	Düzeltilmiş Toplam	119	768.504			
b^*	Uygulama Metodu (A)	1	434.303	434.303	378.168	0.000*
	Lamba Türü (B)	2	922.829	461.414	401.775	0.000*
	Etkileşim (AB)	2	222.704	111.352	96.959	0.000*
	Hata	114	130.922	1.148		
	Toplam	120	38343.601			
	Düzeltilmiş Toplam	119	1710.757			

*: Anlamlı

Renk parametrelerine ait belirlenmiş olan istatistiksel veriler Tablo 5’de gösterilmiştir. Sonuçlara göre, kontrol ölçümlerde 3 kat uygulamasına ait ışıklılık (L^*), sarı (b^*) ve kırmızı (a^*) renk tonu değerleri 5 kat uygulamasınınkinden yüksek elde edilmiştir. Her iki vernik türünün her iki lamba türüne maruz kalmasından sonra L^* ve b^* değerleri azalırken, a^* değerleri artmıştır.

Farklı vernik uygulama metodları (vernüklerin sahip olduğu yapısal farklılıkları) ile kaplanmış numunelerin farklı lambalar kullanılarak yapılan 252 saatlik yaşlandırma ile renk parametrelerini etkilediği görülmektedir. En yüksek azalma oranı L^* değerinde 3 kat UV verniklenmiş ve UV-B 313 lambalarına kalmış örneklerde, b^* değerinde 5 kat UV verniklenmiş ve UV-B 313 lambalarına kalmış örneklerde belirlenmiştir. a^* değerinde ise en yüksek artış 3 kat UV verniklenmiş ve UV-B 313 lambalarına kalmış örneklerde tespit edilmiştir.

Literatürde, L^* değerinde görülen artışın daha açık renk, azalışın ise koyulaşmasının meydana geldiği şeklinde ifade edilmiştir (Söğütü ve Sönmez, 2006). Bu çalışmada da yaşlandırmadan sonra her iki tür vernik ve lamba türleri için L^* değerlerinde azalışların elde edildiği buna bağlı olarak koyulaşmanın elde edildiği söylenebilir. Uygulanan yapay yaşlandırmadan sonra L^* değerinin azaldığı ve a^* değerinin arttığı Gürleyen (2020), (2021), Ayata (2019), Çavuş (2021) ile Ayata ve ark., (2021a,b) tarafından yapılan çalışmalarda da bildirilmiştir.

Toplam renk farklılıklarına ait istatistiksel veriler Tablo 6’da gösterilmiştir. Her iki lamba türünde de en yüksek ΔE^* değerleri UV-B 313 lambasında elde edilmiştir.

3 kat uygulamasında ΔE^* değerleri en yüksek UV-B 313 lambasında elde edilirken, her iki lamba türü için Barański ve ark., (2017)’na göre “**farklı renk**” grubunda yer alırken, 5 kat uygulamasında ΔE^* değerleri yine en yüksek UV-B 313 lambasında bulunmuş olup, her iki lamba türü için Barański ve ark., (2017)’na göre “**yüksek renk değişimi**” kriterini verdiği görülmektedir. ahşap renginin değişmesi, ahşap hücre duvarındaki lignin ve selülozu depolimerize etmek için nem, sıcaklık ve oksijen ve ozon ile işbirliği içinde hareket eden UV ışığının bir sonucu olacaktır (Anderson ve ark., 1991).

