

21. Yüzyılda



Fen ve Teknik

Journal of Science and Technology in the 21st Century

Cilt / Volume 11 - Sayı / Number 22 - 2024 Aralık

ISSN : 2587-0327



Türkiye'nin Uzay Yolculuğu

**"2024 Yılında İlk Türk Astronotu Uzaya Çıktı,
İlk Yerli Uydu İse Yörüngeye Fırlatıldı."**

*Türkiye's Space Journey. "The First Turkish Astronaut Went Into Space In 2024,
While The First Domestic Satellite Was Launched Into Orbit."*



21. YÜZYILDA FEN VE TEKNİK DERGİSİ
JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY IN THE 21st CENTURY

VOLUME: 11 ISSUE: 22 2024 ISSN: 2587-0327

Owner:

Talip GEYLAN
Chairman
of Turkish Education and Science Workers Trade Union, Türkiye

Responsible Editor:

Cengiz KOCAKAPLAN
Vice Chairman
of Turkish Education and Science Workers Trade Union, Türkiye

Editor in Chief:

Assoc. Prof. Dr. Mustafa KARABOYACI
Süleyman Demirel University, Türkiye

Co-Editors:

Assoc. Prof. Dr. Abdullah BERAM
Pamukkale University, Türkiye

Asst. Prof. Dr. Serkan ÖZDEMİR
Isparta University of Applied Sciences, Türkiye

Statistics Editor:

Assoc. Prof. Dr. Hamza KANDEMİR, Isparta University of Applied Sciences, Türkiye

Technical Editor:

Dr. Tunahan ÇINAR, Düzce University, Türkiye

Layout Editor:

Dr. Ahmet ACARER, Isparta University of Applied Sciences, Türkiye
Doctoral Oğuzhan ERFİDAN, Isparta University of Applied Sciences, Türkiye

Cover Design:

Altuğ Ajans Fatih Taha AKALAN (f.taha@altugajans.com)
Bahçekapı Mh. 2477 Sk No:8 Şaşmaz / Etimesgut/Ankara, Türkiye

Contact:

Turkish Education and Science Workers Trade Union Talatpaşa Avenue
No:160/6 Cebeci-Ankara, Türkiye
Tel: 0312 424 09 60

Web: dergipark.org.tr/fenveteknik
E-mail: fenveteknik@turkegitimsen.org.tr

21. YÜZYILDA FEN VE TEKNİK DERGİSİ
JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY IN THE 21st CENTURY

CİLT: 11 SAYI: 22 2024 ISSN: 2587-0327

İmtiyaz Sahibi:

Talip GEYLAN
Türkiye Eğitim, Öğretim ve Bilim Hizmetleri Kolu Kamu Çalışanları Sendikası
(Türk Eğitim Sen) Genel Başkanı, Türkiye

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü:

Cengiz KOCAKAPLAN
Türkiye Eğitim, Öğretim ve Bilim Hizmetleri Kolu Kamu Çalışanları Sendikası
(Türk Eğitim Sen) Genel Bşk. Yrd., Türkiye

Baş Editör:

Doç. Dr. Mustafa KARABOYACI
Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye

Yardımcı Editörler:

Doç. Dr. Abdullah BERAM
Pamukkale Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Serkan ÖZDEMİR
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Türkiye

İstatistik Editörü:

Doç. Dr. Hamza KANDEMİR, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Türkiye

Teknik Editör:

Dr. Tunahan ÇINAR, Düzce Üniversitesi, Türkiye

Mizanpaj Editörleri:

Dr. Ahmet ACARER, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Türkiye
Doctoral Oğuzhan ERFİDAN, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Türkiye

Kapak Tasarım:

Altuğ Ajans Fatih Taha AKALAN (f.taha@altugajans.com)
Bahçekapı Mh. 2477 Sk No:8 Şaşmaz / Etimesgut/Ankara, Türkiye

İletişim:

Türkiye Eğitim, Öğretim ve Bilim Hizmetleri Kolu Kamu Çalışanları Sendikası Talatpaşa Bulvarı
No:160/6 Cebeci-Ankara, Türkiye
Tel: 0312 424 09 60

Web: dergipark.org.tr/fenveteknik
E-mail: fenveteknik@turkegitimsen.org.tr

Yayın Danışma Kurulu / Editorial Advisory Board

- Prof. Dr. Zulpuyev Abdivap Zupuyevich (Batken Devlet Üniversitesi – Kırgızistan)
Prof. Dr. Zulkhayir Mansurov (Institute of Combustion Problems- Kazakistan)
Prof. Dr. Tayirov Mitalip Tayirovich (Batken Devlet Üniversitesi – Kırgızistan)
Prof. Dr. Şıxəliyev Namiq Qürbət oğlu (Bakü Devlet Üniversitesi- Azerbaycan)
Prof. Dr. Qocayev Niftali Mehralı oğlu (Bakü MÜhendislik Üniversitesi- Azerbaycan)
Prof. Dr. Pascal Nzokou (Michagan State University)
Prof. Dr. Neamullah Khan (NCEAC University of Sindlt)
Prof. Dr. Naoyuki Amemiya (Kyoto University Engineering Faculty)
Prof. Dr. Najib Cheggour Florida State University)
Prof. Dr. Musayev Nağı Alməmməd oğlu (Bakü Devlet Üniversitesi- Azerbaycan)
Prof. Dr. Md Shahriar Hossain (University Of Wollongong Australia)
Prof. Dr. Marat Zhurinov (National Academy of Science of the Kazakhstan)
Prof. Dr. Luis Alberto Angurel (Zaragoza University Engineering Faculty)
Prof. Dr. Kulyash Kaimuldinova (Kazak Ulusal Üniversitesi, Kazakistan)
Prof. Dr. Kareem Tahboub Mechanical Engineering
Prof. Dr. John Kinuthia (University Of South Wales, Engineering Faculty)
Prof. Dr. Jerzy Smardzewski (Pozman University)
Prof. Dr. Jamal Khatib (Beirut Arab University)
Prof. Dr. Ufuk Karadavut (Karabük Üniversitesi, Türkiye)
Prof. Dr. Halim Boussabaine, Project Management
Prof. Dr. Germán F. De La Fuente (Zaragoza University Engineering Faculty)
Prof. Dr. Əlizadə Rasim İsmayıl oğlu (Azerbaycan Teknik Üniversitesi – Azerbaycan)
Prof. Dr. Əliyev Əli Binnət oğlu (Azerbaycan Mimarlık ve İnşaat Üniversitesi – Azerbaycan)
Prof. Dr. Əhmədov Hikmət İnşalla oğlu (Bakü Devlet Üniversitesi- Azerbaycan)
Prof. Dr. Andres Seco (University Of Navarre, Urban And Agriculture)
Prof. Dr. Mehmet Ali Kırpık (Kafkas Üniversitesi, Türkiye)
Prof. Dr. Agron Bajraktari (Kosava Ferizaj University)
Prof. Dr. Adilkhan Zhangaziyev (Taraz State Pedagogical University – Kazakistan)
Prof. Dr. Adel Elkordi (Beirut Arab University)
Prof. Dr. Abdül Rezak Abu Tair (The British University in Dubai)
Prof. Dr. Abduvap Zulpuyev (Kırgızistan)
Prof. Dr. Abdıkalıkov Akılbek Abdıkalıkovich (Kırgız Devlet Üniversitesi-Kırgızistan)
Prof. Adel Elkordi (Beirut Arab University)
Doç. Dr. İsmail Demir (Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Türkiye)
Dr. Yasir Joya (GIK Enstitüsü, Pakistan)
Dr. Tahsin Öpöz, (John Moores Üniversitesi, İngiltere)
Dr. Sundar Marimuthu (Loughborough Üniversitesi, İngiltere)
Dr. Hakan Kır (Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Türkiye)
Dr. Shahin Jalili (Tebriz Üniversitesi, İran)
Dr. Salman Nisar (National University of Sciences and Technology, Pakistan)
Dr. Neriman Hasan (Ovidius Üniversitesi, Romanya)
Dr. Michael Lisyuk (Director for Development Georeconstruction Group of Companies)
Dr. Margaret Carter (Manchester University)
Dr. Mahsa Seyyedean Choobi (Technical University Of Denmark)
Dr. Hossam Kishawy (Ontario Teknoloji Üniversitesi, Kanada)
Dr. Giuseppe Loprencipe (Sapienza University of Rome)

21. YÜZYILDA FEN VE TEKNİK DERGİSİ
JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY IN THE 21st CENTURY

VOLUME/CİLT: 11 ISSUE/SAYI: 22 2024 ISSN: 2587-0327

A peer reviewed international journal, published biannually (June and December) by
Turkish Education and Science Workers Trade Union

“Reflects the views of the author of articles published in our journal. The opinions expressed in the articles do not express the
official views of the Turkish Education Union.”

The articles published in whole or in part without the written consent of the publisher of any be reproduced. The idea of Scripture
belongs to the author’s responsibility and choice of spelling. other taken from sources tables, figures, and similar writings the
author’s responsibility belongs.

Yılda iki sayı (Haziran ve Aralık) olarak yayımlanan uluslararası hakemli bir dergidir.
Türkiye Eğitim, Öğretim ve Bilim Hizmetleri Kolu Kamu Çalışanları Sendikası (Türk Eğitim Sen) tarafından yayımlanmaktadır.
“Dergimizde yayımlanan yazılar yazarının görüşlerini yansıtmaktadır. Makalelerde yer alan görüşler Türk Eğitim-Sen’in resmi
görüşünü ifade etmemektedir.”

Yayımlanan makaleler yayımcının yazılı izni olmadan tamamı veya bir kısmı herhangi bir yolla çoğaltılamaz. Yazıların fikri
sorumluluğu ve imla tercihi yazarlarına aittir. Başka kaynaklardan alınmış tablo, resim ve benzerlerinin yazılarda kullanım
sorumluluğu yazara aittir.

Year/Yıl: 2024, Volume/Cilt: 11, Issue/Sayı: 22

The journal is indexed in ROAD, Google Scholar, DRJI, CiteFactor and ESJI.

Dergimiz ROAD, Google Scholar, DRJI, CiteFactor ve ESJI’de taranmaktadır.



CONTENTS / İÇİNDEKİLER

Araştırma Makaleleri / Research Articles

- Separation and enrichment of Cr(VI) ion in waters using solid phase extraction and evaluation of adsorption, kinetic and thermodynamic parameters
Adalet Tunçeli, Hatice Şahin, Özcan Yalçınkaya, Orhan Acar..... 55-71
- Determination of Yield and Yield Components of Different Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Varieties and Genotypes Under Semi Arid Conditions /
Farkli Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşit ve Genotiplerin Yarı Kurak Koşullarda Verim ve Verim Ögelerinin Belirlenmesi
Murat Çavumirza, İsmail Demir 72-80
- Indicator Plant Species Analysis and Ecological Assessment of Tar Juniper (*Juniperus oxycedrus* L.)
Katran Ardıcının (*Juniperus oxycedrus* L.) Gösterge Bitki Tür Analizi ve Ekolojik Değerlendirmesi
Ahmet Acarer 81-91

Separation and enrichment of Cr(VI) ion in waters using solid phase extraction and evaluation of adsorption, kinetic and thermodynamic parameters

Adalet Tunçeli^{ID}, Hatice Şahin^{ID}, Özcan Yalçınkaya*^{1ID},
Orhan Acar^{ID}

Abstract: Cr(III) and Cr(VI) ions in waters were separated by using column method containing Amberlite IRA 900 copolymer resin. Cr(VI) ion was separated, pre-concentrated and determined by using flame atomic absorption spectrometry. After oxidizing all Cr(III) into Cr(VI) with H₂O₂, total chromium (Cr(III) + Cr(VI) ions) was determined. Concentration of Cr(III) was obtained by subtracting Cr(VI) level from whole chromium. Recovery of Cr(VI) ion at optimum conditions such as pH (5.5 – 6), type and concentration of eluent solution (5 mL of 1 mol/L HCl + 2% (m/v) ascorbic acid) and flow rate (3 mL/min) obtained was 99 ± 1% for five replicate measurements. Analytical detection and quantification limits were found as 0.11 and 0.38 µg/L, respectively. The enrichment factor of Cr(VI) ion found was about 100 after using optimization conditions. Accuracy of proposed method was checked by analyzing Cr(VI) in CWW-TM-D Wastewater (SRM) containing Cr(III) and Cr(VI) ions and applied to real waters. Langmuir adsorption model was suitable for Cr(VI) ion and maximum adsorption capacity found was 303 mg/g at 298 K. Thermodynamic parameters (ΔG° , ΔH° and ΔS°) and activation energy (E_a) were determined. Adsorption of Cr(VI) ion on resin was chemical ion-exchange, spontaneous and exothermic process.

Keywords: Chromium, Separation, Solid phase extraction, Amberlite IRA 900 resin, Activation energy.

Address (Adres): Department of Chemistry, Science Faculty, Gazi University, 06500, Ankara, Türkiye

***Corresponding author (Sorumlu Yazar):** oyalcinkaya@gazi.edu.tr

Citation (Atıf): Tunçeli, A., Şahin, H., Yalçınkaya, Ö., Acar, O. (2024). Separation and enrichment of Cr(VI) ion in waters using solid phase extraction and evaluation of adsorption, kinetic and thermodynamic parameters. 21. Yüzyılda Fen ve Teknik Dergisi, 11(22): 55-71.

1. INTRODUCTION

Chromium is widely distributed in the earth crust and exists mainly in the forms of Cr(III) and Cr(VI) ions. Cr(III) is a biologically active ion found in food and it is important in mammalian metabolism. It is responsible for lowering blood sugar levels with insulin which is a critical

hormone for carbohydrates, fat and protein metabolism in the body [1]. However, Cr(VI) is toxic form of chromium originating from industrial pollution. It has toxic effects on biological systems as a result of possible free diffusion in cell membranes and also by a strong oxidative potential. Compounds containing Cr(VI) ion are highly soluble and more bioavailable than

poorly soluble Cr(III) ion. Cr(VI) ion causes extreme diarrhea, eye and skin irritation, kidney dysfunction, ulcers, and probably lung carcinoma in human body (Mohan, and Pittman (2006). The World Health Organization (WHO) states that maximum permissible level of Cr(VI) in drinking water guideline is 50 µg/L (WHO, 1984). Main sources of chromium pollution are mining, leather tanning industry, pigments and paints, ceramics, glass industry, production of steel and the other metal alloys such as photographic and corrosion control materials. Because of these reasons, separation of Cr(III) and Cr(VI) ions in biological and environmental samples has become important in recent years. It is known that distribution and the biological effects of chromium ions depend not only on its concentration but also on chemical forms of its compounds. It is important to determine levels of Cr(III) and Cr(VI) ions in the environment.

Several analytical methods such as flame atomic absorption spectrometry (FAAS) (Tunçeli and Türker, 2022; Hassanien et al., 2008; Narin et al., 2008; El-Shahawi et al., 2008; Tüzen and Soylak, 2007; Chamjangali et al., 2011; Kendüzler et al., 2007; Hashemi et al., 2004; Cavoca et al., 2009; Yalçın and Apak, 2004; Kiran et al., 2008; Uluozlu et al., 2009; Aydın and Soylak, 2009), graphite furnace atomic absorption spectrometry (GFAAS) (Ball and McCleskey, 2003; Gu and Zhu, 2011; Chwastowska et al., 2005; Sadeghi and Moghaddam, 2016, Bahadır et al., 2016; Beni et al., 2007), inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry (ICP-AES) (Liang et al., 2003; Sumida et al., 2005, Motomizu et al., 2003), spectrophotometry (Hosseini and Belador, 2009; Yang et al., 2007; Kalidhasan and Rajesh, 2009) and voltammetry (Bobrowski et al., 2004) are sufficiently used in the determination of chromium. However, chromium analysis is difficult to determine in samples because of various factors, especially at low Cr concentrations and high matrix effects. To solve these problems, the separation and enrichment methods such as solid-phase extraction (SPE) (Tunçeli and Türker, 2022; Hassanien et al., 2008; Narin et al., 2008; El-Shahawi et al., 2008; Tüzen and Soylak, 2007; Chamjangali et al., 2011; Kendüzler et al., 2007; Gu and Zhu, 2011; Chwastowska et al., 2005; Liang et al., 2003; Hosseini and Belador, 2009; Yang et al., 2007;

Tunçeli et al., 2022; Li et al., 2023) ion-exchange (Hashemi et al., 2004; Cavoca et al., 2009; Yalçın and Apak, 2004; Ball and McCleskey, 2003; Béni et al., 2007; Yang et al., 2007), cloud point extraction (Kiran et al., 2008; Sadeghi and Moghaddam, 2016; Bahadır et al., 2016; Wang et al., 2010), co-precipitation (uluozlu et al., 2009; Aydın and soylak, 2009; Li et al., 20223) and liquid-liquid extraction (Béni et al., 2007; Kalidhasan and Rajesh, 2009) can be used prior to analyze. The SPE has been widely applied for trace elements due to its advantages such as selectivity, simplicity, fast and low chemical consumption. In many studies, some synthetic polymers from styrene-divinylbenzene such as Amberlite XAD-16 (Tunçeli and Türker, 2002; Hassanien et al., 2008), Amberlite XAD-1180 (Narin et al., 2008; El-Shahawi et al., 2008), polyurethane foams (El-Shahawi et al., 2008), multi walled-carbon nanotubes (Tüzen and Soylak, 2007), nanometer titanium dioxide (Liang et al., 2003), modified silica (Yang et al., 2007) and organic and inorganic sorbents (Türker, 2007) were used as solid phase extraction for speciation and pre-concentration of chromium from waters and wastewaters.

In this study, Amberlite IRA 900 copolymer resin was used as SPE for separation and enrichment of Cr(VI) ion. It is a strong base anion-exchange resin including quaternary ammonium groups such as styrene-divinylbenzene copolymer. The ideal conditions for SPE of chromium were found by examining critical parameters such as the pH of the solution, the type and volume of the eluent, the sample volume, the sample flow rate, and the resin's adsorption capacity. It was used for separation and enrichment of Cr(VI) from Cr(III) ion. Cr(VI) was determined in water samples by using the resin. Effects of foreign ions and adsorption capacity of resin for Cr(VI) were studied. Chromium in standard reference material (SRM, CWW-TM-D Certified Waste Water) was determined for accuracy of method. Analytical parameters (limits of detection (LOD) and quantification (LOQ)), precision and linear working range were studied. The suggested technique was successfully used to analyze samples of tap and dam water. Adsorption isotherm models and adsorption kinetics of Cr(VI), reaction order, adsorption capacities of resin at different temperatures (298, 308, 318 and

328 K), thermodynamic parameters (ΔG° , ΔH° and ΔS°) and the E_a were investigated.

2. EXPERIMENTAL

2.1. Instruments and reagents

Varian AA240-FS model flame atomic absorption spectrometry (Palo Alto, CA, USA) equipped with deuterium lamp for background correction and Varian Cr lamp were used for absorbance measurements. The operating conditions of Cr lamp (12.0 mA lamp current, 357.9 nm wavelength and 0.5 nm slit width) suggested by the manufacturer were used. Acetylene/air flow rate (1.4/13.2 L/min) was used. All pH measurements were performed by WTW 720 model pH meter (Wilhelm, Germany). A shaking thermostatic bath (Nüve ST 402, Turkey) maintained at the desired temperatures (298 K, 308 K, 318 K and 328 K) with a fixed speed of 150 rpm was used.

All chemicals were of analytical reagent grade. All solutions were prepared in ultrapure water (18.3 M Ω cm). Stock solutions of Cr(III) and Cr(VI) ions (1000 mg/L for each) were prepared by dissolving 0.7692 g Cr(NO₃)₃·9H₂O and 0.8269 g K₂Cr₂O₇ (Merck, Darmstadt, Germany) in 0.1 mol/L HNO₃ solution and diluting to 100 mL, separately. 50 mg/L of Cr(III) and 40 mg/L of Cr(VI) standard and model solutions were prepared from these stock solutions by diluting daily. Nitric acid (65%, m/m), hydrochloric acid (37%, m/m), Hydrogen peroxide (30%, m/m), ascorbic acid, sodium fluoride and sodium hydroxide purchased from Merck (Darmstadt, Germany) were used. Amberlite IRA 900 chloride resin purchased from Rohm and Hass (Philadelphia, USA) was used. Basic characteristics of resin are polystyrene cross-linked with divinylbenzene copolymer (macro-reticular) (strongly basic anion exchange), (CH₃)₃RN⁺-Cl⁻ (quaternary ammonium) chemical structure, spherical beads physical form, 20–50 mesh (650–820 μ m) particle size, 80°C maximum temperature range, 0 – 14 operating pH, 55% – 65% moisture, 1 meq/L or 4.2 meq/g exchange capacity (Berbar et al., 2008; Esfandian et al., 2020, Jachuła and Hubicki, 2013; Tan et al., 2018). Due to its macro-reticular structure, it is suitable for water treatment applications such as potable water and for industrial uses (Esfandian et al.,

2020). Amberlite IRA 900 resin was washed with methanol, 1 mol/L HCl solution, and rinsed with ultrapure water, dried at 70 °C for 4 h, respectively and used. The glassware materials were kept overnight in a 5% nitric acid solution, rinsed with water and dried before using.