Tablo 5. Renk parametrelerine ait belirlenmiş olan istatistiksel veriler

Test	Uygulama Metodu	Lamba Türü	Ölçüm Sayısı	Ortalama	HG	Değişim %	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
L^*	3 kat ►	Kontrol →	20	48.51	A*	-	0.77	46.39	49.40
		UV-A 340 →	20	36.09	D	↓25.60	1.07	35.01	38.03
		UV-B 313 →	20	32.85	F**	↓32.28	1.03	31.21	34.98
	5 kat ►	Kontrol →	20	40.62	B	-	1.79	37.12	44.16
		UV-A 340 →	20	37.01	C	↓8.89	0.54	36.15	37.96
		UV-B 313 →	20	33.81	E	↓16.77	0.78	32.68	35.52
a^*	3 kat ►	Kontrol →	20	10.67	D	-	0.50	10.01	11.55
		UV-A 340 →	20	14.01	B	↑31.30	0.81	12.39	15.17
		UV-B 313 →	20	16.05	A*	↑50.42	0.28	15.47	16.61
	5 kat ►	Kontrol →	20	9.10	F**	-	0.41	8.26	9.69
		UV-A 340 →	20	13.25	C	↑45.60	0.36	12.29	13.81
		UV-B 313 →	20	9.95	E	↑9.34	1.03	8.71	12.34
b^*	3 kat ►	Kontrol →	20	24.36	A*	-	0.62	22.76	24.99
		UV-A 340 →	20	17.00	C	↓30.21	0.92	15.75	18.74
		UV-B 313 →	20	16.76	C	↓31.20	0.87	15.44	18.24
	5 kat ►	Kontrol →	20	17.83	B	-	1.50	15.67	20.72
		UV-A 340 →	20	16.92	C	↓5.10	0.91	15.39	18.34
		UV-B 313 →	20	11.96	D**	↓32.92	1.35	10.30	14.99

N: Ölçüm Sayısı, HG: Homojenlik Grubu, *: En yüksek değer, **: En düşük değer

Tablo 6. Toplam renk farklılıklarına ait istatistiksel veriler

Uygulama Metodu	Lamba Türü	Renk kriterine göre kıyaslamalar (Barański ve ark., 2017)	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*		
3 kat ►	UV-A 340 →	$\Delta E^* > 12$	Farklı renk	→	14.89	-12.43	30.35	-07.36
	UV-B 313 →	$\Delta E^* > 12$	Farklı renk	→	18.24	-15.67	50.38	-07.60
5 kat ►	UV-A 340 →	$12 > \Delta E^* > 6$	Yüksek renk değişimi	→	06.07	-03.60	40.15	-00.91
	UV-B 313 →	$12 > \Delta E^* > 6$	Yüksek renk değişimi	→	09.21	-06.81	00.84	-05.86

Salınımsal sertlik değerine ait belirlenmiş olan varyans analizi verileri Tablo 7’de verilmiştir. Belirlenmiş olan bu sonuca göre uygulama metodu (A), lamba türü (B) ve etkileşim (AB) anlamlı olarak elde edilmiştir.

Tablo 7. Salınımsal sertlik değerine ait belirlenmiş olan varyans analizi verileri

Test	Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Salınımsal Sertlik	Uygulama Metodu (A)	1	997.633	997.633	99.763	0.000*
	Lamba Türü (B)	2	368.067	184.033	18.403	0.000*
	Etkileşim (AB)	2	141.267	70.633	7.063	0.004*
	Hata	24	240.000	10.000		
	Toplam	30	67923.000			
	Düzeltilmiş Toplam	29	1746.967			

*: Anlamlı

Salınımsal sertlik değerine ait belirlenmiş olan istatistiksel veriler Tablo 8’de gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre, kontrol örneklerinde en yüksek salınımsal sertlik değeri 5 kat uygulamada elde edilmiştir. Her iki vernik türünde (3 ve 5 kat), UV-A 340 lambalarında 250 saatlik yaşlandırmanın sonunda sertlik değerlerinin azaldığı (%28.39 ve %5.26) görülmektedir. UV-B 313 lambalarında ise 3 kat uygulamada azalış (%9.45) elde edilirken 5 kat uygulamada artış (%2.63) belirlenmiştir. de Meijer (2002), termal ayrışma sıcaklığındaki bir artışın vernik katmanlarının reçine molekülleri arasındaki moleküler uyumu arttırabileceğini bildirmiştir.