2.2. Column preparation and pre-concentration procedure

Glass columns with 1.0 cm inner diameter, 30 cm height and approximately 100 mL volume of solution reservoir at the upper end were used in the studies for separation and enrichment of Cr(III) and Cr(VI) by fixing on Amberlite IRA 900 resin. After the columns were cleaned and dried, a piece of glass cotton was placed at the bottom, and 0.3 g of the resin was placed on glass cotton. Another piece of glass wool was placed on the resin to prevent it from falling apart and to prevent channel formation. 0.1 mol/L HCl solution and ultrapure water were passed through columns for cleaning and regenerating of the resin after each usage.

The 50 mL of model solution including 0.2 μ g/mL of Cr(III) and 0.2 μ g/mL of Cr(VI) was placed in a beaker and pH of solution was adjusted to 6 by adding 0.1 mol/L HCl and 0.1 mol/L of NaOH solutions, separately. After preconditioning column with the solution adjusted to pH 6, model solution was passed through the column at a flow rate about 3 mL/min. A 10 mL volumetric flask was used to elute the adsorbed Cr(VI) on the resin using 5 mL of an eluent solution that contained 0.1 mol/L ascorbic acid and 1 mol/L HCl. Concentration of Cr(VI) in eluent solution was analyzed by using FAAS. The percentage of recovered Cr(VI) was determined by dividing the Cr(VI) concentration determined by FAAS by the starting Cr(VI) concentration, which was theoretically predicted using the previously described approach.

2.3. Oxidation of Cr(III) ion into Cr(VI) ion

Oxidation of Cr(III) into Cr(VI) was carried out using the procedure given in the literature (Tüzen and Soylak, 2007). The pH of Cr(III) solution was adjusted to 10 by adding 0.1 mol/L NaOH solution. After adjusting pH of solution, 10 mL of 3% (v/v) H₂O₂ was added and heated at 80 °C for 40 min. Solution was then boiled for 10 min to

evaporate the excess amount of H_2O_2 . After applying the general procedure for the solution, Cr(VI) was determined by using FAAS.

2.4. Collecting and getting preparing samples

Tap water from laboratory and dam waters from Çubuk Dam Ankara in 2.5 L plastic bottles were collected. The samples were acidified by adding 1 mL concentrated nitric acid into each bottle to prevent adhering of ions onto surface of the vessels. Samples were filtrated from membrane filters (Millipore, 0.45 μ m pore size) and the procedure given above was applied.

2.5. Batch adsorption procedure

Batch adsorption method was used to determine adsorption kinetics of Cr(VI) on Amberlite IRA 900 resin. Batch equilibrium tests were carried out adding 50 mL of Cr(VI) solutions in 100 mL flasks containing 0.05 g of adsorbent. Range of concentrations of Cr(VI) solutions prepared was varied from 25 to 800 mg/L to investigate the effect of mass transfer. pH values of solutions were set to 6 by using 0.1 mol/L HCl and 0.1 mol/L of NaOH solutions. Flasks were placed onto a mechanical shaker and stirred for 2 h at suitable temperatures (298 K, 308 K, 318 K and 328 K) at 150 rpm fixed speed, separately. The suspensions were filtered and Cr(VI) in filtrates were determined by using FAAS after a suitable dilution.

The amount of Cr(VI) ion adsorbed at equilibrium q_e (mg/g) was obtained from Equation (1).

$$q_e = \frac{(C_o - C_e) \cdot V}{m} \quad (1)$$

where, C_o and C_e are initial and equilibrium concentrations (mg/L) of the solutions. V is volume of a solution (L) and m is mass of Amberlite IRA 900 (g).

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. pH effect of solution

pH of solution containing Cr(III) or Cr(VI) ions for adsorption onto Amberlite IRA 900 resin was investigated. The pH of 50 mL model solution containing 0.2 mg/L Cr(III) or 50 mL model solution containing 0.2 mg/L Cr(VI) was adjusted to 2.0 - 10.0 pH range with 0.1 mol/L HCl and 0.1 mol/L NaOH solutions, separately. At a flow rate of roughly 1 mL/min, they were passed through the column. The adsorbed Cr(III) and Cr(VI) ions on the resin were eluted by adding 5 mL of eluent solution containing 1 mol/L HCl + 0.1 mol/L ascorbic acid. The concentrations of Cr(III) or Cr(VI) in eluent solutions were analyzed by using FAAS. The percent recoveries of Cr(III) and Cr(VI) ions obtained versus pH of the solutions were presented in Figure 1. As shown in Figure 1, the quantitative percent recovery of Cr(VI) (>95%) was obtained at pH 5.5 - 6.0, while the percent recovery of Cr(III) found was lower than 5%. According to these results, it was possible to separate Cr(VI) ion from Cr(III) ion at this pH range.

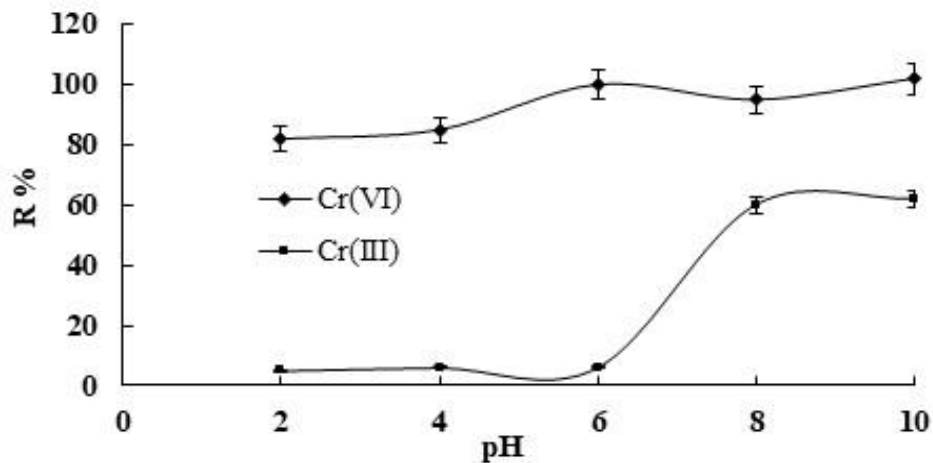


Figure 1. pH effect on adsorption of Cr(VI) and Cr(III) (Sample volume; 50 mL containing 10 μ g Cr(VI) and 10 μ g Cr(III))

3.2. Impact of eluent solution type and concentration and volume

To find a proper concentration and volume of eluent solution type for retaining Cr (VI) onto Amberlite IRA 900 resin, different concentrations (1 or 2 mol/L) and different volumes (5 or 10 mL) of HCl solutions were examined and adequate percent recovery for Cr (VI) was not obtained. When ascorbic acid solution was only used as eluent solution, the percent recovery for Cr(VI) was found as $51 \pm 3\%$ because Cr(VI) ion can be reduced to Cr(III) ion and ascorbic acid in solution can easily oxidize into dehydroascorbic acid and $2H^+$ ions by air oxygen. To prevent this oxidation,

ascorbic acid and HCl mixture solutions were prepared and used as eluent solution. The average values of Cr(VI) recoveries obtained with ascorbic acid solution only or mixtures of HCl + ascorbic acid solutions prepared were given in Table 1. As seen in Table 1, when 5 mL eluent solution containing 1 mol/L HCl + 2% (m/v) ascorbic acid solution was used, the percent recovery of Cr(VI) obtained at pH 6 was about 100%. Therefore, the pH effect of solution containing Cr(III) and Cr(VI) ions for adsorption on the resin was repeated five times by using 5 mL of eluent solution containing 1 mol/L HCl and 2% (m/v) ascorbic acid.

Table 1. Effect of eluent solution type and concentration on the recovery of Cr(VI)

Eluent solution type	R% \pm s ^a
10 mL of 2 % (m/v) ascorbic acid	51 \pm 3
10 mL of 2 mol/L HCl + 2 % (m/v) ascorbic acid	61 \pm 2
10 mL of 2 mol/L HCl + 1 % (m/v) ascorbic acid	64 \pm 1
10 mL of 1 mol/L HCl + 2 % (m/v) ascorbic acid	87 \pm 3
10 mL of 1 mol/L HCl + 1 % (m/v) ascorbic acid	49 \pm 3
5 mL of 2 mol/L HCl + 2 % (m/v) ascorbic acid	98 \pm 3
5 mL of 2 mol/L HCl + 1 % (m/v) ascorbic acid	81 \pm 4
5 mL of 1 mol/L HCl + 2 % (m/v) ascorbic acid	100 \pm 2
5 mL of 1 mol/L HCl + 1 % (m/v) ascorbic acid	90 \pm 4

Note: ^a Mean of the three determinations

3.3. Flow rate effect of sample solution

Flow rate effect of sample solution containing Cr(III) and Cr(VI) ions passing through column was studied. Because a large volume of sample solution was needed to get a high enrichment factor, passing this solution through column was time-consuming. The highest flow rate for passing the sample solution was preferred. On the other hand, adequate contact time may not be obtained to retain the Cr(VI) ions on the resin at high flow rates. Because of this, it was agreed upon that the sample solutions might be run through the column

at an appropriate flow rate in order to maximize recovery. In order to determine the appropriate flow rate, the model solutions were passed through column under optimum conditions (pH of solution and type of eluent solution) with flow rate adjusted in the range of 1 - 6 mL/min. Figure 2 showed the means of the recovery values obtained vs the sample solution's flow rate. The best flow rate was discovered to be roughly 3 mL/min, as seen in Figure 2, as the percent recovery declined above this point. The flow rate of eluent solution was applied as 1 mL min⁻¹ because the volume of elution solution was small.

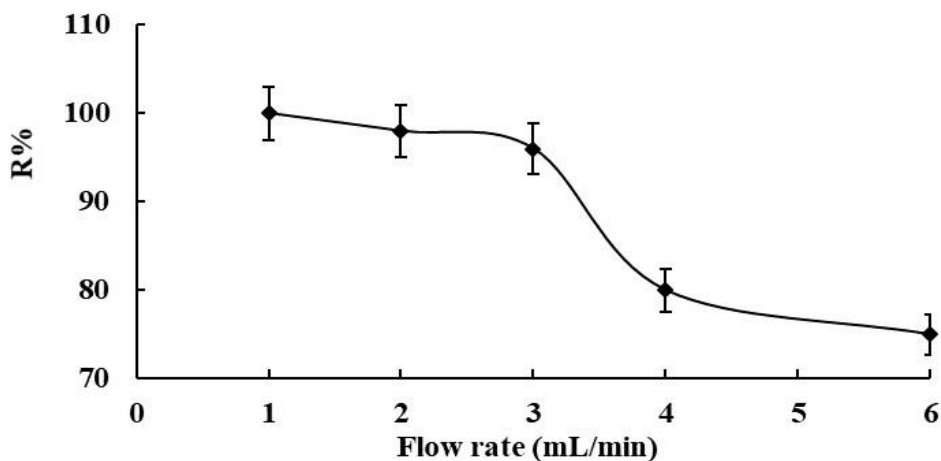


Figure 2. Effect of flow rate of sample solution

3.4. Sample volume effect

Sample volume effect was investigated to determine a suitable and applicable sample volume. For this purpose, 50, 100, 250, 500, 750 and 1000 mL of the model solutions containing 10 μg of Cr(VI) were prepared by applying general procedure given above. The percent recovery of Cr(VI) quantitatively increased up to 100% when the sample volume was about 500 mL. The percent recovery of Cr(VI) ion decreased to 85% when 750 mL or higher sample volume was used. The enrichment factor (EF) of Cr(VI) ion was found as 100 (500 mL of sample/5 mL of eluent). This result showed that Cr(VI) could be pre-concentrated from sample solutions at low concentration (0.020 mg/L) and determined by using FAAS.

3.5. Analytical features

Analytical features such as limits of detection (LOD) and quantification (LOQ), precision and linear working range were calculated for Cr(VI) at optimum conditions obtained. For the precision of method, a general procedure was carried out using 50 mL solution containing 10 μg Cr(VI) and 10 μg Cr(III) and concentration of Cr(VI) ion was determined by using FAAS after pre-concentration. The average values of recoveries obtained from eight determinations for Cr(VI) was about $99 \pm 1\%$ at 95% confidence level, and the percent standard deviation of recovery was about 2.0%. The 50 mL solution containing only 10 μg Cr(III) was first oxidized to Cr(VI) using procedure and pre-concentration /elution cycle was applied. The eluent solution was analyzed as Cr(VI) and $100 \pm 1\%$ recovery for Cr(VI) was

obtained from eight determinations of Cr(III) with standard deviation of recovery about 1.4%. The Linear working range for Cr determination was 0.04 - 5 mg/L using direct calibration graphic method. Calibration equation obtained was $A = 0.07177xC + 0.00069$, where C is Cr concentration (in mg/L) and A is absorbance. The 50 mL blank solution was passed through the column at pH 6.0 to determine the instrumental detection limit and the retained Cr(VI) was eluted using 50 mL of eluent solution containing 1 mol/L HCl + 0.1 mol/L ascorbic acid solution. The ratio of three times the standard deviation of the blank absorbance readings ($N = 17$) to the slope of the calibration curve ($\text{LOD}_i = 3s/m$) yielded the instrumental detection limit, which was determined to be $11.3 \mu\text{g L}^{-1}$ for Cr(VI). Analytical detection limit was obtained as 0.113 $\mu\text{g/L}$ by dividing the instrumental detection limit to enrichment factor (100) (Sahayam, 2002). The instrumental limit of quantification ($\text{LOQ} = 10s/m$) was calculated as 37.5 $\mu\text{g/L}$ and the analytical limit of quantification was calculated as 0.38 $\mu\text{g/L}$.

3.6. Matrix effect

Matrix effect of foreign metal ions in real samples such as waters for the retention of Cr(VI) on Amberlite IRA 900 resin was also studied. For this purpose, solutions containing Fe(III), Cu(II), Zn(II), Cd(II), Mn(II), Ni(II), Na(I), K(I), Ca(II) and Mg(II) ions at different concentrations were prepared from nitrate salts. Appropriate concentrations of foreign ions were separately added to 50 mL - volumetric flask containing 10 μg of Cr(VI) and total volume was diluted to 50 mL. Means of recovery values of Cr(VI) in

different concentrations of foreign ions were given in Table 2. As seen in Table 2, after applying proposed method, Cr(VI) was determined quantitatively (about 100 %) in presence of 250 mg/L of K, 50 mg/L of Na, 25 mg/L of Ca and Mg and 5 mg/L of Cd. In presence of other ions, percent recovery of Cr(VI) decreased seriously. The reason of this decrease could be the formation of metal-chromate aqueous complexes such as

NaCrO_4^- , FeCrO_4^+ , CaCrO_4 , NiCrO_4 , ZnCrO_4 and MnCrO_4 (Tunçeli et al., 2013). The interferences of these ions were prevented by masking them with the addition of sodium fluoride (NaF) and ethylenediamine tetra acetic acid (EDTA) mixture solutions (Table 2). The results showed that Cr(VI) could be determined from water samples by using this proposed method.

Table 2. The concentration effects of some foreign ions on the recovery of Cr(VI)

Foreign ions	Concentration (mg/L)	Recovery ^a (%)	Recovery ^{a,b} (%)
K ⁺	250	104 ± 3	-
	500	83 ± 3	-
Na ⁺	5	100 ± 2	-
	50	95 ± 4	-
	100	85 ± 3	-
Mg ²⁺	25	101 ± 5	-
	100	87 ± 2	-
Ca ²⁺	25	101 ± 5	-
	50	92 ± 4	-
Cd ²⁺	5	96 ± 4	-
	50	82 ± 3	-
Zn ²⁺	5	91 ± 4	101 ± 2
	25	80 ± 1	103 ± 1
	50	-	102 ± 2
Mn ²⁺	25	87 ± 3	96 ± 2
	100	53 ± 2	82 ± 3
Cu ²⁺	1	86 ± 3	99 ± 2
	5	-	102 ± 3
	50	-	97 ± 4
Fe ³⁺	1	82 ± 1	101 ± 3
	2	-	100 ± 5
	5	-	65 ± 1
Ni ²⁺	1	83 ± 3	104 ± 5

^a Mean ± standard deviation for five determination

^b By masking agent (2.0 mL of 0.01 mol/L EDTA and 0.1 mol/L NaF)

3.7. Column reusability, accuracy and application of the method proposed

The reusability of the column containing Amberlite IRA 900 resin was investigated. After regeneration with 10 mL of 1 mol/L HCl solution and water, respectively, a column can be used again. For approximately 25 cycles of adsorption, elution, and regeneration, the resin remained stable with no discernible decrease in Cr(VI) ion recovery.

The chromium-containing standard reference material (CWW-TM-D Waste Water) was examined to assess the precision of the suggested technique and is provided in Table 3. Table 3 illustrates that the results showed a good agreement with the certified value, with a percent relative error of less than 4%. The suggested technique was used to measure the chromium content of the dam and tap waters.

Table 3. Determination of chromium in real samples (Volume of water sample: 50 mL)

Sample	Added (mg/L)		Found (mg/L) ^a			Certified (mg/L)	Relative error for total chromium (%)
	Cr(VI)	Cr(III)	Cr(VI)	Cr(III)	Total Chromium		
CWW-TM-D Waste Water	-	-	98.5±1.2	-	98.5±1.2	100 ± 1	-1.5
Tap Water (Ankara)	-	-	< LOQ	< LOQ	< LOQ		-
	0.200	-	0.193±0.020	-	0.193±0.020		- 3.5
	0.400	-	0.394±0.035	-	0.394±0.035		- 1.5
	-	0.200	-	0.201±0.022	0.201±0.022		+ 0.5
	-	0.400	-	0.398±0.038	0.398±0.038		- 0.5
	0.100	0.200	0.101±0.020	0.203±0.025	0.311±0.032		+ 3.7
Dam Water (Çubuk Ankara)	0.200	0.200	0.198±0.028	0.199±0.030	0.399±0.041		-0.25
	-	-	< LOQ	< LOQ	< LOQ		-
	0.200	-	0.196±0.016	-	0.196±0.016		-2.0
	0.400	-	0.386±0.028	-	0.386±0.028		-3.5
	-	0.200	-	0.199±0.015	0.199±0.015		- 0.5
	-	0.400	-	0.402±0.030	0.402±0.030		+ 0.5
	0.100	0.200	0.098±0.009	0.202±0.014	0.309±0.017		+ 3.0
	0.200	0.200	0.198±0.014	0.200±0.016	0.401±0.021		+ 0.25

^a Mean of three replicate measurements at 95% confidence level, $\bar{X} \pm t_{\alpha/2} s / \sqrt{N}$.

3.8. Effect of initial Cr(VI) concentration on amberlite IRA 900 resin

A batch approach was employed at pH 6 with four distinct initial Cr(VI) concentrations at temperatures (298 K, 308 K, 318 K, and 328 K) in order to ascertain the impact of the initial Cr(VI) concentration on the adsorption capacity of Amberlite IRA 900. Figure 3 showed the outcomes derived from the mean of three duplicate measurements. Up to the necessary equilibrium, the adsorption capacity of the resin increases as the

starting concentration of Cr(VI) increases. Because the initial concentration of a metal acts as a catalyst to reduce the resistance to mass transfer between the solid phase and aqueous solution. As demonstrated in Figure 3, the adsorption equilibrium capacity grew until it reached 300 mg/L at which point it stabilized as the temperature rose. For the purpose of determining the adsorption kinetics, the equilibrium concentration of Cr(VI) was therefore determined to be 300 mg/L.

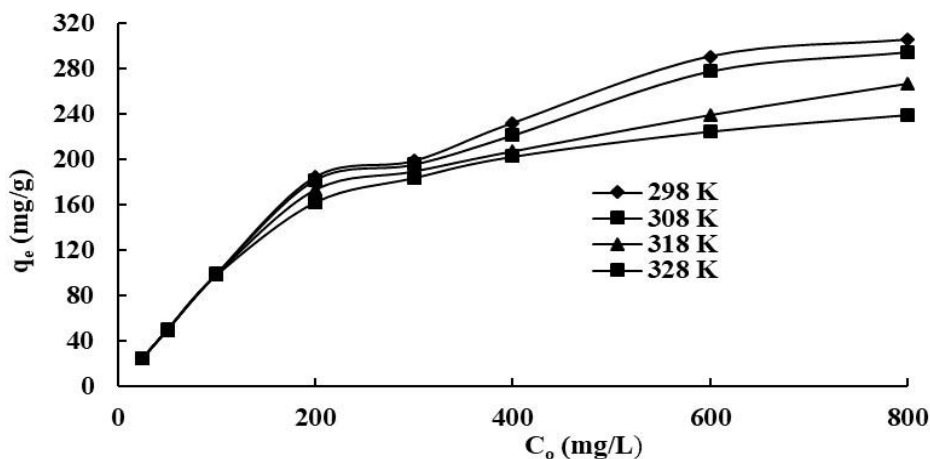


Figure 3. The effect of initial concentration of Cr(VI) on adsorption at different temperatures (Sample volume: 50 mL, pH: 6)

3.9. Adsorption isotherm models

Adsorption isotherm models were used to explain the relationship of metal ions between in aqueous solution and in solid-phase at equilibrium. The Langmuir, Freundlich, and Dubinin-Radushkevich isotherm models were each used independently for this purpose.