Tablo 8. Salınımsal sertlik değerine ait belirlenmiş olan istatistiksel veriler

Test	Uygulama Metodu	Lamba Türü	Ölçüm Sayısı	Ortalama	HG	Değişim %	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Salınımsal Sertlik	3 kat ▶	Kontrol →	5	47.20	B	-	2.86	44.00	51.00
		UV-A 340 →	5	33.80	D**	↓28.39	3.83	29.00	38.00
		UV-B 313 →	5	42.60	C	↓9.45	4.56	39.00	50.00
	5 kat ▶	Kontrol →	5	53.20	A	-	0.84	52.00	54.00
		UV-A 340 →	5	50.40	AB	↓5.26	3.44	47.00	55.00
		UV-B 313 →	5	54.60	A*	↑2.63	1.95	52.00	56.00

N: Ölçüm Sayısı, HG: Homojenlik Grubu, *: En yüksek değer, **: En düşük değer

Sonuçlar

Bu çalışmada aşağıda verilen sonuçlar elde edilmiştir:

- Her iki vernik türünde ve lamba türünde de istatistiki olarak yapılan varyans analizi testlerine ait sonuçlarının bütün testler için anlamlı olarak belirlendiğini göstermiştir.
- Her iki vernik türü içinde UV-B 313 lambalarının toplam renk farkı sonuçları, UV-A 340 lambalarınınkinden yüksek elde edilmiştir.
- Salınımsal sertlik değerleri farklı lambalar karşısında farklı sonuçlar vermiştir.
- Elde edilen sonuçlara göre, bu ağaç türünün UV sistem parke üretiminde kullanılabileceği görülmüştür.

Teşekkür

Yazarlar, 3 ve 5 kat UV sistem parke verniğine ait uygulamalar için KPS Fabrikası'na (Düzce) teşekkür etmektedir.

Kaynaklar

- Ali, K.M.I., Khan, M.A., Rahman, M. (1997). Ultraviolet curing of epoxy coating on wood surface. Journal of Applied Polymer Science 66(10): 1997-2004. DOI: 10.1002/(SICI)1097-4628(19971205)66:10<1997::AID-APP16>3.0.CO;2-S.
- Anderson, E.L., Pawlak, Z., Owen, N.L., Feist, W.C. (1991). Infrared studies of wood weathering. 1: Softwoods, Applied Spectroscopy 45(1991a): 641-647.
- ASTM D 2244-3, (2007). Standard practice for calculation or color tolerances and color, differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM D 4366-95, (1984). Standard test methods for hardness of organic coatings by pendulum test, ASTM, Philadelphia, PA.
- Ayata, Ü., Çakıcıer, N., Gürleyen, L. (2021a). İç mekânda kullanılan UV sistem parke verniği uygulamasına sahip kayısı odununda yapay yaşlandırma performansının belirlenmesi. Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi 4(1). 40-50. DOI: 10.33725/mamad.922311.
- Ayata Ü., Çakıcıer N., Gürleyen L. (2021b). UV kürlenmeli vernik uygulanmış sedir odununun yapay yaşlandırma uygulaması sonrasında bazı yüzey özelliklerinin belirlenmesi. Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi 4(2): basımda. DOI: 10.33725/mamad.1005120.
- Ayata, Ü., Esteves, B., Gürleyen, L., Çakıcıer, N., Ferreira, J., Domingos, I., Türk, M. (2021c). Effect of accelerated ageing on some surface properties of UV-coated hackberry (*Celtis australis* L.) wood parquet. Drevno 64(208). DOI: 10.12841/wood.1644-3985.383.09.
- Ayata Ü., Çakıcıer N., Gürleyen L. (2021d). Kokulu ardıç odunundan UV sistem vernikli parke üretimi denemesi. İleri Mühendislik Çalışmaları ve Teknolojileri Dergisi 2(2).
- Ayata Ü., Çakıcıer N., Gürleyen L. (2021e). UVB-313 lambalarına ait yapay yaşlandırmanın UV sistem vernikli yalancı akasya odununda bazı yüzey özellikleri üzerine etkileri. Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 10(4).
- Ayata, Ü. (2019). Effects of artificial weathering on the surface properties of ultraviolet varnish applied to lemonwood (*Citrus limon* (L.) Burm.). Bioresources 14(4): 8313-8323. DOI: 10.15376/biores.14.4.8313-8323.
- Ayata, Ü., Bal, B.C. (2019). İzmir'de yetişen iğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) odununda bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi 21(3): 751-757. DOI: 10.24011/barofd.589247.
- Ayata, Ü., Çavuş, V. (2018). The determination of the surface adhesion resistance and pendulum hardness on the parquets applied UV varnish as single and double layers. Journal of Engineering Sciences and Design 6(4): 541-545. DOI: 10.21923/jesd.388346.