For the adsorption of metal ions from aqueous solutions, the Langmuir adsorption isotherm model was frequently employed. A basic assumption of the Langmuir theory is that the adsorption of a metal can be increased until the saturated monolayer adsorption is reached (Tunçeli and Türker, 2002).

The linearized Langmuir isotherm model for the saturated monolayer side was given in Eqn. (2).

$$\frac{C_{eq}}{q_{eq}} = \frac{1}{K_L q_m} + \frac{C_{eq}}{q_m} \quad (2)$$

where, C_{eq} is equilibrium concentration of metal ion (mg/L), q_{eq} is amount of metal ion adsorbed (mg/g) at equilibrium experimentally, q_m is monolayer adsorption capacity of adsorbent (mg/g) and K_L is the Langmuir adsorption constant (L/mg) related to free energy of adsorption. A plot of C_{eq}/q_{eq} versus C_{eq} was depicted in Figure 4. As seen in Figure 4, the slope and the intercept of the calibration graphic were $1/q_m$ and $1/(K_L q_m)$, respectively.

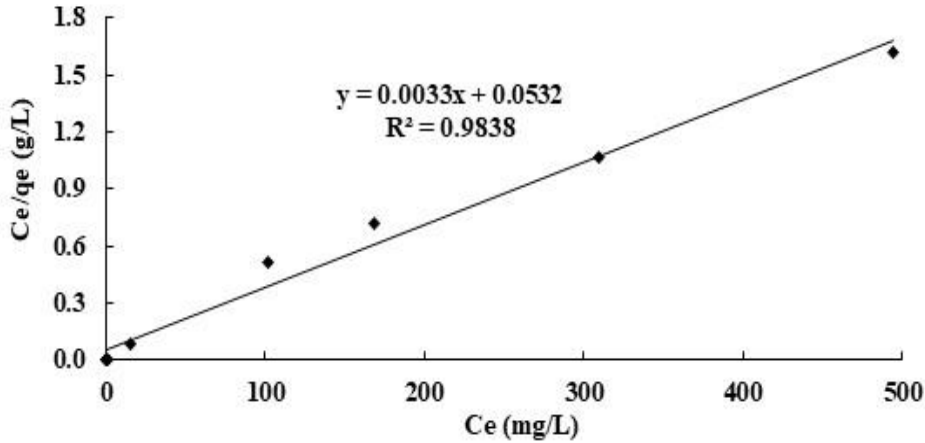


Figure 4. The linearized Langmuir isotherm model at 298 K (pH: 6)

For active sites with varying energies and heterogeneous adsorption, the Freundlich isotherm model may be applied (Zarghami et al., 2016). The Linearized Freundlich model was given in Eqn. (3).

$$\log q_{eq} = \log K_F + \frac{1}{n} \log C_{eq} \quad (3)$$

where, K_F is a constant related to the adsorption capacity and $1/n$ is an empirical parameter related to the adsorption intensity which varies with the heterogeneity of adsorbent. A plot of $\log q_{eq}$ versus C_{eq} was indicated as a straight line with slope $1/n$ and intercept K_F of the calibration graphic, respectively. The parameters obtained from the Langmuir and Freundlich isotherm models were given in Table 4. As seen in Table 4, experimental adsorption capacities ($q_{eq,exp}$) at each temperature were nearly the same with the theoretical

adsorption capacities ($q_{m,cal}$) obtained from the Langmuir adsorption model. The correlation coefficients (R^2) obtained from the Langmuir adsorption model were more acceptable than the Freundlich adsorption model at different temperatures. Because of these, the Langmuir adsorption model was preferred. In addition, the isotherm model's form was utilized to forecast the favorable or unfavorable adsorption system. Equation (4) defined the equilibrium parameter R_L , which was used to describe the Langmuir isotherm model.

$$R_L = \frac{1}{1 + K_L C_0} \quad (4)$$

where K_L is the previously mentioned Langmuir constant and C_0 is the initial Cr(VI) ion concentration (mg/L). Four probabilities are utilized to determine the R_L value: (i)

advantageous adsorption, defined as $0 < RL < 1$, (ii) unfavorable adsorption, defined as $RL > 1$, (iii) linear adsorption, defined as $RL = 1$, and (iv) irreversible adsorption, defined as $RL = 0$. For every starting concentration (10–800 mg/L) at every temperature, the computed RL values ranged from 0 to 1. It was demonstrated that Cr(VI) ion adsorption on Amberlite IRA 900 was advantageous at all temperatures.

The Dubinin-Radushkevich (D - R) isotherm model was fitted to the experimental equilibrium data (q_{eq}) in order to identify whether the adsorption process was physical or chemical [24]. Equation (5) provided an explanation of the linearized D-R isotherm model.

$$\ln q_{eq} = \ln q_m - \beta \epsilon^2 \tag{5}$$

where, q_{eq} is amount of metal ion adsorbed per weight of adsorbent (mol/g), q_m is maximum adsorption capacity (mol/g), β is activity coefficient (mol^2/J^2) related to the adsorption mean

free energy and ϵ is the Polanyi potential [$\epsilon = RT \ln(1 + \frac{1}{C_{eq}})$]. Difference in free energy between the adsorbed phase and the saturated liquid phase was referred to as adsorption potential which was first put forward by the Polanyi and developed by the Dubinin [40]. Free energy E (J/mol) was given by Equation (6).

$$E = \frac{1}{\sqrt{-2\beta}} \tag{6}$$

A plot of $\ln q_{eq}$ versus ϵ^2 was depicted in Figure 5. As seen in Figure 5, the slope of D-R plot was given as β constant and q_m values were calculated from the intercept. The E value explains that adsorption mechanism is the physical or chemical ion-exchange. If E is between 8 and 16 kJ/mol, the adsorption process is chemical ion exchange. When E is less than 8 kJ/mol, adsorption process is explained as physical ion exchange [28]. Mean adsorption energy (E) at each temperature was calculated and given in Table 4. As seen in Table 4, adsorption process was chemical ion exchange.

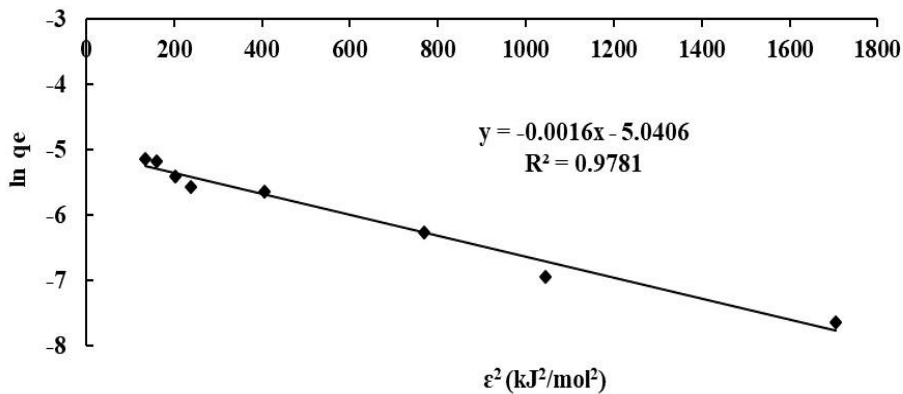


Figure 5. Linearized D-R isotherm at 298 K

Table 4. Parameters obtained from Langmuir, Freundlich and D-R isotherms

Temperature (K)	$q_{e,exp}$ (mg/g)	Langmuir			Freundlich			D-R		
		$q_{m,cal}$ (mg/g)	K_L (L/mg)	R^2	K_F	n	R^2	E (kJ/mol)	q_m (mg/g)	R^2
298	305	303	0.062	0.9838	87.5	4.86	0.9804	17.68	336	0.9781
308	295	294	0.059	0.9835	73.2	4.27	0.9566	16.22	371	0.9767
318	267	263	0.062	0.9874	65.8	4.27	0.9358	16.22	345	0.9722
328	239	238	0.075	0.9946	60.3	4.23	0.9392	16.66	324	0.9748

3.10. Chi-square (X^2) analysis

The Chi-square (X^2) analysis was used to explain a suitable isotherm model for the adsorption of Cr(VI) ions on Amberlite IRA 900 resin from aqueous solutions (Tunçeli et al, 2022; Mustapha et al., 2019; Karthik and Meenakshi, 2015). Mathematical explanation of the X^2 analysis was given by equation (7):

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(q_{e,exp} - q_{m,cal})^2}{q_m} \quad (7)$$

where, q_e and q_m are the experimental equilibrium ($q_{e,exp}$) and theoretical equilibrium adsorption capacities ($q_{m,cal}$) calculated from models (mg/g), respectively. As seen in Table 4, the $q_{e,exp}$ and $q_{m,cal}$ values were close to each other for Langmuir isotherm model at 298, 308, 318 and 328 K and X^2 values were near to zero. When the correlation coefficients (R^2) obtained from isotherm models for Cr(VI) were compared, R^2 values found from the Langmuir model were about 1.0 and higher than the R^2 values from other isotherm models. Therefore, the Langmuir isotherm model was suitable for adsorption process proposed.

3.11. Contact time and temperature

Contact time and temperature for adsorption of Cr(VI) ions are suitable for adsorbents in applications. Adsorption rate may be related to form and structure of adsorbent [29, 43 - 47]. Effects of contact time and temperature on adsorption of Cr(VI) on resin were studied to obtain the optimum contact time and temperature for adsorption process. The means of three replicate measurements with standard deviation (less than 3%) were obtained. The contact times for the adsorption of Cr(VI) on resin at 298, 308, 318 and 328 K were shown in Figure 6. As seen in Figure 6, adsorption of Cr(VI) increased faster by increasing the contact time up to 15 min and slowly increased up to 90 min and after then, it was almost constant. Optimum contact time of Cr(VI) was about 90 min. When temperature of adsorption process was increased from 298 K to 328 K, the adsorption of Cr(VI) decreased slowly. These results were explained that the adsorption of Cr(VI) on the resin was exothermic. Therefore, 298 K was found to be the ideal temperature (Tunçeli et al., 2022; Karthik and Meenakshi, 2015; Wang et al., 2016; Xiong et al., 2015).

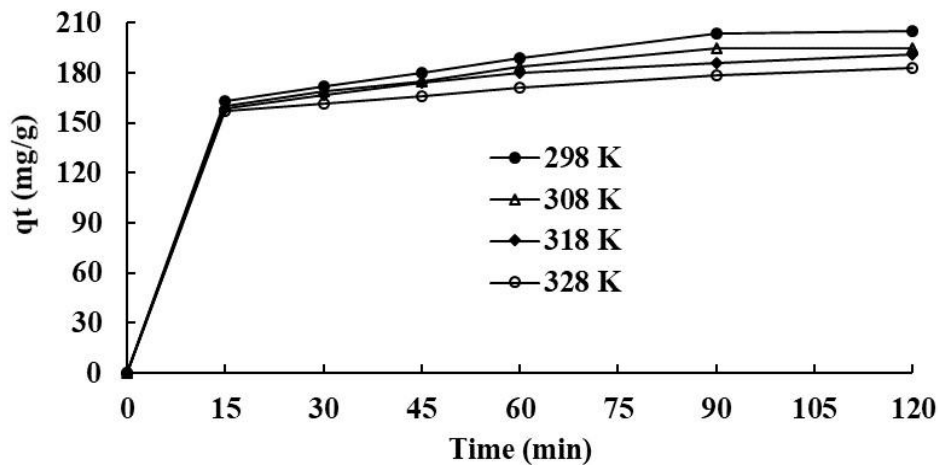


Figure 6. Effect of contact time and temperature for adsorption of Cr(VI) on Amberlite IRA 900 resin at pH 6.0.

3.12. Adsorption kinetics

50 mL of 300 mg/L Cr(VI) ion solutions, including 0.05 g of resin, were agitated at predetermined intervals (15, 30, 45, 60, 90, and 120 min) at a fixed speed of 150 rpm in order to ascertain the adsorption kinetics of Cr(VI) on Amberlite IRA 900. The experimental data was subjected to linearized variants of the pseudo-first order,

pseudo-second order, and second order kinetic models developed by Lagergren (Tunçeli et al., 2013; Aksu, 2002). The following equations (8, 9, 10) provided models:

Pseudo first order:

$$\log(q_{eq} - q_t) = \log q_{eq} - \frac{k_1}{2.303} t \quad (8)$$

Pseudo second order:

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_{eq}^2} + \left(\frac{1}{q_{eq}}\right) t \tag{9}$$

Second order:

$$\frac{1}{(q_{eq} - q_t)} = \frac{1}{q_{eq}} + k t \tag{10}$$

where, q_{eq} and q_t (mg/g) are metal ions adsorbed by adsorbent at equilibrium and at time t (min), respectively. The k_1 is rate constant of pseudo-first order kinetic model (1/min). The k_2 is rate constant of pseudo second order kinetic model (g/(mg min)) and k is rate constant of second order kinetic model (g/(mg min)).

The adsorption rate constants were determined experimentally by plotting of $\log (q_{eq}-q_t)$, t/q_t and $1/(q_{eq}-q_t)$ versus t , respectively and kinetic parameters obtained were given in Table 5. The plot of t/q_t versus t was depicted in Figure 7 as an example. It was clear from the results given in Table 5 that the adsorption of Cr(VI) on Amberlite IRA 900 resin was suitable for the pseudo-second order kinetic, because its R^2 values (0.9961-0.9981) found at different temperatures were higher than R^2 values of pseudo-first order kinetic (0.8512 - 0.9095) and R^2 values of the second order kinetic (0.6016 - 0.9118) found.

Table 5. Lagergren parameters for kinetics

Temperature (K)	Puseudo first order			Puseudo second order			Second order		
	q_e (mg/g)	k_1 (1/min)	R^2	q_e (mg/g)	k_2 g/(min mg)	R^2	q_e (mg/g)	k g/(min mg)	R^2
298	172.8	0.053	0.9095	208.3	1.14×10^{-3}	0.9987	5.16	0.0123	0.8366
308	170.4	0.059	0.9091	200.0	1.40×10^{-3}	0.9973	2.24	0.0213	0.6016
318	93.2	0.035	0.8673	192.3	1.70×10^{-3}	0.9981	107.5	0.0200	0.9118
328	87.3	0.035	0.8512	185.2	1.83×10^{-3}	0.9979	6.21	0.0024	0.8359

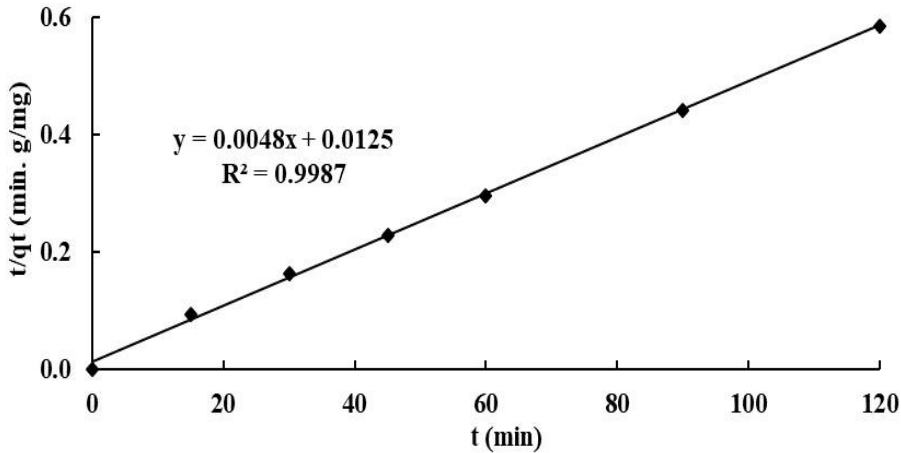


Figure 7. Lagergren Puseudo second order rate kinetic for Cr(VI) absorption.

3.13. Adsorption thermodynamics

Metal ions in solution → Metal ions on adsorbent is one way to explain the adsorption-desorption process of metal ions on adsorbent at equilibrium.

Equation (11) explains the apparent equilibrium constant (K'_c) of the adsorption reaction dependent on concentration.

$$K'_c = \frac{C_{ad.eq}}{C_{eq}} \tag{11}$$

where, $C_{ad.eq}$ and C_{eq} are equilibrium concentrations of metal ions on adsorbent and in solution, respectively. Apparent equilibrium constant values (K'_c) were calculated according to Equation (11) at different initial concentrations of Cr(VI) to obtain thermodynamic equilibrium constant (K_c^o). K'_c versus concentration of Cr(VI) in the solution (C_{eq}) at each temperature was plotted. Obtained-line was extrapolated to zero for infinite dilution and thermodynamic equilibrium constants (K_c^o) were obtained at 298, 308, 318 and 328 K [48].

The thermodynamic parameters (ΔG° , ΔH° and ΔS°) were calculated with the Equations (12) and (13).

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K_c^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ \quad (12)$$

$$\ln K_c^\circ = \frac{\Delta S^\circ}{R} - \frac{\Delta H^\circ}{RT} \quad (13)$$

where, R is gas constant (8.314 J/mol) and T is temperature (K). ΔG° indicates the spontaneity of chemical reaction. The ΔG° values for adsorption of Cr(VI) on Amberlite IRA900 resin were calculated according to Equation 12 and the results were given in Table 6. As seen in Table 6, all ΔG° values found were negative. Negative values of ΔG° indicated that the adsorption of Cr(VI) on resin was feasible and spontaneous at four different temperatures.

The plot of $\ln K_c^\circ$ values versus $1/T$ according to Equation 13 was depicted in Figure 8. Enthalpy and entropy changes were determined from slope and intercept, respectively. The ΔH° and ΔS°

values obtained were given in Table 6. As seen in Table 6, negative value of enthalpy change (ΔH°) showed that adsorption of Cr(VI) on resin was exothermic. The negative value of entropy change (ΔS°) indicated that regularity at solid/liquid interface was increased during adsorption of Cr(VI) on Amberlite IRA 900 resin.

After determining kinetics of ion exchange reaction related to the adsorption of Cr(VI) ion on the resin as pseudo-second-order, the activation energy (E_a in J/mol) was calculated using Equation (14).

$$\ln k = -\left(\frac{E_a}{R}\right)\frac{1}{T} + \ln A \quad (14)$$

Plotting the rate constant values versus $1/T$ for Cr(VI) at four distinct temperatures (298 K, 308 K, 318 K, and 328 K) was done using pseudo second order kinetics. The results are shown in Figure 9. Activation energy of Cr(VI) ion was obtained from the slope of straight line according to Equation (14) and was given as 13.12 kJ/mol in Table 6.

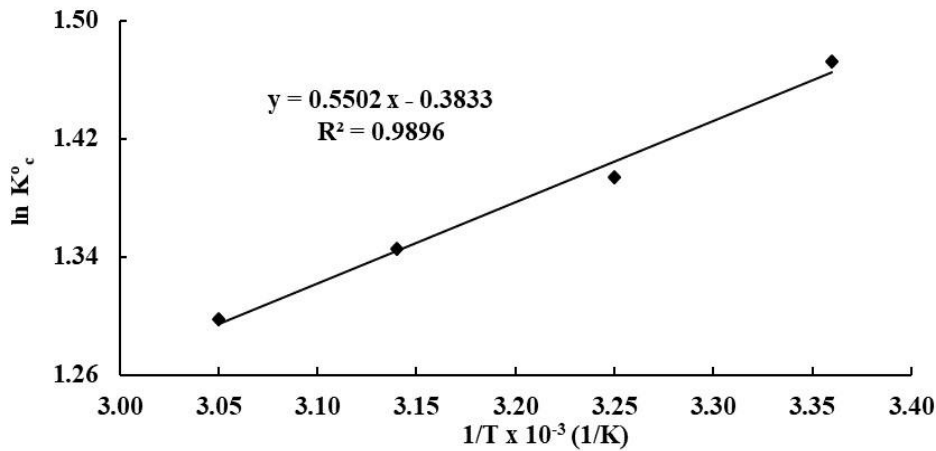


Figure 8. Determination of enthalpy any entropy

Table 6. Thermodynamic parameters for adsorption of Cr(VI) on Amberlite IRA 900 resin

36	K_C°	ΔG° (kJ/mol)	ΔH° (kJ/mol)	ΔS° J/(mol/K)	E_a (kJ/mol)
298	4.3570	- 3.65	- 4.57	- 3.19	13.12
308	4.0295	- 3.57			
318	3.8373	- 3.56			
328	3.6632	- 3.54			

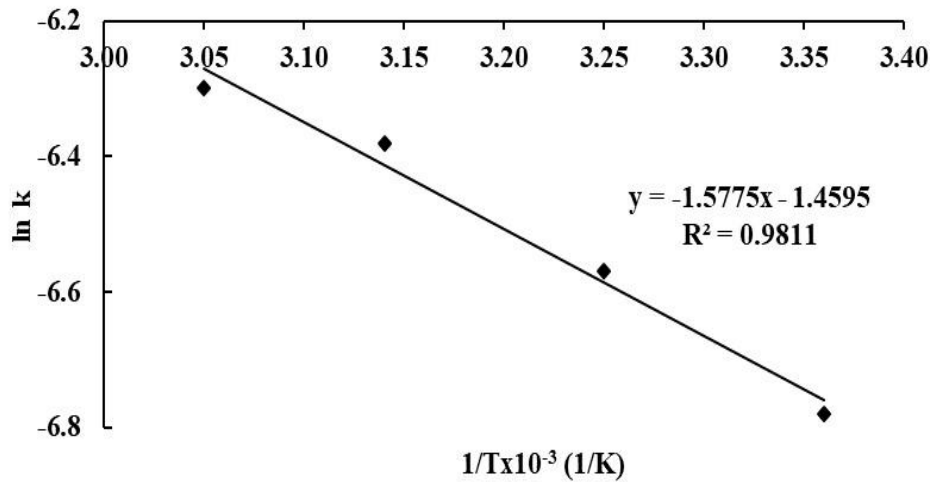


Figure 9. Determination of activation energy for adsorption of Cr(VI) on the adsorbent.

4. CONCLUSION

Amberlite IRA 900 resin as a solid-phase extractor provides a simple, selective, accurate, economic, rapid and precise for separation of Cr(III) and Cr(VI) ions and for the determination of Cr(VI). The Langmuir model is better in application than the Freundlich adsorption isotherm model. Mono layer adsorption capacity of Amberlite IRA 900 for Cr(VI) was found as 305 mg/g at 298 K. From D - R model, Cr(VI) adsorption on the resin was found to be a chemical ion exchange process. The kinetic data revealed that adsorption of Cr(VI) ion on resin followed by pseudo second order kinetic. Negative values of ΔG° support spontaneous and favorable adsorption of Cr(VI) ion and negative value of ΔH° shows exothermic nature of adsorption. Negative value of ΔS° indicated that randomness had decreased at solid liquid interface.

ACKNOWLEDGEMENTS

The laboratory investigations were supported by Gazi University, which the authors acknowledge.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors disclosed no conflicts of interest.

REFERENCES

- Aksu, Z., (2002). "Determination of the equilibrium, kinetic and thermodynamic parameters of the batch biosorption of nickel(II) ions onto *Chlorella vulgaris*", *Process Biochemistry*, 38: 89 – 99,
- Aydın, F.A., Soylak, M., (2009). "Thulium hydroxide: A new coprecipitant for speciation of chromium in natural water samples", *J. Hazard. Mater.*, 162: 1228–1232,
- Bahadır, Z., Bulut, V.N., Hidalgo, M., Soylak, M., Margui, E., (2016). "Cr speciation in water samples by dispersive liquid-liquid micro extraction combined with total reflection X-ray fluorescence spectrometry", *Spectrochim Acta Part B*, 115: 46–51
- Ball, J.W., McCleskey, R.B., (2003). "A new cation-exchange method for accurate field speciation of hexavalent chromium", *Talanta*, 61: 305–313,
- Béni, A., Karosi, R., Posta, J., (2007). "Speciation of hexavalent chromium in waters by liquid-liquid extraction and GFAAS determination", *Microchem. J.*, 85: 103–108
- Berber, Y., Amara, M., & Kerdjoudj, H. (2008). Anion exchange resin applied to a separation between nitrate and chloride ions in the presence of aqueous soluble polyelectrolyte. *Desalination*, 223(1-3), 238-242.
- Bobrowski, A., Baś, B., Dominik, J., Niewiara, E., Szalińska, E., Vignati, D., Zarębski, J., (2004). "Chromium speciation study in polluted waters using catalytic adsorptive stripping voltammetry and tangential flow filtration", *Talanta*, 63: 1003–1012,

- Cavoca, S.A., Fernandes, S., Augusto, C.M., Quina, M.J., Gando-Ferreira, L.M., (2009). "Evaluation of chelating ion-exchange resins for separating Cr(III) from industrial effluents", *J. Hazard. Mater.*, 169: 516–523,
- Chamjangali, M.A., Goudarzi, N., Mirheidari, M., Bahramian, B. (2011). "Sequential eluent injection technique as a new approach for the on-line enrichment and speciation of Cr(III) and Cr(VI) species on a single column with FAAS detection", *J. Hazard. Mater.*, 192: 813–821,
- Chwastowska, J., Skwara, W., Sterlińska, E., Pszonicki, L., (2005). "Speciation of chromium in mineral waters and salinas by solid-phase extraction and graphite furnace atomic absorption spectrometry", *Talanta*, 66: 1345 – 1349
- Deng, S., Wang, P., Zhang, G., Dou, Y., (2016). "Polyacrylonitrile-based fiber modified with thiosemicarbazide by microwave irradiation and its adsorption behavior for Cd(II) and Pb(II)", *J. Hazard. Mater.*, 307: 64–72,
- El-Shahawi, M.S., Hassan, S.S.M., Othman, A.M., El-Sonbati, M.A., (2008). "Retention profile and subsequent chemical speciation of chromium (III) and (VI) in industrial wastewater samples employing some onium cations loaded polyurethane foams", *Microchemical J.* 89: 13-19,
- Esfandian, H., Ghanbari Pakdehi, S., Cattallany, M., (2020). "Development of a novel method for sodium azide removal from aqueous solution using amberlite IRA-900: batch and column adsorption studies", *Desalination and Water Treatment*, 193: 381–391,
- Gu, Y., Zhu, X., (2011). "Speciation of Cr(III) and Cr(VI) ions using a β -cyclodextrin-crosslinked polymer micro-column and graphite furnace atomic absorption spectrometry", *Microchim. Acta*, 173: 433 – 438
- Hasayn, S.M., Saeed, M.M., Ahmed, M., (2002). "Sorption and thermodynamic behavior of zinc(II)-thioctnate complexes onto polyurethane foam from acidic solutions. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 252(3): 477–484,
- Hashemi, P., Boroumand, J., Fat'hi, M.R., (2004). "A dual column system using agrose-based adsorbents for preconcentration and speciation of chromium in water", *Talanta*, 64: 578–583,
- Hassanien, M.M., Kenawy, I.M., El-Menshawy, A.M., El-Asmy, A.A., (2008). "A novel method for speciation of Cr(III) and Cr(VI) and individual determination using Duolite C20 modified with active hydrazine", *J. Hazard. Mater.*, 158: 170–176
- Hosseini, M.S., Belador, F., (2009). "Cr(III)/Cr(VI) speciation determination of chromium in water samples by luminescence quenching of quercetin", *J. Hazard. Mater.*, 165: 1062–1067,
- Jachula, J., Hubicki, Z. (2013). "Removal of Cr(VI) and As(V) ions from aqueous solutions by polyacrylate and polystyrene anion exchange resins", *Appl. Water Sci.*, 3: 653 – 664,
- Kalidhasan, S., Rajesh, N., (2009). "Simple and selective extraction process for chromium (VI) in industrial wastewater", *J. Hazard. Mater.*, 170: 1079–1085,
- Karthik, R., Meenakshi, S., (2015). "Synthesis, characterization and Cr(VI) uptake study of polyaniline coated chitin", *Intern. J. Biolog. Macromolec.*, 72: 235–242,
- Kendüzler, E., Yalçınkaya, Ö., Baytak, S., Türker, A.R., (2007). "Application of full factorial design for the preconcentration of chromium by solid phase extraction with Amberlyst 36 resin", *Microchim. Acta*, 160; 389–395,
- Kiran, K., Kumar, K.S., Prasad, B., Suvadhan, K., Babu, L.R., Janardhanam, K., (2008). "Speciation determination of chromium (III) and (VI) using preconcentration cloud point extraction with flame atomic absorption spectrometry (FAAS)", *J. Hazard. Mater.*, 150: 582–586,

- Li, G., Zhang, A., Qi, X., Yan, G., Zhi, G., (2023). "Arsenic removal from aqueous solution by chitosan loaded with Al/Ti elements", *Sep. Sci. Technol.*, 58(13): 2298-2306,
- Liang, P., Shi, T., Lu, H., Jiang, Z., Hu, B., (2003). "Speciation of Cr(III) and Cr(VI) by nanometer titanium dioxide micro-column and inductively coupled plasma atomic emission spectrometry", *Spectrochim. Acta Part B*, 58: 1709 – 1714
- Mariano Alegre, D.C., Dos Santos, P.M., De Oliveira, P.C., Tarley, C.R.T., Barros, W.R.P., Corazza, M.Z., (2021). "Simple and efficient method for the determination of Cr(VI) ions in water samples using m-MWCNT@APTMS through dispersive magnetic solid phase extraction", *Intern. J. Environ. Anal. Chem.*, 103(8), 1–19,
- Mohan, D., Pittman Jr, C.U., (2006). "Activated carbons and low cost adsorbents for remediation of tri- and hexavalent chromium from water", *J. Hazard. Mater.*, 137: 762–811,
- Motomizu, S., Jitmanee, K., Oshima, M., (2003). "On-line collection/concentration of trace metals for spectroscopic detection via use of small-sized thin solid phase (STSP) column resin reactors. Application to speciation of Cr(III) and Cr(VI)", *Anal. Chim. Acta*, 499: 149 – 155,
- Mustapha, S., Shuaib, D.T., Ndamitso Etsuyankpa, M.M., Sumaila, M.B., (2019). "Adsorption isotherm, kinetic and thermodynamic studies for the removal of Pb(II), Cd(II), Zn(II) and Cu(II) ions from aqueous solutions using Albizia lebbeck pods", *Applied Water Science*, 9(6): 142.,
- Narin, I., Kars, A., Soylak, M., (2008). "A novel solid phase extraction procedure on Amberlite XAD-1180 for speciation of Cr(III), Cr(VI) and total chromium in environmental and pharmaceutical samples", *J. Hazard. Mater.*, 150: 453-458,
- Pomeroy, S. L., Tamayo, P., Gaasenbeek, M., Sturla, L. M., Angelo, M. (2002). "Prediction of central nervous system embryonal tumor outcome based on gene expression", *Letter to Nature*, 436-442,
- Sadeghi, S., Moghaddam, A.Z., (2016). "Multiple response optimization of sequential speciation of chromium in water samples by in situ solvent formation dispersive liquid–liquid microextraction prior to electrothermal atomic absorption spectrometry determination", *J. Iranian Chem. Soc.*, 13: 117–130
- Sahayam, A.C., (2002). "Speciation of Cr(III) and Cr(VI) in potable water by using activated neutral alumina as collector and ET-AAS for determination", *Anal. Bioanal. Chem.*, 372: 840–842
- Sarı, A., Tüzen, M., (2009). "Kinetic and equilibrium studies of biosorption of Pb(II) and Cd(II) from aqueous solution by macrofungus (*Amanita rubescens*) biomass", *J. Hazard. Mater.*, 164: 1004–1011,
- Sumida, T., Ikenoue, T., Hamada, K., Sabarudin, A., Oshima, M., Motomizu, S., (2005). "On-line preconcentration using dual mini-columns for the speciation of chromium(III) and chromium(VI) and its application to water samples as studied by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry", *Talanta*, 68: 388 – 393
- Tan, L.C., Calix, E.M., Rene, E.R., Nancharaiyah, Y.V., Van Hullebusch, E.D., Lens, P.N.L., (2018). "Amberlite IRA-900 Ion Exchange Resin for the Sorption of Selenate and Sulfate: Equilibrium, Kinetic, and Regeneration Studies", *J. Environ. Eng.*, 144(11): 04018110
- Tunçeli, A., Türker, A.R., (2002). "Speciation of Cr(III) and Cr(VI) in water after preconcentration of its 1,5-diphenylcarbazone complex on amberlite XAD-16 resin and determination by FAAS", *Talanta*, 57: 1199–1204,

- Tunçeli, A., Ulaş, A., Acar, O., Türker, A.R., (2022). “Adsorption isotherms, kinetic and thermodynamic studies on cadmium and lead ions from water solutions using Amberlyst 15 resin”, *Turk J. Chem.*, 46: 193-205,
- Tunçeli, A., Yalçınkaya, Ö., Türker, A.R., (2013). “Solid phase extraction of Pb(II) in water samples on Amberlite 36 and determination of the equilibrium, kinetic and thermodynamic parameters of the adsorption. *Curr. Anal. Chem.*, 9(3): 513-521,
- Türker, A.R., (2007). “New Sorbents for Solid-Phase Extraction for Metal Enrichment”, *Clean-Soil Air Water*, 35: 548 -557,
- Tüzen, M., Soylak, M., (2007). “Multiwalled carbon nanotubes for speciation of chromium in environmental samples”, *J. Hazard. Mater.*, 147: 219–225,
- Uluozlu, O.D., Tüzen, M., Soylak, M., (2009). “Speciation and separation of Cr(VI) and Cr(III) using coprecipitation with Ni²⁺/2-Nitroso-1-naphthol-4-sulfonic acid and determination by FAAS in water and food samples”, *Food Chem. Toxicol.*, 47: 2601–2605,
- Wang, F., Lu, X., Yan, L.-X., (2016). “Selective removals of heavy metals (Pb²⁺, Cu²⁺, and Cd²⁺) from wastewater by gelation with alginate for effective metal recovery”, *J. Hazard. Mater.*, 308: 75–83,
- Wang, L.L., Wang, J.Q., Zheng, Z.X., Xiao, P., (2010). “Cloud point extraction combined with high-performance liquid chromatography for speciation of chromium(III) and chromium(VI) in environmental sediment samples”, *J. Hazard. Mater.*, 177: 114 – 118,
- WHO (World Health Organization) (1984). “Guidelines for Drinking Water Quality: Health Criteria and Supporting Information”, World Health Organization, Vol. II Geneva, Switzerland
- Xiong, C., Wang, W., Tan, F., Luo, F., Chen, J., (2015). “Investigation on the efficiency and mechanism of Cd(II) and Pb(II) removal from aqueous solutions using MgO nanoparticles”, *J. Hazard. Mater.*, 299: 664–674.
- Yalçın, S., Apak, R., (2004). “Chromium (III, VI) speciation analysis with preconcentration on a maleic acid-functionalized XAD sorbent”, *Anal. Chim. Acta*, 505: 25-35
- Yang, N., Li, J., Wang, J., (2007). “Field speciation of chromium with a sequential injection lab-on-valve incorporating a bismuthate immobilized micro-column”, *Talanta*, 72: 1710–1716
- Zarghami, Z., Akbari, A., Latifi, A.M., Amani, M.A., (2016). “Design of a new integrated chitosan-PAMAM dendrimer biosorbent for heavy metals removing and study of its adsorption kinetics and thermodynamics”, *Bioresour. Technol.* 205: 230–238,

Determination of Yield and Yield Components of Different Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Varieties and Genotypes Under Semi Arid Conditions

Murat Çavumirza¹, İsmail Demir*¹

Abstract: In order to determine the yield and yield parameters of some safflower varieties and genotypes in semi-arid conditions, 7 safflower varieties (Dinçer, Safir, Olein, Askon 42, Göktürk, Olas, Balcı) and 8 safflower genotypes (Ciano Oleika, L.C.P-90, CART-83, PI 304593, PI 306924, PI 525458, PI 251984, PI 283772) were used in 2022. The research is carried out in the experimental field of Kırşehir Ahi Evran University Faculty of Agriculture according to the randomized block trial design with three replications. In the research, emergence time (day), duration in the rosette (day), flowering time (day), maturation time (day), plant height (cm), number of side branches (number/plant), number of tables (number/plant), main table diameter (mm), thousand seed weight (g), kernel-shell ratio (%), seed yield (kg/da), crude oil ratio (%) and crude oil yield (kg/da) were examined. While the highest seed yield was found to be 159.90 kg/da in the Safir cultivar, the highest crude oil yield was obtained from the Balcı variety with 60.17 kg/da. It was determined that the varieties were higher than the genotypes in terms of seed yield and crude oil yield under experimental conditions.

Keywords: Safflower, seed yield, oil rate, oil yield

Farklı İspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşit ve Genotiplerinin Yarı Kurak Koşullarda Verim ve Verim Öğelerinin Belirlenmesi

Özet: Bazı aspir çeşitleri ile genotiplerin yarı kurak koşullarda verim ve verim parametrelerinin belirlenmesi amacıyla 2022 yılında 7 adet aspir çeşidi (Dinçer, Safir, Olein, Askon 42, Göktürk, Olas, Balcı) ile 8 adet aspir genotipi (Ciano Oleika, L.C.P-90, CART-83, PI 304593, PI 306924, PI 525458, PI 251984, PI 283772) kullanılmıştır. Araştırma Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme tarlasında tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırmada çıkış süresi (gün), rozette kalma süresi (gün), çiçeklenme süresi (gün), olgunlaşma süresi (gün), bitki boyu (cm), yan dal sayısı (adet/bitki), tabla sayısı (adet/bitki), ana tabla çapı (mm), bin dane ağırlığı (g), iç-kabuk oranı (%), tohum verimi (kg/da), ham yağ oranı (%) ve ham yağ verimi (kg/da) incelenmiştir. Tohum verimi en yüksek Safir çeşidinde 159.90 kg/da olarak tespit edilirken, en yüksek ham yağ verimi ise 60.17 kg/da ile Balcı çeşidinden elde edilmiştir. Deneme koşullarında

çeşitlerin tohum verimi ve ham yağ verimi bakımından genotiplerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aspir, tohum verimi, yağ oranı, yağ verimi

¹**Address:** Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Kırşehir/Türkiye

²**Address:** Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Kırşehir/Türkiye

***Corresponding author:** ismail.demir@ahievran.edu.tr

Citation: Çavumirza, M., Demir, İ. (2024). Farklı Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşit ve Genotiplerin Yarı Kurak Koşullarda Verim ve Verim Öğelerinin Belirlenmesi. 21. Yüzyılda Fen ve Teknik Dergisi, 11(22): 72-80.

1. GİRİŞ

Aspir yağı hem yemeklik yağ olarak kullanılmakta hem de biyodizel üretiminde tercih edilmektedir. Ayrıca, margarin, boya, vernik, ilaç ve yem sanayisi gibi çeşitli sektörlerde çok yönlü bir şekilde kullanılan bir bitkidir. Aspir çiçeklerinden elde edilen boya, sıklıkla safranla karıştırılarak kullanılmaktadır. Aspir bitkisi, kuraklık koşullarına dayanıklı olması, hastalıklara ve zararlılara karşı direnci, makineli tarıma uygunluğu gibi avantajlarıyla yetiştiricilikte büyük bir öneme sahiptir. Ayrıca, kuru tarım alanlarının değerlendirilmesinde büyük bir rol oynamaktadır. Yağı çıkarıldıktan sonra geriye kalan küspe, %22-24 oranında ham protein içermesi nedeniyle hayvan yemi olarak kullanılmaktadır (Babaoğlu, 2007; Demir ve Karaca, 2018).

Aspir, zorlu arazi koşullarında kolaylıkla yetişebilen ve tohumlarında %30-45 arasında yağ içeren değerli bir yağ bitkisidir (Eryılmaz ve ark., 2014; Serim ve ark., 2015). İnsan sağlığı için önemli olan toplam doymamış yağ asitleri oranı oldukça yüksektir, bu oran genellikle %90-93 arasındadır. Aspir yağının iki farklı çeşidi bulunmaktadır. Birincisi, yüksek oranda linoleik asit (Omega-6) içerir ve yağ asidi oranı %78'dir. Bu tür genellikle kimya ve yem sanayisinde kullanılmaktadır. Diğeri ise yüksek oranda oleik asit (Omega-9) içerir ve kaliteli bir yemeklik yağdır. Oleik asit oranı yaklaşık %85 olan çeşitler geliştirilmiştir (Babaoğlu, 2006).

Aspir bitkisi, ülkemizde 2006 yılına kadar yeterince tarımı yapılmayan bir bitkiydi. Ancak,

2006 yılından itibaren devlet tarafından desteklenen ekimlerle önemi artmıştır. TÜİK 2023 verilerine göre 2009 yılından itibaren ise üretim miktarında gözlemlenen artışla birlikte popüler bir tarım bitkisi haline gelmiştir (321.298 dekar). Aspir bitkisi, ülkemizdeki yağ açığını kapatma konusunda parlak bir geleceğe sahip olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülkemizde TÜİK 2023 verilerine göre 39000 ton ile üretimi yapılmış ve denemenin yapıldığı Kırşehir ilindeki üretimin ise 3639 ton olduğu bilinmektedir (TÜİK, 2023).

Dünyada aspir üretimi FAO 2022 verilerine göre 995507 ton üretim yapıldığı ve 599103 ton ile en fazla Asya kıtasında üretimi yapıldığı bilinmektedir. Kazakistan ise 447456 ton ile en çok üretim yapan ülke olarak ilk sırada yer almaktadır (FAO, 2022).

Bu çalışmanın amacı ülkemizdeki kurak ve yarı kurak bölgelerde bitkisel yağ açığının kapatılması için önerilen aspir çeşit ve hatlarının Kırşehir yarı-kurak koşullarında verim ve verim öğelerinin belirlenmesidir. Çalışmada öne çıkan hatlar ve çeşitler ıslah çalışmaları için önemli bir materyal oluşturacağı gibi ümit var hat ve çeşitlerin üretime kazandırılması sağlanacaktır.