- Ayata, Ü., Gurleyen, L., Esteves, B., Gurleyen, T., Cakicier, N. (2017a). Effect of heat treatment (ThermoWood) on some surface properties of parquet beech (*Fagus orientalis* Lipsky.) with different layers of UV system applied. *BioResources* 12(2): 3876-3889. DOI: 10.15376/biores.12.2.3876-3889.
- Ayata, Ü., Gürleyen, T., Gürleyen, L., Esteves, B., Çakicier, N. (2017b). 212°C'de 2 saat süreyle ısı işlem görmüş (ThermoWood) ve tek/çift kat UV sistem parke vernik uygulanmış dişbudak (*Fraxinus excelsior*) odununda bazı yüzey özelliklerinin belirlenmesi, 5. Uluslararası Mühendislik Ve Bilim Alanında Yenilikçi Teknolojiler Sempozyumu, Mimarlık ve İnşaat Üniversitesi, 29 Eylül - 01 Ekim, Bakü, Azerbaycan, 1318-1326.
- Ayata, Ü., Şahin, S., Gürleyen, L., Esteves, B. (2018). UV sistem vernik uygulanmış lamine parkelerde yüzeye yapışma direnci üzerine termal yaşlandırmanın etkisi, Multidisipliner Çalışmalar-3 (Sağlık ve Fen Bilimleri), Gece Kitaplığı Yayınevi, Birinci Basım, Ocak 2018, Editörler: Rıdvan KARAPINAR, Murat A. KUŞ, Ankara, Türkiye, 301-311. ISBN: 978-605-288-223-8.
- Barański, J., Klement, I., Vilkovská, T., Konopka, A. (2017). High temperature drying process of beech wood (*Fagus sylvatica* L.) with different zones of sapwood and red false heartwood. *BioResources* 12(1): 1861-1870. DOI: 10.15376/biores.12.1.1861-1870.
- Brennan, P., Fedor, G. (1988). Controlled irradiance in laboratory weathering: Limitations in the state-of-the-art', in Industrial Fabrics Association International Seminar, November 1988, Reprint (Q-Pancl Company, Cleveland, Ohio, USA, 1990).
- Brischke, C., Alfredsen, G. (2020). Wood-water relationships and their role for wood susceptibility to fungal decay. *Applied Microbiology and Biotechnology* 104: 3781-3795. DOI: 10.1007/s00253-020-10479-1.
- Bulian, F., Graystone Jon, A. (2009). *Wood Coatings, Theory and Practice*, Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- Cavus, V., Sahin, S., Esteves, B., Ayata, U. (2019). Determination of thermal conductivity properties in some wood species obtained from Turkey. *Bioresources* 14(3): 6709-6715. DOI: 10.15376/biores.14.3.6709-6715.
- Cogulet, A., Blanchet, P., Landry, V. (2016). Wood degradation under UV irradiation: a lignin characterization. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* 158: 184-191. DOI: 10.1016/j.jphotobiol.2016.02.030.
- Çavuş, V. (2021). Weathering performance of mulberry wood with UV varnish applied and its mechanical properties. *BioResources* 16(4): 6791-6798. DOI: 10.15376/biores.16.4.6791-6798.
- Dahle, J., Kvam, E. (2003). Induction of delayed mutations and chromosomal instability in fibroblasts after UVA-, UVB-, and X-radiation. *Cancer Research* 63: 1464-1469.