2. MATERYAL VE METOT

Araştırmada yedi tescilli aspir çeşidiyle (Dinçer, Safir, Olein, Askon 42, Göktürk, Olas, Balcı) sekiz adet aspir genotipi (Ciano Oleika, L.C.P-90, CART-83, PI 304593, PI 306924, PI 525458, PI 251984, PI 283772) materyal olarak

kullanılmıştır. Deneme, 2022 yılının üretim sezonunda Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Bağbaşı Yerleşkesi deneme alanlarında yürütölmüştür.

2.1. Araştırma Yerinin İklim Özellikleri

Çalışmanın yapıldığı 2022 yılına ve uzun yıllara ait iklim verileri Tablo 1'de gösterilmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan iklim verilerine göre 2022 yılına ait deneme aylarındaki en yüksek ortalama sıcaklık 27.71°C ile Ağustos ayında gözlenmiştir. Toplam yağış miktarı 150.3 mm olmuş ve uzun yıllarda düşen toplam yağışa göre 25.7 mm düşük olduğu gözlemlenmiştir. 2022 deneme yılında 6.8 mm yağış gerçekleşen Nisan ayındaki yağış azlığı bitki çıkış süresi için olumsuz etki göstermektedir. Bitki yetişme döneminde uzun yıllarda ortalama nispi nem %57.38 iken 2022 yılında ise bu değer % 51.41 olup uzun yıllar ortalamasına %5.97 daha az nemli olmuştur (Tablo 1).

Tablo 1. Araştırma yerinin 2022 yılı ve uzun yıllara ait iklim verileri

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)		Toplam Yağış (mm)		Nispi Nem (%)	
	2022 Yılı	1980-2020	2022 Yılı	1980-2020	2022 Yılı	1980-2020
Mart	1.23	5.3	52.3	40.4	68.8	67.2
Nisan	13.87	10.8	6.8	40.8	43.1	63.3
Mayıs	14.91	15.5	55	44.2	59.04	61.3
Haziran	20.77	19.7	35.9	34.9	56.46	55.5
Temmuz	23.69	23.1	0.1	8.1	43.78	48.9
Ağustos	27.71	23.1	0.2	7.6	37.3	48.1
Ort/Top	17.03	16.25			51.41	57.38
			150.3	176		

2.2 Araştırma Yerinin Toprak Özellikleri

Tablo 2. Deneme alanı toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Özellikler	Toprak Derinliği (0-30 cm)
pH	7.63
Toplam Tuz %	0.11
EC (mmhos/cm)	0.55
Organik Madde %	1.86
Fosfor ((P ₂ O ₅) kg/da)	2.22
Potasyum (K ₂ O (kg/da))	67.33
Kireç % (CaCO ₃)	25.9
Doğunluk (%)	57

Deneme alanının toprak özellikleri değerlendirildiğinde (Tablo 2), toprak örneğinin hafif alkali (7.5-8.5), doğunluğunun killi-tınlı (%51-70), organik maddesinin orta düzeyde (1.71-3.0), alınabilir fosfor bakımından az (<3), alınabilir potasyum bakımından yüksek, tuz içeriğinin tuzsuz (<0.98) ve kireç içeriğinin ise çok kireçli (15-50) olduğu tespit edilmiştir (Kacar, 1995).

2.3 Metot

Araştırma, 2022 yılının üretim sezonunda tesadüf blokları deneme desenine göre, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Bağbaşı Yerleşkesi deneme alanlarında üç tekerrürlü olarak kurulmuştur.

Yürütölen çalışmada, deneme arazisi 20-25 cm derinlikte pullukla sürölerek kış yağmurlarına bırakılmıştır. 2022 yılı mart ayının başında, denemenin yapılacağı araziye önce diskaro kullanılarak yabancı otlardan temizlenmiş ve ardından rotovator ile deneme alanı ekime hazır hale getirilmiştir. Denemenin yapılacağı alan, kazıklar kullanılarak parseller oluşturulmuştur. Her parsel, 3 m uzunluğunda 4 sıradan oluşmaktadır. Her blok arasında 3 metre boşluk bırakılmıştır. Gübre olarak 8 kg/da azot ve 6 kg/da fosfor (P₂O₅) dozu Üre (%46 N) ve DAP (Diamonyum Fosfat) gübreleri kullanılarak ekim öncesi uygulanmıştır. Markör yardımıyla alt parsellere 25 cm sıralar açılmış ve aspir tohumlukları 4 kg/da şeklinde bu sıralara elle ekilmiştir. Bitkinin rozet dönemi ve sapa kalkma döneminde yabancı otlar çapalama ile temizliği yapılmıştır. Vegetasyon süresince herhangi bir hastalık veya zararlı organizma tespit edilmediği için ilaçlama yapılmamıştır.

30 Mart 2022 tarihinde kurulan denemenin taç yaprakların kurumasıyla beraber kenar tesirlerin atılmasıyla parsellerdeki 2'nci ve 3'üncü sıra toprak yüzeyinden 10 cm bırakılarak makas yardımıyla elle hasat edilmiştir. Hasat edilen parseller özelliklerin incelenmesi için ayrı ayrı cuvallara yerleştirilip Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Tarla Bitkileri Laboratuvarına taşınmıştır.

Araştırma sonunda elde edilen verilerin varyans analizi tesadüf blokları deneme desenine göre MSTAT-C programı kullanılarak yapılacaktır. Uygulamalar arasındaki farklılıkların önem

düzeylerini belirleyebilmek amacıyla Duncan Testi yapılmıştır.

3. BULGULAR

Aspir çeşit ve genotiplerine ait fenolojik analizlerde çıkış, rozette kalma, çiçeklenme ve olgunlaşma süreleri verileri incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

Tablo 3. Fenolojik gözlemlere ait varyans analiz sonucu ve çeşit ve genotiplere ait ortalamalar.

VK	Çıkış	Rozet	Süresi (gün)	
			Çiçeklenme	Olgunlaşma
Tekerrür	7.68	2.10	5.15 öd	1.67 öd
Çeşit	0.84	0.95	3.28 **	1.37 öd
CV	%3.65	%4.60	%1.62	%1.21
Çeşit				
Askon 42	29.00	21.67	114.7 c	150.7
Balcı	30.00	22.00	114.0 c	148.7
Cart 83	28.00	21.00	118.7 ab	151.0
Ciano	29.67	22.00	114.7 c	149.3
Diñer	29.67	22.33	117.0 abc	148.3
Göktürk	29.00	21.00	114.0 c	150.3
LCP 90	29.33	21.67	113.7 c	148.0
Olas	29.00	22.00	114.3 c	150.0
Olein	29.33	22.33	113.3 c	150.0
PI 251984	28.67	20.33	115.3 bc	148.7
PI 283772	28.67	23.00	114.0 c	148.0
PI 304593	28.33	22.33	116.7 abc	151.0
PI 306924	28.67	24.00	119.0 a	150.0
PI 525458	28.67	22.00	118.3 ab	152.0
Safir	29.67	20.33	114.0 c	150.7
Ortalama	29.04	21.86	115.4	149.7

öd: Önemli değil, **: P≤0.01 düzeyinde önemli. VK: Varyasyon kaynakları, CV: Coefficient of variance

Çıkış, rozette kalma ve olgunlaşma süreleri çeşit ve genotipler arasındaki farklılıklar istatistiksel anlamda önemli çıkmazken çiçeklenme süresi çeşit ve genotipler arasındaki farklılık P<0,01 önem seviyesinde anlamlı çıkmıştır. Çıkış süresi 28 (Cart 83) ile 30 gün (Balcı) aralığında değişim göstermiştir. Rozette kalma süreleri bakımından en düşük 20.33 gün (PI251984) iken en yüksek ise 24 gün (PI 306924) olarak gerçekleşmiştir. Çiçeklenme süresi çeşit ve genotipler bakımından araştırma bölgesinde ortalama 115,4 gün iken, en geç çiçeklenme 119 gün ile PI 306924 genotipinde gözlenmiştir. Erken çiçeklenme (113 ile 114 gün) gösteren çeşit ve genotipler ise Askon 42, Balcı, Olein, Safir, Olas, Göktürk, Ciano Oleika, PI 283772 ve LCP 90 olarak belirlenmiştir. Araştırma koşullarında çeşit ve genotiplerin olgunlaşma süresi 148 gün (LCP 90) ile 152 gün (PI525458) aralığında değişim göstermiştir (Tablo 3).

Tablo 4. Verim parametrelerine ait varyans analiz sonucu ve çeşit ve genotiplere ait ortalamalar

VK	Bitki Boyu (cm)	Yan Dal	Tabla
		Sayısı (adet/bitki)	
Tekerrür	3.44 öd	9.20 öd	7.08öd
Çeşit	1.69 *	1.97*	1.33 *
CV	%9.98	%10.49	%16.80
Çesit			
Askon 42	59.13 abc	3.13 ab	4.23 abc
Balcı	61.09 abc	3.46 a	4.86 abc
Cart 83	60.33 abc	2.83 bc	3.90 abc
Ciano Oleika	54.72 bc	3.30 ab	5.06 ab
Diñer	56.75 abc	2.70 bc	3.70 bc
Göktürk	59.69 abc	2.86 abc	4.13 abc
LCP 90	68.57 a	3.16 ab	4.46 abc
Olas	59.23 abc	2.76 bc	3.70 bc
Olein	58.64 abc	2.50 c	3.60 c
PI 251984	64.81 ab	3.00 abc	4.20 abc
PI 283772	51.74 c	3.13 ab	4.30 abc
PI 304593	57.83 abc	2.96 abc	3.96 abc
PI 306924	61.49 abc	3.23 ab	5.16 a
PI 525458	61.56 abc	3.03 abc	4.23 abc
Safir	68.35 a	3.26 ab	4.33 abc
Ortalama	60.26	3.02	4.25

öd: Önemli değil, *:P≤0.05 düzeyinde önemli, **: P≤0.01 düzeyinde önemli. VK: Varyasyon kaynakları, CV: Coefficient of variance

Bitki boyu, yan dal sayısı ve tabla sayısı değerleri çeşit ve genotipler arasındaki farklılıklar P<0.05 önem seviyesinde anlamlı çıkmıştır. Bitki boyu 51.74 cm (PI 283772) ile 68.57 cm (LCP 90) aralığında değişim göstermiştir. Yan dal sayısı 2.5 adet/bitki (Olein) ile 3.46 adet/bitki (Balcı) aralığında değişim göstermiştir. Tabla sayısı en az 3.6 adet (Olein) iken en fazla 5.16 adet (PI 306924) olarak gerçekleşmiştir (Tablo 4).

Ana tabla çapı değerleri çeşit ve genotipler arasındaki farklılıklar P<0.05 önem seviyesinde anlamlı çıkarken iç kabuk oranı ve bin dane ağırlığı değerleri çeşit ve genotipler arasındaki farklılık P<0.01 önem seviyesinde anlamlı çıkmıştır (Tablo 5). Ana tabla çapı en düşük 19.07 mm ile PI 306924 genotipinde gerçekleşirken en yüksek 23.33 mm ile Cart 83 genotipinde gerçekleşmiştir. Tohum verimi, ham yağ oranı ve ham yağ verimi değerleri çeşit ve genotipler arasındaki farklılıklar P<0.01 önem seviyesinde anlamlı çıkmıştır (Tablo 5).

Tablo 5. Verim parametrelerine ait varyans analiz sonucu ve çeşit ve genotiplere ait ortalamalar

VK	Ana Tabla Çapı (mm)	İç-Kabuk Oranı (%)	Bin Dane Ağırlığı (g)
Tekerrür	8.53	0.335	0.556 öd
Çeşit	1.89*	11.78 **	27.32 **
CV	%6.68	%4.21	%4.15
Çeşit			
Askon 42	20.70 a-d	42.53 cde	41.35 cd
Balcı	22.13 ab	41.20 de	44.39 b
Cart 83	23.33 a	49.40 a	38.28 def
Ciano Oleika	21.90 abc	44.33 cd	41.61 c
Dinçer	21.77 a-d	50.47 a	38.17 ef
Göktürk	20.70 a-d	42.00 cde	40.02 cde
LCP 90	21.07 a-d	42.60 cde	40.51 cde
Olas	21.50 a-d	43.90 cd	40.39 cde
Olein	21.60 a-d	39.90 e	38.31 def
PI 251984	19.27 cd	48.13 ab	28.10 h
PI 283772	21.17 a-d	43.83 cd	48.96 a
PI 304593	19.83 bcd	39.90 e	38.62 c-f
PI 306924	19.07 d	49.40 a	31.47 g
PI 525458	21.17 a-d	45.30 bc	35.82 f
Safir	21.90 abc	39.37 e	40.32 cde
Ortalama	21.14	44.15	39.08

öd: Önemli değil, *:P<0.05 düzeyinde önemli, **: P<0.01 düzeyinde önemli. VK: Varyasyon kaynakları, CV: Coefficient of variance

Tohum verimi en düşük 124 kg/da (Olein) iken en yüksek 159.9 kg/da (Safir) olarak gerçekleşmiştir. Ham yağ oranı en düşük %30.8 ile Cart 83 genotipinde gözlenirken en yüksek ham yağ oranı %39.77 ile PI 304593 genotipinde gerçekleşmiştir. Ham yağ verimi en düşük 41.37 kg/da (PI 525458) iken en yüksek 60.17 kg/da (Balcı) olarak gerçekleşmiştir (Tablo 6).

Tablo 6. Verim parametrelerine ait varyans analiz sonucu ve çeşit ve genotiplere ait ortalamalar

VK	Tohum Verimi (kg/da)	Ham Yağ	
		Oranı (%)	Verimi (kg/da)
Tekerrür	1.58 öd	0.275 öd	2.01 öd
Çeşit	4.40 **	14.57**	9.79 **
CV	%6.72	%3.32	%7.00
Çeşit			
Askon 42	136.2 b-e	36.22 bcd	49.33 c-f
Balcı	157.7 a	38.19 ab	60.17 a
Cart 83	134.4 cde	30.80 h	41.40 g
Ciano Oleika	134.4 cde	33.71 efg	45.27 efg
Dinçer	152.3 ab	34.53 def	52.57 bc
Göktürk	136.6 b-e	36.87 bc	50.33 cde
LCP 90	149.7 abc	34.31 def	51.43 b-e
Olas	145.9 a-d	39.06 a	57.00 ab
Olein	124.0 e	34.43 def	42.63 g
PI 251984	129.7 de	33.75 efg	43.87 fg
PI 283772	132.9 cde	34.29 def	45.47 d-g
PI 304593	130.1 de	39.77 a	51.77 bcd
PI 306924	132.1 cde	32.03 gh	42.27 g

PI 525458	127.4 e	32.50 fgh	41.37 g
Safir	159.9 a	35.58 cde	56.87 ab
Ortalama	138.8	35.06	48.78

öd: Önemli değil, **: P<0.01 düzeyinde önemli. VK: Varyasyon kaynakları, CV: Coefficient of variance

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Aspir çeşit ve genotiplerin çıkış süresi 28-30 gün aralığında değişim göstermiş ve bu süre genel olarak çıkış için oldukça geç olduğu görülmektedir. Benzer koşullarda yapılan çalışmalarda 18-22 gün aralığında değiştiği (Yurteri ,2016; Demir ve Karaca, 2018; Aslan, 2021) belirtilmiştir. Araştırmada çıkış süresinin gecikmesi çıkış etkileyen çevresel koşullara bağlanmaktadır. Özellikle Nisan ayında gerçekleşen yağışın ortalamaların oldukça altında gerçekleşmesinden kaynaklanmaktadır. Rozette kalma süresi benzer koşullar için yapılan çalışmalarda 22-27 gün aralığında değiştiği ve kültürel uygulamalar ile çeşitlerin genetik özelliklerine bağlı olarak farklılık gösterebileceği bildirilmiştir (Demir ve Karaca, 2018). Araştırma bulgularında çeşit ve genotiplerin rozette kalma süresinin araştırma sonuçlarıyla paralellik gösterdiği görülmüştür. Çiçeklenme süresinin çeşit ve genotipler arasında farklılığın istatistiksel anlamda önemli olduğu ve erkencilik ile geç çiçeklenme arasında yaklaşık 6 günlük farkın olduğu görülmektedir. Çeşitler arasında erken çiçeklenen çeşitler Olein, Safir, Göktürk, Balcı ve Olas olurken geç çiçeklenen çeşidimiz ise Dinçer olarak gerçekleşmiştir. Araştırmada tercih edilen genotiplerden ise PI306924 ise en geç çiçeklenme göstermiştir. Olgunlaşma süresi 148 ile 152 gün aralığında değişim gösterirken benzer çalışma sonuçlarına göre uyumlu çıkmıştır.

Araştırmada bitki boyunun ortalama 60.26 cm iken, en uzun bitki boyu LCP 90 genotipi ve Safir çeşidinde sırasıyla 68.57 ve 68.35 cm ve en düşük bitki boyu ise 51.74 cm ile PI283772 genotipinde gözlenmiştir. Yurteri (2016) Yozgat ekolojik koşullarında yaptığı çalışmada bitki boyu ortalama değerinin 63.74 cm olduğunu bildirmiştir. Aktaş (2022) Van ekolojik koşullarında yaptığı çalışmada bitki boyu ortalama değerinin 66.9 cm olduğunu bildirmiştir. Çalışkan (2022) Uşak koşullarında yaptığı bir çalışmada Linas çeşidinin farklı ekim sıklıklarında bitki boyunun 72.36-77.67 cm arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Araştırmamızda elde edilen bitki boyu verileri

çevre koşulları ve genetik özellikler nedeniyle daha düşüktür.

Yan dal sayısı ortalama 3.02 adet/bitki olarak tespit edilmiştir. En fazla yan dal sayısı 3.46 adet/bitki ile Balcı çeşidinde, en az yan dal sayısı ise 2.5 adet/bitki ile Olein çeşidinde gözlemlenmiştir. Yurteri (2016) Yozgat ekolojik koşullarında yaptığı çalışmada dal sayısının 4,15-8,83 adet/bitki arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Yılman (2017) yaptığı çalışmada bitkide yan dal sayısının 6.93-10.63 adet/bitki arasında değiştiğini bildirmiştir. Aktaş (2022) tarafından Van ekolojik koşullarında yapılan çalışmaya göre bitki başına dal sayısı en fazla 6.5 bitki/adet ile Koç çeşidinden gerçekleştiğini bildirmiştir. Literatürle kıyaslandığında, araştırmamızdaki düşük yan dal sayıları, çevre koşullarının ve ekim sıklığının yan dal sayısı üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.

Tabla sayısı ortalama 4.25 adet/bitki olup, en fazla tabla sayısı 5.16 adet/bitki ile PI 306924 genotipinde, en az ise 3.6 adet/bitki ile Olein çeşidinde gözlenmiştir. Uysal ve arkadaşları (2006), aspir popülasyonlarında tabla sayısının 8.7-10.7 adet/bitki arasında değiştiğini bildirmiştir. Özer (2020) tarafından Ağrı ekolojik koşullarında azot dozlarının aspir çeşitleri üzerindeki etkiyi incelediği çalışmada, azot gübresi miktarının 0 kg/da'dan 20 kg/da'a çıkarılması bitki başına tabla sayısı değerlerinde önemli bir artış gösterdiğini bildirmiştir. Araştırmadaki tabla sayıları, gübre uygulamaları ve iklim koşullarına bağlı olarak literatürde bildirilen sonuçlardan daha düşük bulunmuştur.

Ana tabla çapı ortalama 21.14 mm olarak belirlenmiştir. En geniş tabla çapı 23.33 mm ile Cart 83 genotipinde, en küçük tabla çapı ise 19.07 mm ile PI 306924 genotipinde gözlenmiştir. Yılman (2017) yaptığı çalışmada tabla çapı ortalama değerinin 18.34 mm olduğunu bildirmiştir. Özer (2020) yaptığı çalışmada tabla çapı ortalama değerinin 20.70 mm olduğunu bildirmiştir. Bulgular, literatürle tutarlı olup, çevresel faktörlerin küçük farklılıklar yarattığı düşünülmektedir.

İç-kabuk oranı ortalama %44.15 olup, en yüksek oran %50.47 ile Dinçer çeşidinde, en düşük ise %39.37 ile Safir çeşidinde gözlenmiştir. Kızıl (1997) yaptığı çalışmada kabuk oranlarının

%46.7-53.2 arasında değiştiğini bildirmiştir. Erbaş (2007) yaptığı çalışmada kabuk oranlarının %47.8-55.0 arasında değiştiğini bildirmiştir. Karaca (2017) yaptığı çalışmada iç kabuk oranının azot dozuna göre %57.54-58.04 arasında, fosfor dozlarına göre ise %57.06-59.37 arasında değiştiğini bildirmiştir. Araştırmamızdaki bulguların iç-kabuk oranı bakımından Kızıl (1997) ve Erbaş (2007) ile benzerlik gösterirken Karaca (2017)'ya göre daha düşüktür. İç-kabuk oranı değişimi genetik özellikler yanında çevre koşullarına göre önemli farklılıklar göstermektedir.