- de Gruijl, F.R., Sterenborg, H.J., Forbes, P.D., Davies, R.E., Cole, C., Kelfkens, G., van Weelden, H., Slaper, H., Van der Leun, J.C. (1993). Wavelength dependence of skin cancer induction by ultraviolet irradiation of albino hairless mice. *Cancer Research* 53: 53-60.
- de Meijer, M. (2002). Comparison between laboratory water permeability tests and wood moisture content of full-scale window frames. *Surface Coatings International Part B: Coatings Transactions* 85: 131-137.
- de Moura, L.F., Brito, J.O., Nolasco, A.M., Uliana, L.R., De Muniz, G.I.B. (2013). Evaluation of coating performance and color stability on thermally rectified *Eucalyptus grandis* and *Pinus caribaea* var. *hondurensis* woods. *Wood Research* 58(2): 231-242.
- DIN EN ISO/IEC 17025, (2016). General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. German Institute for Standardization, Berlin, Germany.
- Diffey, B.F. (2002). Sources and measurement of ultraviolet radiation. *Methods* 28(1): 4-13. DOI: 10.1016/S1046-2023(02)00204-9.
- Fedor, G.R., Brennan, P.J. (1994). Irradiance control in fluorescent UV exposure testers', in Accelerated and Outdoor Durability Testing of Organic Materials, ASTM STP 1202, Ketola, W.D., and Grossman, D., (American Society for Testing and Materials, Philadelphia. Pennsylvania, USA) 199-215.
- Gamble, J.S. (1972). *A Manual of Indian Timbers*. Bishen Singh Mahendra Pal Singh.
- Genders, R. (1994). *Scented Flora of the World*. Robert Hale. London. ISBN 0-7090-5440-8.
- Gurleyen, L. (2021). Effects of artificial weathering on the color, gloss, adhesion, and pendulum hardness of UV system parquet varnish applied to doussie (*Afzelia africana*) wood. *BioResources* 16(1): 1616-1627. DOI: 10.15376/biores.16.1.1616-1627.
- Gurleyen, L., Ayata, U., Esteves, B., Cakicier, N. (2017a). Effects of heat treatment on the adhesion strength, pendulum hardness, surface roughness, color and glossiness of scots pine laminated parquet with two different types of UV varnish application. *Maderas-Ciencia y Tecnologia* 19(2): 213-224. DOI: 10.4067/S0718-221X2017005000019.
- Gurleyen, L., Ayata, U., Esteves, B., Gurleyen, T., Cakicier, N. (2019). Effects of thermal modification of oak wood upon selected properties of coating systems. *Bioresources* 14(1): 1838-1849. DOI: 10.15376/biores.14.1.1838-1849.
- Gürleyen, L. (2020). UV sistem parke verniği uygulanmış gülibrişim (*Albizia julibrissin*) odununda bazı yüzey özellikleri üzerine yapay yaşlandırmanın etkisi. *Türkiye Ormancılık Dergisi* 21(4): 451-460. DOI: 10.18182/tjf.795597.
- Gürleyen, T., Ayata, Ü., Gürleyen, L., Esteves, B., Çakicier, N. (2017b). Üvez (*Sorbus* L.) odununa uygulanan tek ve çift kat UV Sistem parke vernik katmanlarında renk, parlaklık ve salınımsal sertlik değerlerinin belirlenmesi,