Bin dane ağırlığı ortalama 39.08 g olarak belirlenmiştir. En yüksek bin dane ağırlığı 48.96 g ile PI 283772 genotipinde, en düşük ise 28.10 g ile PI 251984 genotipinde gözlenmiştir. Eslam ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada bin tane ağırlığının 28.5-45.1 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Beyyavas ve ark. (2011) tarafından Şanlıurfa koşullarında yapılan bir çalışmada bin tane ağırlığı 30.4-41.2 g aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Aktaş (2022) tarafından Van ekolojik koşullarında yapılan çalışmaya göre bin dane ağırlığının 29.63-44.07 g arasında değiştiğini bildirmiştir. Elde edilen bulgular, literatürle uyumlu olup, genotipler arasındaki farkların genetik çeşitlilikten kaynaklandığını göstermektedir.

Tohum verimi ortalama 138.8 kg/da olup, en yüksek verim 159.9 kg/da ile Safir çeşidinde, en düşük ise 124.0 kg/da ile Olein çeşidinde gözlenmiştir. Sirel (2011) dekara tohum verimlerinin 67.96-132.64 kg/da arasında olduğunu rapor etmiş, Aydın (2012) ise verimin 87.75-146.3 kg/da arasında değiştiğini belirtmiştir. Ekin (2019) tohum veriminin 70.4-101.7 kg/da arasında gerçekleştiğini, Demir ve Kara (2018) Kırşehir ve Kırıkkale koşullarında Balcı, Dinçer, Yenice, Remzibey, Ayaz, Asol, Linas ve Olas aspir çeşitleri ile gerçekleştirdikleri araştırmada tohum verimini Kırıkkale için en yüksek 207 kg/da (Remzibey) ve en düşük ise 119 kg/da (Olas) belirlenirken Kırşehir koşulları için en yüksek 193 kg/da (Dinçer) ve en düşük 114 kg/da (Ayaz) olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca Demir (2019) ise farklı Azot dozlarına (0,4,8,12,15 ve 20 kg N/da) göre Balcı aspir çeşidinde tohum veriminin 104.8-162.6 kg/da arasında değiştiğini bildirmiştir. Çalışmamızda elde edilen tohum verimleri, literatürde bildirilen

Sirel (2011), Aydın (2012) ve Ekin (2019)'in değerlerine göre daha yüksek iken Demir ve Kara (2018) ve Demir (2019)'in değerlerine göre düşük bulunmuştur. Bu durum, kullanılan çeşitlerin verim potansiyelinin yanı sıra çalışmanın yürütüldüğü ekolojik koşulların verim üzerindeki olumlu etkilerini yansıtabilir.

Ham yağ oranı ortalama %35.06 olup, en yüksek oran %39.77 ile PI 304593 genotipinde, en düşük ise %30.80 ile Cart 83 genotipinde gözlenmiştir. Eslam ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada yağ oranının %24.5-31.8 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Demir ve Karaca (2018) ham yağ ortalama değerlerinin %35,35-38,59 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ünlüer (2018) yaptığı çalışmada ham yağ oranının % 24.6-37.4 arasında değiştiğini bildirmiştir. Bozdemir (2020), ham yağ oranlarının %24.64-37.10 arasında değiştiğini bildirmiştir. Sonuçlarımız, literatürdeki bulgularla genel olarak uyum göstermektedir. Çeşitler arasındaki farklılıklar, genetik faktörler ve çevresel koşulların etkileriyle açıklanabilir.

Ham yağ verimi ortalama 48.78 kg/da olup, en yüksek verim 60.17 kg/da ile Balcı çeşidinde, en düşük ise 41.37 kg/da ile PI 525458 genotipinde gözlenmiştir. Şaşı (2007) farklı azot uygulama miktarlarının ve zamanlarının yağ verimine önemli ölçüde etki ettiği ve yağ veriminin 62.48-103.1 kg/da arasında değiştiğini bildirmiştir. Durukan (2014) denemede kullanılan çeşitlere ortalamalarına bağlı olarak, en yüksek yağ verimi Balcı çeşidinden (56.65 kg/da) elde edilirken, en düşük yağ verimi ise Dinçer çeşidinden (32 kg/da) elde edildiği bildirilmiştir. Özer (2020) yaptığı çalışmada ham yağ verimi değerlerinin 24.72-46.61 kg/da arasında değiştiğini bildirmiştir. Araştırmamızdaki bulguların ham yağ verimi bakımından Şaşı (2007)'ya göre daha düşük olmasının gübre uygulamaları ve iklim koşullarına bağlı olduğu düşünülürken Durukan (2014) ve Özer (2020)'in bulguları ile genel olarak uyum göstermesi çevresel koşulların etkileriyle açıklanabilir.

Bu araştırma, Kırşehir ekolojik koşullarında farklı aspir çeşit ve genotiplerinin verim ve verim öğeleri bakımından önemli bilgiler sunmuştur. Elde edilen verim ve verim parametreleri sonuçlarına göre tohum verimi 124. 0 – 159.9 kg/da aralığında gerçekleşirken ham yağ oranı ise

%30.8 ile 39.77 aralığında değişmiştir. Balcı çeşidi, ham yağ verimi (60.17 kg/da), yan dal sayısı (3.467 adet/bitki) açısından üstün performans sergilerken, Safır çeşidi ise tohum verimi (159.9 kg/da) ve bitki boyu (68.57 cm) açısından diğer çeşitlerden daha üstün performans göstermiştir.

Teşekkür

Bu çalışma, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalında, 2024 yılında tamamlanan, “Kırşehir Ekolojik Koşullarında Farklı Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşit ve Genotiplerinin Verim ve Verim Öğelerinin Belirlenmesi” başlıklı yüksek Lisans tezinden üretilmiştir ve Araştırma ve Yayın Etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

Yazar Katkıları

Tüm yazarlar ortak katkı sağlamıştır.

Çıkar Çatışması

Yazarların beyan edecekleri çıkar çatışması yoktur.

KAYNAKLAR

- Aktaş, H. (2022). Van Koşullarında Yeni Geliştirilen Bazı Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşitlerinin Tarımsal ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Van, 32s.
- Aslan, D. (2021). Gümüşhane (Kelkit) Koşullarında Bazı Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Gümüşhane, 29s.
- Aydın, E. (2012). Bazı Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşitlerinin Samsun Ekolojik Koşullarında Verim, Verim Unsurları ve Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Samsun, 35s.
- Babaoğlu, M. (2006). Dünya ve Türkiye’de Aspir Bitkisinin Tarihi, Kullanım Alanları ve

- Önemi,
http://www.ttae.gov.tr/makaleler/aspir_tari_hce.html.
- Babaoğlu, M. (2007). Aspir ve Tarımı. Trakya Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü Yayınları, Edirne.
- Beyyavas, V., Haliloglu, H., Copur, O., & Yılmaz, A. (2011). Determination Of Seed Yield And Yield Components Of Some Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Cultivars, Lines And Populations Under The Semi-Arid Conditions, African Journal of Biotechnology, 10(4), 527.
- Bozdemir, İ. (2020). Aspir Çeşitlerinde (*Carthamus tinctorius* L.) Farklı Ekim Sıklıklarının Verim ve Kalite Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Kayseri, 43s.
- Çalışkan, R. (2022). Farklı ekim sıklığı ve hasat dönemlerinin aspir (*Carthamus tinctorius* L.)’de kuru madde verimi ile bazı kalite özellikleri üzerine etkileri, Akademik Ziraat Dergisi, 11(1): 147-154 (2022).
- Demir, I. & Kara, K. (2018). The Effect of Different Environmental Conditions on Yield and Oil Rates of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Fresen. Environ. Bull. 27, 989-995.
- Demir, İ. & Karaca, K. (2018). Kurak Koşullarda Farklı Azot ve Fosfor Dozlarının Aspirde (*Carthamus tinctorius* L.) Verim ve Verim Öğelerine Etkisi. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 6(8): 971- 976.
- Demir, İ. (2019). Farklı Azot Dozlarının Aspirde (*Carthamus tinctorius* L.) Verim ve Kalite Üzerine Etkisi. 21. Yüzyılda Fen Ve Teknik, 1(11), 7-16.
- Durukan, M. (2014). Mardin Derik Ekolojik Koşullarında Farklı Ekim Zamanı Uygulamalarının Bazı Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşitlerinde Verim ve Verim Öğelerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Van, 69s.
- Erbaş, S. (2007). Aspirde (*Carthamus tinctorius* L.) Sentetik Erkek Kısırlığı Tekniği ile Elde Edilmiş Melez Popülasyonlarından Hat Geliştirme Olanakları, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Isparta, 75s.
- Ekin, F. (2019). Bingöl Sulu Koşullarında Farklı Ekim Zamanlarının Bazı Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşitlerinde Verim ve Kalite Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Bingöl, 27s.
- Eryılmaz, T., Cesur, C., Yeşilyurt, M. K. & Aydın, E. (2014). Aspir (*Carthamus tinctorius* L.), Remzibey-05 Tohum Yağı Metil Esteri: Potansiyel Dizel Motor Uygulamaları için Yakıt Özellikleri. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 1(1): 85–90, 2014.
- Eslam, B. P., Monirifar, H., & Ghassemi, M. T. (2010). Evaluation of late season drought effects on seed and oil yields in spring safflower genotypes, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 34(5), 373-380.
- FAO. (2022). Crops And Livestock Products, Safflower Seed, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022.
- Kacar, B. (1995). Fiziksel ve kimyasal toprak analizleri, Bitki, Toprak ve Gübre Analizleri 3, A.Ü. Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No:3, Ankara.
- Karaca, K. (2017). Kurak Koşullarda Farklı Azot ve Fosfor Dozlarının Aspirde (*Carthamus tinctorius* L.) Verim ve Verim Öğelerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Kırşehir.
- Kızıl, S. (1997). Diyarbakır Ekolojik Koşullarında Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)’de Uygun Ekim Zamanının Saptanması ve Bitkisel Boyar Madde Elde Edilmesi Üzerine Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi,

- Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Diyarbakır, 51s.
- Özer, E. (2020). Ağrı Doğubayazıt İklim Koşullarında Farklı Azot Dozlarının Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurları Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Van, 44s.
- Serim, A. T., Asav, Ü. & Türkseven, S. (2015). Ankara İli Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Ekiliş Alanlarında Bulunan Yabancı Otların Tespiti, Turkish Journal of Weed Science, Araştırma Makale / Research Article 18(1): 19-23, Bornova, İzmir.
- Sirel, Z. (2011). Bazı Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Hat ve Çeşitlerinin Tarımsal Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Eskişehir, 45s.
- Şaşı, H. (2007). Kahramanmaraş Koşullarında Farklı Miktarlarda ve Zamanlarda Uygulanan Azotun Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)'de Tohum Verimi, Verim Unsurları, Yağ Oranı ve Tohumun Makro-Mikro Element İçeriğine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Kahramanmaraş, 28s.
- TÜİK. (2023). Yağlı Tohumlar, Türkiye İstatistik Kurumu 2023 Yağlı Tohumlar, Ankara, 1-3.
- Uysal, N., Baydar, H., & Erbaş, S. (2006). Isparta popülasyonundan geliştirilen aspir (*Carthamus tinctorius* L.) hatlarının tarımsal ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 1(1):52-63, 2006.
- Ünlüer, M. (2018). Melezleme Islahı ile Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)'de Verim ve Yağ İçeriği Yüksek Hat Geliştirme Olanakları, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Isparta, 64s.
- Yılman, M. (2017). Siirt Ekolojik Koşullarında Farklı Ekim Zamanlarının Bazı Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşitlerinde Verim ve Verim Unsurları Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Siirt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Siirt, 45s.
- Yurteri, T. (2016). Yozgat Şartlarında Farklı Mevsimlerde Ekimi Yapılan Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurlarının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bozok Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yozgat, 42s.

Indicator Plant Species Analysis and Ecological Assessment of Tar Juniper (*Juniperus oxycedrus* L.)

Ayşegül TEKEŞ^{1*} 

Abstract: This study aims to determine the ecological characteristics and indicator plant species associated with *Juniperus oxycedrus* L. (prickly juniper). The research was conducted in the Bozdağlar region, where field inventory studies were carried out across a total of 170 sample plots, each measuring 20x20 m. Indicator species analysis was performed using the PC-ORD software to determine indicator species. As a result of the analysis, 12 indicator plant species were identified. *Aubrieta deltoidea*, *Muscari armeniacum*, and *Centaurea thirkei* stood out statistically. The findings reveal that prickly juniper is a species well-adapted to environmental conditions and that the plant species associated with it provide significant insights into habitat characteristics. The results support the adaptation capacity of *J. oxycedrus* to arid and semi-arid ecosystems and highlight its ecological role within these environments. The findings are expected to provide practical information for the sustainable management of forest ecosystems. Furthermore, similar studies conducted in different geographical regions in the future are anticipated to offer a broader perspective on the ecological functionality of this species and its sensitivity to environmental changes. The absence of prior research in the study area enhances the originality and scientific value of the present study.

Keywords: Bozdağlar, target species, indicator species analysis, *Juniperus oxycedrus*.

Katran Ardıcının (*Juniperus oxycedrus* L.) Gösterge Bitki Tür Analizi ve Ekolojik Değerlendirmesi

Özet: Bu çalışma, *Juniperus oxycedrus* L. (katran ardıcı) türünün ekolojik özelliklerini ve gösterge bitki türlerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Araştırma kapsamında, Bozdağlar Yöresinde 20x20 m boyutlarında toplam 170 örnek alanda arazi envanter çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Gösterge türlerin belirlenmesi için PC-ORD yazılımında indikatör tür analizi uygulanmıştır. Analiz sonucunda, 12 gösterge bitki türü tespit edilmiştir. Bunlar arasında *Aubrieta deltoidea*, *Muscari armeniacum* ve *Centaurea thirkei* istatistiksel olarak öne çıkan türlerdir. Elde edilen bulgular, katran ardıcının çevresel koşullara uyum gösteren bir tür olduğunu ve bu türle birlikte bulunan bitki türlerinin habitat özelliklerinin anlaşılmasında önemli ipuçları sağladığını ortaya koymaktadır. Sonuçlar, katran ardıcının kurak ve yarı kurak ekosistemlerdeki adaptasyon yeteneğini ve bu ekosistemlerde oynadığı rolü desteklemektedir. Elde edilen bulguların, orman

ekosistemlerinin sürdürülebilir yönetimi için pratik bilgiler sağlaması hedeflenmektedir. Ayrıca gelecekte farklı coğrafi bölgelerde yapılacak benzer çalışmaların, bu türün ekolojik işlevselliği ve çevresel değişimlere karşı duyarlılığı hakkında daha geniş bir perspektif sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışma sahasında bu yönde yapılmış bir araştırmanın bulunmaması, çalışmanın özgün değerini artırmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bozdağlar, hedef tür, indikatör tür analizi, *Juniperus oxycedrus*.

¹**Address:** Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Forestry, Isparta/Turkey

***Corresponding author:** tekesaysegull@gmail.com

Citation: Tekeş, A. (2024). Katran Ardıcının (*Juniperus oxycedrus* L.) Gösterge Bitki Tür Analizi ve Ekolojik Değerlendirmesi. 21. Yüzyılda Fen ve Teknik Dergisi, 11(22): 81-91.

1. GİRİŞ

Ormanlar yeryüzünün yaklaşık %40'ını kaplayan karasal ekosistemleri oluşturmaktadır. Orman ekosistemleri, biyolojik çeşitliliğin korunması, karbon döngüsünün düzenlenmesi, su rejiminin iyileştirilmesi ve iklim koşullarının dengelenmesi gibi çok çeşitli ekosistem hizmetleri sunan, dinamik ve karmaşık yapılar olarak öne çıkmaktadır (Albrich vd., 2018; Wani ve Sahoo, 2021; Uyar vd., 2024). Orman ekosistemlerin sağlığını ve işlevselliğini değerlendirmede, belirli ekolojik koşullara duyarlılık gösteren bitki türleri kritik bir role sahiptir. Ancak, bütün türlerin yönetimi ve korunmasını sağlamak hem finansal hem de lojistik açıdan önemli zorluklar barındırmaktadır. Bu nedenle, çevresel değişimlerin izlenmesi ve biyolojik çeşitlilikteki değişikliklerin değerlendirilmesi amacıyla gösterge tür analizi geliştirilmiştir (Lindenmayer ve Likens, 2011).

Gösterge tür analizi, ekosistemlerin biyolojik göstergeleri niteliğindeki türlerin belirlenmesi ve çevresel koşulların ekolojik süreçler üzerindeki etkilerinin anlaşılması açısından önemli bir yöntemdir (De Cáceres vd., 2010; Özdemir vd., 2017; Özdemir ve Çınar, 2023). Genellikle bir dizi örnek alanda gözlemlenen türlerin varlık-yokluk durumları veya bolluk seviyeleri ile bu alanların ekolojik sınıflandırılması arasındaki ilişkileri analiz ederek belirlenmektedir (Dufrêne ve Legendre, 1997). Bu analiz yöntemi, habitat

gereksinimlerinin ve çevresel faktörlerin ekolojik topluluklar üzerindeki etkilerini değerlendirmede önemli bir rol oynamaktadır (Siddig vd., 2016). Son yıllarda özellikle biyolojik çeşitliliğin kaybı, çevresel değişimlerin izlenmesi ve ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliğinin sağlanması amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır (Carignan ve Villard, 2002; Munoz ve Alcantara, 2013). Bu bağlamda gösterge tür analizi, özellikle Akdeniz ekosistemlerinde yaygın olarak bulunan ve ekolojik süreçler üzerinde belirleyici etkileri olan bitki türleri açısından büyük bir öneme sahiptir (Mandelik vd., 2010; Tavşanoğlu ve Pausas, 2018).

Akdeniz'in kurak ve yarı kurak ekosistemlerinin karakteristik bileşenlerinden biri olan ardıçlar (*Juniperus*) bu bağlamda öne çıkan bitki türlerindedir (Özdemir vd., 2020; Yücedağ vd., 2021). Cupressaceae (servigiller) familyasına ait olan ardıçlar, yaklaşık 140 tür ile dünya genelinde geniş bir yayılış alanına sahiptir. Genetik çeşitliliği, çeşitli morfolojik özellikleri ve geniş ekolojik toleransı ile dikkat çeken bu cins (Farjon, 2000; Klimko vd., 2007; Boratynski vd., 2014), ülkemizde *Juniperus*, *Sabina* ve *Caryocedrus* bölümlerine ait 8 takson ile temsil edilmektedir (*J. drupacea* Lab., *J. communis* L., *J. oxycedrus* L., *J. phoenicia* L., *J. foetidissima* Willd., *J. sabina* L. ve *J. excelsa* M.Bieb., *J. deltoides* R.P.Adams (Coode ve Cullen, 1965; Townsend ve Guest, 1966; Baytop, 1994; Yücedağ vd., 2021). Bu taksonlar arasında yer

alan *J. oxycedrus* (katran ardıcı), Akdeniz Havzası'na özgü bir tür olup, geniş bir ekolojik adaptasyon yeteneği ve çevresel değişkenlere duyarlılığı ile öne çıkmaktadır (Karaman vd., 2003; Cano Ortiz vd., 2019). Genellikle 10-15 metre boyunda çalı veya küçük ağaç formunda gelişen katran ardıcı, iğne yapraklı genç sürgünleriyle tanınmaktadır. Deniz seviyesinden 1900 metreye kadar değişen yükseltilerde, kurak ve yarı kurak habitatlarda yayılış göstermektedir. Bu tür, dünya genelinde Fas, Portekiz, Fransa, İtalya, Balkanlar, Türkiye, İran, Suriye, Kıbrıs ve Kafkasya'yı kapsayan geniş bir coğrafyada dağılım göstermektedir (Yılmaz, 2020; Cano Ortiz vd., 2021). Türkiye'de ise farklı iklim, toprak koşulları ve yükselti aralıklarına adapte olmuştur (Fakir, 2018). Özellikle Akdeniz, İç Anadolu ve Karadeniz Bölgesi'nin iç kesimlerinde yaygın bir dağılıma sahiptir (Yılmaz, 2020). Türkiye orman varlığı içinde özellikle bozulmuş orman alanları ve taşlık arazilerde yer alan katran ardıcı, erozyon kontrolü ve arazi rehabilitasyonu çalışmalarında önemli bir role sahiptir (Yücedağ vd., 2021; Gülsoy vd., 2022). *J. oxycedrus* grubundaki tüm taksonlar, genellikle kireçtaşı veya silisli döküntüler gibi ulaşılması zor alanlarda ve kurak ortamlarda yetişmektedir (Cano Ortiz vd., 2019).