5. Uluslararası Mühendislik Ve Bilim Alanında Yenilikçi Teknolojiler Sempozyumu, Mimarlık ve İnşaat Üniversitesi, 29 Eylül - 01 Ekim, Bakü, Azerbaycan, 1327-1336.
- Hermann, A., Giljean, S., Pac, M.J., Marsiquet, C., Beaufils-Marquet, M., Burr, D., Landry, V. (2021). Understanding indentation, scratch and wear behavior of UV-cured wood finishing products. *Progress in Organic Coatings* 161: 106504. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2021.106504.
- ISO 4892-3, (2016). *Plastics - methods of exposure to laboratory light sources - Part 3: Fluorescent UV lamps*, The International Organization for Standardization.
- Kaboorani, A., Auclair, N., Riedl, B., Landry, V. (2017). Mechanical properties of UV-cured cellulose nanocrystal (CNC) nanocomposite coating for wood furniture. *Progress in Organic Coatings* 104: 91-96. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2016.11.031.
- Komarov, V.L. (1968). *Flora of the USSR*. Israel Program for Scientific Translation.
- Landry, V., Blanchet, P., Boivin, G., Bouffard, J.F., Vlad, M. (2015). UV-LED curing efficiency of wood coatings, *Coatings*, 5: 1019-1033. DOI: 10.3390/coatings5041019.
- Müller, B., Poth, U. (2011). *Coatings Formulation: An International Textbook*, (2., ed), Vincentz Network, Hanover, Germany.
- Pandey, K.K. (2005). A note on the influence of extractives on the photo-discoloration and photo-degradation of wood. *Polymer Degradation and Stability* 87(2): 375-379. DOI: 10.1016/j.polymdegradstab.2004.09.007.
- Polunin, O. (1969). *Flowers of Europe - A Field Guide*. Oxford University Press, ISBN 0192176218.
- Rosu, D., Teaca, C.A., Bodirlau, R., Rosu, L. (2010). FTIR and color change of the modified wood as a result of artificial light irradiation. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* 99(3): 144-149. DOI: 10.1016/j.jphotobiol.2010.03.010.
- Salca, E.A., Krystofiak, T., Lis, B., Hiziroglu, S. (2021). Glossiness evaluation of coated wood surfaces as function of varnish type and exposure to different conditions. *Coatings* 11(5): 558. DOI: 10.3390/coatings11050558.
- Salca, E.A., Krystofiak, T., Lis, B., Mazela, B., Proszczyk, S. (2016). Some coating properties of black alder wood as a function of varnish type and application method. *BioResources* 11(3): 7580-7594. DOI: 10.15376/biores.11.3.7580-7594.
- Söğütlü, C., Sönmez, A. (2006). Değişik koruyucular ile işlem görmüş bazı yerli ağaçlarda UV ışınlarının renk değiştirici etkisi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi* 21(1): 151-159.
- TS 2471 (1976). Odunda fiziksel ve mekanik deneyler için rutubet miktarı tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Tyrrell, R.M., Reeve, V.E. (2006). Potential protection of skin by acute UVA irradiation-From cellular to animal models, *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 92: 86-91.
- Vardanyan, V., Poaty, B., Chauve, G., Landry, V., Galstian, T., Riedl, B. (2014). Mechanical properties of UV-waterborne varnishes reinforced by cellulose nanocrystals. *Journal of Coatings Technology and Research* 11(6): 841-852. DOI: 10.1007/s11998-014-9598-3.
- Wang, T., Li, L., Cao, Y., Wang, Q., Guo, C. (2019). Preparation and flame retardancy of castor oil based UV-cured flame retardant coating containing P/Si/S on wood surface. *Industrial Crops and Products* 130: 562-570. DOI: 10.1016/j.indcrop.2019.01.017.
- Williams, R.S. (2010). Finishing of wood. In: *Wood handbook - Wood as an engineering material*. Pp 16-1 - 16-39, Centennial Edition. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory.
- Zborowska, M., Stachowiak-Wencek, A., Nowaczyk-Organista, M., Waliszewska, B., Pradzyński, W. (2015). Analysis of photodegradation process of *Pinus sylvestris* L. wood after treatment with acid and alkaline buffers and light irradiation. *BioResources* 10(2): 2057-2066. DOI: 10.15376/biores.10.2.2057-2066.