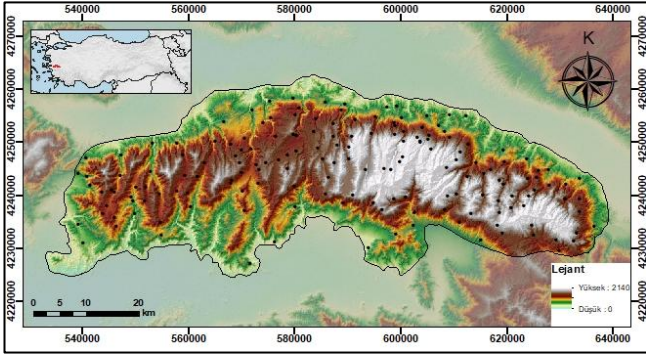
Katran ardıcının yaprakları ve meyveleri, geleneksel tıpta idrar söktürücü, böbrek taşı düşürülmesi, hemoroid ve çeşitli bulaşıcı hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Sezik vd., 1992; Yeşilada vd., 1993; Karaman vd., 2003). Ayrıca porsuklar, tilkiler, yaban domuzları ve tavşanlar gibi yaban hayvanları için önemli bir besin kaynağıdır (Reinoso ve Carlos, 2003). Ancak katran ardıcının, düşük çimlenme oranı ve yavaş büyüme gibi biyolojik sınırlamaları, aşırı otlatma, ormansızlaşma, yangınlar ve iklim değişikliği gibi çevresel tehditlerle birleşerek türün doğal yenilenmesini zorlaştırmaktadır (Gauquelin vd., 1999; Rupprecht vd., 2011; Boratynski vd., 2014; Cano vd., 2019). Bu durum, türün habitat kaybı ve popülasyon yoğunluğunda azalmalar gibi olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Son yıllarda, katran ardıcının ekolojik özelliklerini, habitat tercihlerini ve çevresel değişimlere karşı tepkilerini inceleyen çalışmalar artış göstermiştir. Özellikle potansiyel tür dağılım modellemesi çalışmaları, bu türün günümüzde ve gelecekte iklim değişikliği

karşısında potansiyel dağılımında olası kayma veya habitat kayıpları yaşayacağını ortaya koymaktadır (Rupprecht vd., 2011; Gülsoy vd., 2022). Ancak, katran ardıcını temel alarak gösterge tür analizinin yapıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bağlamda çalışmada, katran ardıcının Bozdağlar yöresindeki gösterge bitki türlerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Elde edilen bulguların, orman ekosistemlerinin korunması ve türün sürdürülebilir yönetimine yönelik stratejilere katkı sağlaması hedeflenmektedir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Çalışma alanı

Çalışma alanı, Manisa ve İzmir illeri sınırları içerisinde yer alan Bozdağlar Yöresinde yer almakta olup, yaklaşık 259.000 ha alanı kapsamaktadır (Şekil 1). Yörede Akdeniz iklimi hakimdir; yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise ılık ve yağışlı geçmektedir. Bitki coğrafyası bakımından, Akdeniz Fitocoğrafik Bölgesi içerisinde yer alan bu bölgenin bitki örtüsü, orman, maki, Akdeniz dağ stepi ve subalpinik vejetasyon türlerini içermektedir (Atalay ve Efe, 2015). Orman vejetasyonu içerisinde kızılçam (*Pinus brutia* Ten.), karaçam (*Pinus nigra* J.F.Arnold) ve kestane (*Castanea sativa* Mill.) en yaygın asli orman ağaç türlerini oluşturmaktadır (Günel, 1987; Bekat ve Oflas, 1990). Jeolojik olarak Menderes masifinin bir parçasını oluşturan Bozdağlar, Paleozoik yaşlı şistler ve Prekambrien yaşlı gnayslardan meydana gelmektedir. Sahanın ortalama yükseltisi 1200-1300 m arasında olup, en yüksek noktası 2159 m'ye ulaşmaktadır. Toprak tipleri bakımından ise bölgede kahverengi orman toprakları, kırmızı Akdeniz toprakları, rendzinalar, alüvyal ve kolüvyal topraklar yaygın olarak görülmektedir (Koçman, 1989; Atalay vd., 2022; Tekeş, 2024).



Şekil 1. Çalışma alanının konumu ve örnek alanların temsili dağılımını gösteren harita

2.2. Yöntem

Çalışma kapsamında, arazi envanter çalışmaları, vejetasyon araştırmalarında yaygın olarak kullanılan 20x20 m (400 m²) boyutlarındaki örnek alanlarda gerçekleştirilmiştir (Fontaine vd., 2007; Özkan ve Negiz, 2011; Negiz ve Erfidan, 2023). Toplam 170 örnek alanda arazi çalışmaları yapılmıştır (Şekil 1). Arazi çalışmaları sırasında, örnek alanların koordinatları Küresel Konumlandırma Sistemi (Global Positioning System-GPS) cihazı kullanılarak kaydedilmiş ve bitki türleri var-yok verisi şeklinde kayıt altına alınmıştır.

Arazi çalışmalarının ardından, kaydedilen bitki türlerinin teşhisleri "Türkiye ve Doğu Ege Adaları Florası" adlı eser temel alınarak gerçekleştirilmiştir (Davis 1965-1985; Davis vd. 1988; Güner vd. 2000). Teşhis işlemlerinin tamamlanmasının ardından, envantere kaydedilen bitki türlerinden oluşan veri seti düzenlenmiştir. Bitkilerin Latince isimleri, istatistiksel analizler öncesinde kısaltılarak kodlanmıştır (Ek Çizelge 1).

Bitki türlerine ait var-yok veri seti üzerinde, katran ardıcının bulunduğu habitatlardaki gösterge bitki türlerini belirlemek amacıyla indikatör tür analizi uygulanmıştır. (McCune ve Mefford, 2011). Bu analiz yöntemi, ekolojik çalışmalarda sıklıkla tercih edilmekte olup, hedef türün göstergelerinin belirlenmesine olanak tanımaktadır (Gülsoy ve Özkan, 2013). Ancak bu yöntemde pozitif ve negatif gösterge tür ayrımı yapılmamaktadır (Negiz ve Erfidan, 2023). Bu analiz yöntemi, PC-ORD yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (McCune ve Mefford, 2011).

3. BULGULAR

Çalışma alanında, 170 örnek alanın 45'inde katran ardıcı kaydedilmiştir. Bu alanlarda toplamda 286 farklı bitki türü tespit edilmiş olup, bunlar arasında kızılçam (*P. brutia*), karaçam (*P. nigra*), boylu ardıç (*Juniperus excelsa* M.Bieb), saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) ve mazı meşesi (*Quercus infectoria* Oliv.) gibi başlıca orman ağacı türleri yer almaktadır (Ek Çizelge 1). Gerçekleştirilen indikatör tür analizi sonucunda istatistiksel önem seviyesi sınırı olarak $p < 0.05$ değeri temel alınmıştır. Analiz sonucunda katran ardıcının 12 gösterge türü tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Bozdağlar Yöresinde *J. oxycedrus* türünün gösterge bitki türleri ve önem seviyeleri

Pozitif Gösterge Türler	Gözlemlenen İndikatör Değeri (IV)	Ortalama	Standart Sapma	p değeri
Aubdel	15.6	3.8	1.56	0.0002
Musarm	27.4	13.4	2.67	0.0014
Centhi	11.9	4.2	1.66	0.0042
Potrep	10.4	3.5	1.4	0.0042
Triuni	10.4	3.5	1.39	0.0042
Sedamp	15.6	7.1	2.05	0.0068
Tarbut	18	9.2	2.36	0.0112
Myoarv	32	21.5	3.05	0.0116
Colmel	8.2	3.1	1.33	0.0178
Inuhet	6.7	2.2	1.06	0.0186
Chapyg	10.3	5.3	1.84	0.0382
Fescal	7.5	3.5	1.42	0.0436

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu çalışma, katran ardıcının Bozdağlar yöresindeki ekolojik özelliklerini ve bu türle ilişkili gösterge bitki türlerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, katran ardıcının bulunduğu 45 örnek alanda 12 gösterge türü tespit edilmiştir. En önemli gösterge türleri istatistiksel önem seviyesi ($p < 0.05$) doğrultusunda Aubdel (*Aubrieta deltoidea* (L.) DC.), Musarm (*Muscari armeniacum* Leichtlin ex Baker) ve Centhi (*Centaurea thirkei* Sch.Bip.) olarak belirlenmiştir. Bu bulgular, katran ardıcının ekolojik bağlamda çevresel koşullara uyumlu bir tür olduğunu ve bu türle birlikte bulunan bitki türlerinin habitat özelliklerini

anlamada kritik ipuçları sunduğunu göstermektedir (Gülsoy ve Özkan, 2013).

Elde edilen sonuçlar, literatürde yer alan önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında, katran ardıcının gösterge türlerle olan ilişkisine dair önemli katkılar sunmaktadır. Örneğin, Rupprecht vd. (2011) ve Gülsoy vd. (2022), katran ardıcının habitat tercihlerini ve potansiyel dağılımını inceledikleri çalışmalarında, bu türün kurak ve yarı kurak bölgelerde geniş bir adaptasyon yeteneği gösterdiğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde, Yücedağ vd. (2021) tarafından, ardıçların bozulmuş orman ekosistemlerindeki kullanımına yönelik yapılan bir çalışmada, ardıç türlerinin kuraklığa dayanıklı olduğu belirtilmiştir. Yapılan bu çalışmada tespit edilen gösterge türlerin, katran ardıcının bulunduğu habitat koşullarını yansıttığı görülmektedir. Adams (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, katran ardıcının genetik çeşitliliği ve ekolojik esnekliği vurgulanmış; bu özelliklerin hedef türün geniş bir coğrafyada farklı habitatlara uyum sağlamasını mümkün kıldığı ifade edilmiştir. Klimko vd. (2007) ise katran ardıcının morfolojik çeşitliliğini incelemiş ve coğrafi olarak farklı popülasyonlarda dağılım gösterdiğini ortaya koymuştur.

Gösterge türlerin belirlenmesi, yalnızca katran ardıcının habitat özelliklerinin anlaşılmasına değil, aynı zamanda arazi yönetimi ve koruma stratejilerinin geliştirilmesine de katkı sunmaktadır. Carignan ve Villard (2002), gösterge türlerin ekosistem izleme ve yönetiminde etkin bir araç olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamız, bu bağlamda katran ardıcıyla ilişkili gösterge türlerin tespit edilmesinin, habitat kalitesinin değerlendirilmesi ve olası çevresel tehditlerin izlenmesi için önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Aynı zamanda yoğun otlatma, yangınlar ve ormansızlaşma (Gauquelin vd., 1999; Rupprecht vd., 2011; Cano vd., 2019) ile kereste ve odun üretimi gibi tehditlerin yanı sıra iklim değişikliğinin sonucunda ortaya çıkan kuraklığında orman ekosistemlerini olumsuz etkilediği bilinmektedir (MacLaren, 2016). Bu kapsamda daha sonra yapılacak olan çalışmalarda, bu tür tehditlerin, gösterge türler üzerindeki etkisinin incelenmesi faydalı olacaktır.

Sonuç olarak, bu çalışma, katran ardıcının habitat tercihleri ve ekolojik talepleri ile ilişkili türlerin belirlenmesinde önemli bir adım atmıştır. Elde edilen bulgular, katran ardıcının sürdürülebilir yönetimine yönelik stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlayabilecek niteliktedir. Gelecekte, farklı coğrafi bölgelerde yapılacak benzer çalışmaların, katran ardıcının ekolojik işlevselliği ve çevresel değişimlere duyarlılığına dair daha kapsamlı bir anlayış sağlayacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma “Ege Bölgesi-Bozdağlar Yöresi'nde Bitki Tür Çeşitliliğinin Günümüz ve İklim Değişimi Altında Potansiyel Dağılım Modellemesi ve Haritalaması” başlıklı doktora tezinin verilerinden üretilmiştir.

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 222O236 numaralı proje ile desteklenmiştir. Projeye verdiği destekten ötürü TÜBİTAK’a teşekkürlerimizi sunarız.

Ethics Committee Approval / Etik Kurul Onayı
N/A

Peer-review / Akran Değerlendirmesi
Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest / Çıkar Çatışması

The authors have no conflicts of interest to declare.

KAYNAKLAR

- Adams, R. P. (2014). *Junipers of the world: the genus Juniperus*. Trafford Publishing.
- Albrich, K., Rammer, W., Thom, D., & Seidl, R. (2018). Trade-offs between temporal stability and level of forest ecosystem services provisioning under climate change. *Ecological Applications*, 28(7), 1884-1896.
<https://doi.org/10.1002/eap.1785>
- Atalay, İ. & Efe, R. (2015). Türkiye biyocoğrafyası. Meta Basım Matbaacılık, İzmir.

- Atalay, İ., Siler, M. & Altunbaş, S. (2022). Türkiye’de oyuntu erozyonu oluşumu ile ana materyal arasındaki ilişkiler. Coğrafi Bilimler Dergisi, 20(1), 84-120. <https://doi.org/10.33688/aucbd.982732>
- Baytop, T. (1994). Türkçe Bitki Adları Sözlüğü. Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu, Türk Dil Kurumu Yayınları: 578, Ankara, p. 33.
- Bekat, L. & Oflas, S. (1990). Bozdağ (Ödemiş) Vegetasyonu. X. Ulusal Biyoloji Kongresi, 18-20 Temmuz 1990, Erzurum, Türkiye, 257-270.
- Boratynski, A., Wachowiak, W., Dering, M., Krystyna, B., Katarzyna, S., Sobierajska, K., ... & Didukh, Y. (2014). The biogeography and genetic relationships of *Juniperus oxycedrus* and related taxa from the Mediterranean and Macaronesian regions. Botanical Journal of the Linnean Society, 174(4), 637-653. <https://doi.org/10.1111/boj.12147>
- Cano Ortiz, A., Musarella, C. M., Piñar Fuentes, J. C., Gomes, C. J. P., Spampinato, G., & Cano, E. (2019). Taxonomy, ecology and distribution of *Juniperus oxycedrus* L. group in the Mediterranean Region using morphometric, phytochemical and bioclimatic approaches. BioRxiv. <https://doi.org/10.1101/459651>
- Cano Ortiz, A., Spampinato, G., Pinar Fuentes, J. C., Pinto Gomes, C. J., Quinto-Canas, R., & Cano, E. (2021). Taxonomy, ecology and distribution of *Juniperus oxycedrus* L. group in the Mediterranean Basin using bioclimatic, phytochemical and morphometric approaches, with special reference to the Iberian Peninsula. Forests, 12(6), 703. <https://doi.org/10.3390/f12060703>
- Cano, E., Musarella, C. M., Cano-Ortiz, A., Pinar Fuentes, J. C., Rodriguez Torres, A., Del Rio Gonzalez, S., ... & Spampinato, G. (2019). Geobotanical Study of the Microforests of *Juniperus oxycedrus* subsp. *badia* in the Central and Southern Iberian Peninsula. Sustainability, 11(4), 1-31. <https://doi.org/10.3390/su11041111>
- Carignan, V., & Villard, M. A. (2002). Selecting indicator species to monitor ecological integrity: a review. Environmental monitoring and assessment, 78, 45-61. <https://doi.org/10.1023/A:1016136723584>
- Coode, M.J.E. & Cullen, J. (1965). *Juniperus* L. In: Davis PH (ed.) Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 1., Edinburgh: Edinburgh Univ Press, pp. 78-84
- Davis, P. H. (1965-1985). Flora of Turkey and the East Aegean Island (Vols.1- 9). Edinburgh, Edinburgh University Press.
- Davis, P. H., Mill, R.R. & Tan, K. (1988). Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Vol. 10 (suppl.)). Edinburgh, Edinburgh University Press.
- De Cáceres, M., Legendre, P., & Moretti, M. (2010). Improving indicator species analysis by combining groups of sites. Oikos, 119(10), 1674-1684. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18334.x>
- Dufrêne, M., & Legendre, P. (1997). Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. Ecological monographs, 67(3), 345-366. <https://doi.org/10.2307/2963459>
- Fakir, H. (2018). *Juniperus* L. (Ed. Ü. Akkemik) Türkiye’nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara. s: 82.
- Farjon A (2000). *Juniperus* L. In: Güner A, Özhatay N, Ekim T & Başer KHC (eds.) Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Suppl. 2), Vol. 11, Edinburgh: Edinburgh Univ Press, pp. 8-10.
- Fontaine, M., Aerts, R., Özkan, K., Mert, A., Gulsoy, S., Suel, H., Waelkens, M., Muys, B. (2007). Elevation and Exposition Rather Than Soil Types Determine

- Communities and Site Suitability in Mediterranean Mountain Forests of Southern Anatolia Turkey. *Forest Ecology and Management*, 247(1), 18-25. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.04.021>
- Gauquelin, T., Bertaudiere, V., Montes, N., Badri, W., & Asmode, J. F. (1999). Endangered stands of thuriferous juniper in the western Mediterranean basin: ecological status, conservation and management. *Biodiversity & Conservation*, 8, 1479-1498.
- Gülsoy, S., & Özkan, K. (2013). Determination of environmental factors and indicator plant species for site suitability assessment of Crimean Juniper in the Acipayam District, Turkey. *Sains Malaysiana*, 42(10), 1439-1447.
- Gülsoy, S., Şentürk, O., Civga, A., & Özkan, K. (2022). Predicting potential distribution of prickly juniper (*Juniperus oxycedrus* L.) in the Mediterranean region of Turkey. *Feb-fresenius environmental bulletin*, 9848.
- Günel, N. (1987). Gediz ve Büyük Menderes arasındaki sahanın bitki örtüsü özellikleri. *İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 3(4), 93-104.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T. & Baser, K.H.C. (2000). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Vol 11 (suppl.))*. Edinburgh, Edinburgh Univ Press.
- Karaman, I., Şahin, F., Güllüce, M., Ögütçü, H., Şengül, M., & Adıgüzel, A. (2003). Antimicrobial activity of aqueous and methanol extracts of *Juniperus oxycedrus* L. *Journal of ethnopharmacology*, 85(2-3), 231-235. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(03\)00006-0](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(03)00006-0)
- Klimko, M., Boratyńska, K., Montserrat, J. M., Didukh, Y., Romo, A., Gómez, D., ... & Boratyński, A. (2007). Morphological variation of *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus* (Cupressaceae) in the Mediterranean region. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 202(2), 133-147. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2006.03.006>
- Koçman, A. (1989). Uygulamalı fiziki coğrafya çalışmaları ve İzmir-Bozdağlar Yöresi üzerinde araştırmalar. İzmir, Ege Üniversitesi.
- Lindenmayer, D. B., & Likens, G. E. (2011). Direct measurement versus surrogate indicator species for evaluating environmental change and biodiversity loss. *Ecosystems*, 14, 47-59. <https://doi.org/10.1007/s10021-010-9394-6>
- MacLaren, C. A. (2016). Climate change drives decline of *Juniperus seravschanica* in Oman. *Journal of Arid Environments*, 128, 91-100. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2016.02.001>
- Mandelik, Y., Roll, U., & Fleischer, A. (2010). Cost-efficiency of biodiversity indicators for Mediterranean ecosystems and the effects of socio-economic factors. *Journal of applied ecology*, 47(6), 1179-1188. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2010.01864.x>
- McCune, B. & Mefford, M. J. (2011). *PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 6.08, MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.*
- Munoz, J. M., & Alcantara, J. (2013). The value of indicator species for landscape characterization. *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 147(2), 418-428. <https://doi.org/10.1080/11263504.2012.751062>
- Negiz, M. G., & Erfidan, O. (2023). Akdağ (Burdur) Yöresinin Gösterge Türlerine Göre Ekolojik Değerlendirmesi ve Uygulama Önerileri. *21. Yüzyılda Fen ve Teknik*, 10(19), 22-28.

- Özkan, K., Negiz, M. G. (2011). Isparta yukarı gökdere yöresindeki odunsu vejetasyonun hiyerarşik yöntemlerle sınıflandırılması ve haritalanması. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 1, 27-33.
- Özdemir, S., Negiz, M. G., Turhan, U. U., Şenol, A., & Arslan, M. (2017). Kuyucak Dağı yöresinde alfa çeşitliliğinin gösterge bitki türleri. Türkiye Ormancılık Dergisi, 18(2), 102-109.
- Özdemir, S., Gülsoy, S., & Mert, A. (2020). Predicting the effect of climate change on the potential distribution of Crimean Juniper. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 20(2), 133-142.
- Özdemir, S., & Çınar, T. (2023). Determining indicator plant species of Pinus brutia Ten. Site index classes using interspecific correlation analysis in Antalya (Turkey). Cerne, 29, e-103188.
- Reinoso, M. & Carlos, J. (2003). *Juniperus oxycedrus* ssp. macrocarpa in SW Spain: Ecology and conservation problems. Journal of Coastal Conservation, 9(2), 113-122. <https://doi.org/10.1007/BF02838082>
- Rupprecht, F., Oldeland, J., & Finckh, M. (2011). Modelling potential distribution of the threatened tree species *Juniperus oxycedrus*: how to evaluate the predictions of different modelling approaches?. Journal of Vegetation Science, 22(4), 647-659. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2011.01269.x>
- Sezik, E., Zor, M., & Yeşilada, E. (1992). Traditional medicine in Turkey II. International Journal of Pharmacognosy 30:233-239. <https://doi.org/10.3109/13880209209054005>
- Siddig, A. A., Ellison, A. M., Ochs, A., Villar-Leeman, C., & Lau, M. K. (2016). How do ecologists select and use indicator species to monitor ecological change? Insights from 14 years of publication in Ecological Indicators. Ecological Indicators, 60, 223-230. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.06.036>
- Tavşanoğlu, Ç., & Pausas, J. G. (2018). A functional trait database for Mediterranean Basin plants. Scientific data, 5(1), 1-18. <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.135>
- Tekeş, A. (2024). Ege Bölgesi-Bozdağlar Yöresi'nde bitki tür çeşitliliğinin günümüz ve iklim değişimi altında potansiyel dağılım modellemesi ve haritalanması. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Townsend, C. C., & Guest, E. (1966). Flora of Iraq. Vol. 2, Ministry of Agriculture Republic of Iraq, pp. 89-93.
- Uyar, Ç., Perkumienė, D., Škėma, M., & Aleinikovas, M. (2024). An International Perspective on the Status of Wildlife in Türkiye's Sustainable Forest Management Processes. Forests, 15(12), 2195.
- Wani, A. M., & Sahoo, G. (2021). Forest ecosystem services and biodiversity. Spatial modeling in forest resources management: Rural livelihood and sustainable development, 529-552. https://doi.org/10.1007/978-3-030-56542-8_22
- Yeşilada, E., Honda, G., Sezik, E., Tabata, M., Goto, K., & Ikeshiro, Y., (1993). Traditional medicine in Turkey IV. Folk medicine in the Mediterranean subdivision. Journal of Ethnopharmacology, 39: 31-38.
- Yılmaz, H. (2020). Cupressaceae. (Ed. Ü. Akkemik). Türkiye'nin Bütün Ağaç ve Çalıları. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, s. 130.
- Yücedağ, C., Ayan, S., Farhat, P., Özel, H.B., (2021). *Juniperus* L. for Rehabilitation of Degraded Forest Lands in Turkey. South-East European Forestry 12(1): 71-81. <https://doi.org/10.15177/seeefor.21-01>

Ek Çizelge 1. Örnek alanlarda tespit edilen türler ve istatistiksel değerlendirme öncesi kodlar

Kod	Tür Adı	Kod	Tür Adı
Aciro	<i>Acinos rotundifolius</i> Pers.	Lonetr	<i>Lonicera etrusca</i> Santi var. <i>etrusca</i> <i>Lonicera nummulariifolia</i> Jaub. & Spach subsp. <i>nummulariifolia</i> (Luzula forsteri (Sm.) DC.
Aegbiu	<i>Aegilops biuncialis</i> Vis.	Lonnum	<i>Lonicera nummulariifolia</i> Jaub. & Spach subsp. <i>nummulariifolia</i> (Luzula forsteri (Sm.) DC.
Aegtri	<i>Aegilops triuncialis</i> L.	Luzfor	<i>Marrubium rotundifolium</i> Boiss.
Alkare	<i>Alkanna areolata</i> Boiss. var. <i>areolata</i>	Marrot	<i>Matricaria chamomilla</i> L.
Alktin	<i>Alkanna tinctoria</i> (L.) Tausch subsp. <i>tinctoria</i>	Matcha	<i>Medicago minima</i> (L.) Bart. var. <i>minima</i>
Allfla	<i>Allium flavum</i> subsp. <i>tauricum</i> var. <i>tauricum</i> (Besser ex Rchb.) Stearn	Medmin	<i>Medicago orbicularis</i> (L.) Bartal.
Allpet	<i>Alliaria petiolata</i> (M.Bieb.) Cavara & Grande	Medorb	<i>Medicago polymorpha</i> L. var. <i>polymorpha</i>
Alyfol	<i>Alyssum foliosum</i> var. <i>megalocarpum</i> Halacsy	Medpol	<i>Medicago sativa</i> L.
Alyfuf	<i>Alyssum fulvescens</i> var. <i>fulvescens</i> Sibth. & Sm.	Medsat	<i>Melilotus neapolitana</i> Ten.
Alyfus	<i>Alyssum fulvescens</i> var. <i>stellatocarpum</i> Hub.-Mor.	Melnea	<i>Milium vernale</i> subsp. <i>vernale</i> M.Bieb.
Alyhir	<i>Alyssum hirsutum</i> M.Bieb.	Milver	<i>Minuartia juressi</i> (Willd. ex Schlect.) Lacaita subsp. <i>asiatica</i> McNeill.
Alymin	<i>Alyssum minus</i> (L.) Rothm. var. <i>minus</i>	Minjur	<i>Moenchia mantica</i> (L.) Bartl. subsp. <i>mantica</i>
Alysm	<i>Alyssum smyrnaeum</i> C.A.Mey.	Moemam	<i>Muscari armeniacum</i> Leichtlin ex Baker
Alysp1	<i>Alyssum</i> sp. 1	Musarm	<i>Muscari comosum</i> (L.) Miller
Alysp3	<i>Alyssum</i> sp. 3	Muscom	<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill subsp. <i>arvensis</i>
Anaarv	<i>Anagallis arvensis</i> var. <i>caerulea</i> (L.) Gouan	Myoarv	<i>Myosotis incrassata</i> Guss.
Ancund	<i>Anchusa undulata</i> L. subsp. <i>hybrida</i> (Ten.) Coutinho	Myoinc	<i>Nepeta viscida</i> Boiss.
Anddis	<i>Andropogon distachyos</i> L.	Nepvis	<i>Onobrychis caput-galli</i> (L.) Lam.
Antaca	<i>Anthemis aciphylla</i> Boiss. var. <i>aciphylla</i>	Onocap	<i>Onobrychis crista-galli</i> (L.) Lam.
Antacd	<i>Anthemis aciphylla</i> Boiss. var. <i>discoidea</i> Boiss.	Onocri	<i>Onopordum</i> sp.
Antchi	<i>Anthemis chia</i> L.	Onosp.	<i>Opopanax hispidus</i> (Friv.) Griseb.
Antodo	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L. subsp. <i>odoratum</i>	Opohis	<i>Orchis anatolica</i> Boiss.
Antpse	<i>Anthemis pseudocotula</i> Boiss.	Orcana	<i>Ornithopus compressus</i> L.
Antvul	<i>Anthyllis vulneraria</i> L. subsp. <i>praepropera</i> (Kerner) Bormm.	Orcomp	<i>Origanum majorana</i> L.
Antwie	<i>Anthemis wiedemanniana</i> Fisch.&C.A.Mey.	Orimaj	<i>Origanum vulgare</i> L. subsp. <i>hirtum</i> (Link) letsvaart
Aracau	<i>Arabis caucasica</i> subsp. <i>caucasica</i>	Orivul	<i>Orlaya daucoidea</i> (L.) Greuter
Araver	<i>Arabis verna</i> (L.) R.Br.	Orldau	<i>Ornithogalum armeriacum</i> Baker
Arband	<i>Arbutus andrachne</i> L.	Ornarm	<i>Ornithogalum montanum</i> Cirillo
Aresp.	<i>Arenaria</i> sp.	Ornmon	<i>Ornithogalum nutans</i>
Aripal	<i>Aristolochia pallida</i>	Ornnt	

Willd.		L.	
Arisp.	<i>Aristolochia</i> sp.	Ornpla	<i>Ornithogalum platyphyllum</i> Boiss.
Armcarr	<i>Armeria cariensis</i> Boiss. var. <i>cariensis</i>	Ororet	<i>Orobanche reticulata</i> Wallr.
Aspacu	<i>Asparagus acutifolius</i> L.	Osyalb	<i>Osyris alba</i> L.
Asplut	<i>Asphodeline lutea</i> (L.) Rchb.	Palisp	<i>Paliurus spina-christi</i> P. Mill.
Astang	<i>Astragalus angustifolius</i> Lam.	Paparg	<i>Papaver argemone</i> L.
Astcre	<i>Astragalus creticus</i> Lam.	Paprho	<i>Papaver rhoeas</i> L.
Asttmo	<i>Astragalus tmoleus</i> Boiss. var. <i>tmoleus</i>	Parlat	<i>Parentucellia latifolia</i> (L.) Caurel subsp. <i>latifolia</i>
Asyfil	<i>Asyneuma filipes</i> (Nab.) Damboldt	Parlus	<i>Parietaria lusitanica</i> L.
Atrcan	<i>Atractylis cancellata</i> L.	Philat	<i>Phillyrea latifolia</i> L.
Aubdel	<i>Aubrieta deltoidea</i> (L.) DC.	Pilhop	<i>Pilosella hoppeana</i> subsp. <i>lydia</i>
Avebar	<i>Avena barbata</i> subsp. <i>barbata</i> Pott ex Link	Pilpil	<i>Pilosella piloselloides</i> (Vill.) Sojak subsp. <i>megalomastix</i>
Belper	<i>Bellis perennis</i> L.	Pinbru	<i>Pinus brutia</i> Ten.
Bomdis	<i>Bombicylaena discolor</i> (Pers.) M.Lainz	Pinnig	<i>Pinus nigra</i> J.F. Arnold
Broste	<i>Bromus sterilis</i> L.	Pister	<i>Pistacia terebinthus</i> L.
Brotec	<i>Bromus tectorum</i> L.	Plachl	<i>Platanthera chlorantha</i> (Custer) Rchb. subsp. <i>chlorantha</i>
Bugarv	<i>Buglossoides arvensis</i> (L.) I. M. Johnst.	Plalog	<i>Plantago logopus</i> L.
Calirr	<i>Calepina irregularis</i> (Asso) Thell.	Plaori	<i>Platanus orientalis</i> L.
Camlyr	<i>Campanula lyrata</i> Lam. subsp. <i>lyrata</i>	Plasp.	<i>Plantago</i> sp.
Capbur	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Poabul	<i>Poa bulbosa</i> L.
Cardiv	<i>Carex divisa</i> Huds.	Poapra	<i>Poa pratensis</i> L.
Cargra	<i>Cardamine graeca</i> L.	Poatim	<i>Poa timoleontis</i> Heldr. ex Boiss.
Carhir	<i>Cardamine hirsuta</i> L.	Poatri	<i>Poa trivialis</i> L.
Carnut	<i>Carduus nutans</i> L.	Potrep	<i>Potentilla reptans</i> L.
Carpyc	<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	Prudiv	<i>Prunus divericata</i> subsp. <i>divericata</i> Ledeb.
Cassat	<i>Castanea sativa</i> Miller	Pruspi	<i>Prunus spinosa</i> L.
Cedlib	<i>Cedrus libani</i> A.Rich.	Pteaqu	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn
Cencya	<i>Centaurea cyanus</i> Hill.	Pyramy	<i>Pyrus amygdaliformis</i> Vill. var. <i>amygdaliformis</i>
Cenpol	<i>Centaurea polyclada</i> DC.	Pyrela	<i>Pyrus elaeagnifolia</i> Pall. subsp. <i>elaeagnifolia</i>
Centhi	<i>Centaurea thirkei</i> Sch.Bip.	Quecer	<i>Quercus cerris</i> L. var. <i>cerris</i>
Centri	<i>Centaurea triumfettii</i> All.	Quecoc	<i>Quercus coccifera</i> L.
Ceplon	<i>Cephalanthera longifolia</i> (L.) Fritsch	Queinf	<i>Quercus infectoria</i> subsp. <i>boissieri</i> (Reut.) O.Schwarz
Cerbra	<i>Cerastium brachypetalum</i> subsp. <i>roeseri</i> (Boiss. & Heldr.) Nyman	Ranarg	<i>Ranunculus argyreus</i> Boiss.
Cergra	<i>Cerastium gracile</i> Dufour	Ranfic	<i>Ranunculus ficaria</i> L. subsp. <i>ficariiformis</i> Rouy & Foucaud
Cerill	<i>Cerastium illyricum</i> subsp. <i>comatum</i>	Ranpal	<i>Ranunculus paludosus</i> Poir.

Chapyg	<i>Chamaecytisus pygmaeus</i> (Willd.) Rothm.	Ranreu	<i>Ranunculus reuterianus</i> Boiss.	Guss.		<i>medusae</i> (L.) Nevski
Ciraca	<i>Cirsium acarna</i> (L.) Moench	Raprap	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Filger	<i>Filago germanica</i> (L.) L.	Tansp. <i>Tanacetum</i> sp.
Ciscre	<i>Cistus creticus</i> L.	Raprug	<i>Rapistrum rugosum</i> (L.) All.	Fumkra	<i>Fumaria kralikii</i> Jord.	Tarbut <i>Taraxacum buttleri</i> van. Soest
Cislau	<i>Cistus laurifolius</i> L.	Rhaste	<i>Rhagadiolus stellatus</i> var. <i>stellatus</i>	Galalb	<i>Galium album</i> Miller subsp. <i>pyncnotrichum</i> (H. Braun) Krendl	Teucha <i>Teucrium chamaedrys</i> subsp. <i>chamaedrys</i>
Cissal	<i>Cistus salviifolius</i> L.	Romtem	<i>Romulea tempskyana</i> Freyn.	Galapa	<i>Galium aparine</i> L.	Thlper <i>Thlaspi perfoliatum</i> L.
Colmel	<i>Colutea melanocalyx</i> subsp. <i>davisiana</i> (Browicz) D.F.Chamb.	Roscan	<i>Rosa canina</i> L.	Galbri	<i>Galium brevifolium</i> subsp. <i>insulare</i> Ehrend. & Schönb.-Tem.	Thylon <i>Thymus longicaulis</i> C. Presl subsp. <i>chaubardii</i> (Rchb.f.) J alas var. <i>chaubardii</i>
Cottin	<i>Cota tinctoria</i> (L.) J.Gay ex Guss. var. <i>tinctoria</i>	Rubcae	<i>Rubus caesius</i> L.	Galmur	<i>Galium murale</i> (L.) All.	Thyzyg <i>Thymus zygioides</i>
Cramon	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq. var. <i>monogyna</i>	Rubcan	<i>Rubus canescens</i> DC. var. <i>canescens</i>	Genaca	<i>Genista acanthoclada</i> DC.	Torlep <i>Torilis leptophylla</i> (L.) Rchb.f.
Crefoe	<i>Crepis foetida</i> L. subsp. <i>commutata</i> (Spreng.) Babcock	Rubsan	<i>Rubus sanctus</i> Schreb.	Genana	<i>Genista anatolica</i> Boiss.	Traloea <i>Tragopogon longirostris</i> Bisch. var. <i>abbreviatus</i>
Crepul	<i>Crepis pulchra</i> L. subsp. <i>pulchra</i>	Rumace	<i>Rumex acetosella</i> L.	Gerluc	<i>Geranium lucidum</i> L.	Triaff <i>Trifolium affine</i> C. Presl.
Cresan	<i>Crepis sancta</i> L. Babcock	Rumtub	<i>Rumex tuberosus</i> L. subsp. <i>tuberosus</i>	Germac	<i>Geranium macrostylum</i> Boiss.	Triarv <i>Trifolium arvense</i> L. var. <i>arvense</i>
Cresmy	<i>Crepis smyrnaea</i> DC. Ex Froehlich	Saltom	<i>Salvia tomentosa</i> Miller	Germol	<i>Geranium molle</i> L.	Tricam <i>Trifolium campestre</i> Schreb.
Crucru	<i>Crupina crupinastrum</i> (Moris) Vis.	Salver	<i>Salvia verbenaca</i> L.	Gerpur	<i>Geranium purpureum</i> Vill.	Triche <i>Trifolium cherleri</i> L.
Crutau	<i>Cruciata taurica</i> (Pall. Ex. Willd.) Ehrend.	Sanmin	<i>Sanguisorba minor</i> L.	Gerpus	<i>Geranium pusillum</i> Burm.f.	Trigla <i>Trifolium glanduliferum</i> Boiss. var. <i>glanduliferum</i>
Cupsem	<i>Cupressus sempervirens</i> L.	Scacos	<i>Scabiosa cosmoides</i> Boiss.	Gerrot	<i>Geranium rotundifolium</i> L.	Triglo <i>Trifolium globosum</i> L.
Cycsp.	<i>Cyclamen</i> sp.	Scapec	<i>Scandix pecten-veneris</i> L.	Geurb	<i>Geum urbanum</i> L.	Trihya <i>Trifolium hybridum</i> L. var. <i>anatolicum</i> (Boiss.) Boiss.
Cynech	<i>Cynosurus echinatus</i> L.	Scopse	<i>Scorzonera pseudolanata</i> Grossh.	Gyptub	<i>Gypsophila tubulosa</i> (Jaub. & Spach) Boiss.	Trihyh <i>Trifolium hybridum</i> L. var. <i>hybridum</i>
Cysfra	<i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh.	Scosub	<i>Scorzonera sublanata</i> Lipsch.	Helsal	<i>Helianthemum salicifolium</i> (L.) Mill.	Triptra <i>Trifolium pratense</i> L. var. <i>pratense</i>
Cytvil	<i>Cytisus villosus</i> Pourr.	Sedalb	<i>Sedum album</i> L.	Holumb	<i>Holosteum umbellatum</i> var. <i>tenerrimum</i>	Trispe <i>Trifolium speciosum</i> Willd.
Dacglo	<i>Dactylis glomerata</i> L. subsp. <i>hispanica</i> (Roth) Nyman	Sedamp	<i>Sedum amplexicaule</i> DC.	Horgen	<i>Hordeum geniculatum</i> All.	Triste <i>Trifolium stellatum</i> L. var. <i>stellatum</i>
Dacrom	<i>Dactylorhiza romana</i> (Seb.) Soo subsp. <i>romana</i>	Senver	<i>Senecio vernalis</i> Waldst. & Kit.	Huecyn	<i>Huetia cynapioides</i> (Guss.) P. W. Ball in Feddes Rep. subsp. <i>macrocarpa</i> (Boiss. & Spruner) P. W. Ball op.	Trisub <i>Trifolium subterraneum</i> L.
Digfer	<i>Digitalis ferruginea</i> L. subsp. <i>ferruginea</i>	Serber	<i>Serapias bergonii</i> E.G.Camus	Hymcir	<i>Hymenocarpos circinnatus</i> (L.) Savi	Triuni <i>Trifolium uniflorum</i> L.
Dorori	<i>Doronicum orientale</i> Hoffm.	Shearv	<i>Sherardia arvensis</i> L.	Hypade	<i>Hypericum adenotrichum</i> Spach	Vadios <i>Valeriana dioscoridis</i> Sm.
Dramur	<i>Draba muralis</i> L.	Silcon	<i>Silene conica</i> L.	Hypsp1	<i>Hypericum</i> sp. 1	Valcar <i>Valerianella carinata</i> Loisel.
Echsp.	<i>Echinops</i> sp.	Silita	<i>Silene italica</i> (L.) Pers.	Hypsp3	<i>Hypericum</i> sp. 3	Valcor <i>Valerianella coronata</i> (L.) DC.
Elaasc	<i>Elaeoselinum asclepium</i> (L.) Bertol.	Sinarv	<i>Sinapis arvensis</i> L.	Inuhet	<i>Inula heterolepis</i> Boiss.	Valtur <i>Valerianella turgida</i> (Steven) Betcke
Ercico	<i>Erodium ciconium</i> (L.) L. Her.	Sisalt	<i>Sisymbrium altissimum</i> L.	Jasfru	<i>Jasminum fruticans</i> L.	Velrig <i>Velezia rigida</i> L.
Ercicu	<i>Erodium cicutarium</i> subsp. <i>cutarium</i> (L.) L. Her.	Spajun	<i>Spartium junceum</i> L.	Junexc	<i>Juniperus excelsa</i> M.Bieb.	Verchc <i>Verbasum cheiranthifolium</i> var. <i>cheiranthifolium</i> Boiss.
Erosp.	<i>Erodium</i> sp.	Stabyz	<i>Stachys byzantina</i> C. Koch	Junoxy	<i>Juniperus oxycedrus</i> L. var. <i>oxycedrus</i>	Vercym <i>Veronica cymbalaria</i> Bodard
Erover	<i>Erophila verna</i>	Stawor	<i>Stachys woronowii</i> (Schischk. ex Grossh.) R.R.Mill	Jurcon	<i>Jurinea consanguinea</i> DC.	Verglo <i>Verbasum glomeratum</i> L.
Erycam	<i>Eryngium campestre</i> L. var. <i>virens</i> Link	Stempa	<i>Stellaria media</i> subsp. <i>pallida</i>	Jurmol	<i>Jurinea mollis</i> (L.) Reichb.	Vergri <i>Veronica grisebachii</i> Walters
Erypal	<i>Erysimum pallidum</i>	Stempo	<i>Stellaria media</i> subsp. <i>postii</i> Holmboe	Lagcum	<i>Lagoecia cuminooides</i> L.	Verhed <i>Veronica hederifolia</i> L.
Eupana	<i>Euphorbia anacampseros</i> Boiss. var. <i>tmolea</i> M.L.S. Khan	Stetub	<i>Steptorhamphus tuberosus</i> (Jacq.) Grossh.	Lamamp	<i>Lamium amplexicaule</i> L.	Verpar <i>Verbasum parviflorum</i> Lam.
Euprig	<i>Euphorbia rigida</i> M.Bieb.	Stibro	<i>Stipa bromoides</i> (L.) Dörfll.	Lamgar	<i>Lamium garganicum</i> L.	Versp. <i>Verbasum</i> sp.
Fescal	<i>Festuca callieri</i> subsp. <i>callieri</i> (Hack.) Markgr.	Symana	<i>Symphytum anatolicum</i> Boiss.			
Fileri	<i>Filago eriocephala</i>	Taecap	<i>Taeniatherum caput-</i>			

Lamlyc	<i>Lamium lycium</i> Boiss.	Vertri	<i>Veronica trichadena</i> Jordan & Fourr.
Lapcoa	<i>Lapsana communis</i> L. subsp. <i>adenophora</i> (Boiss.) Rech.	Vicart	<i>Vicia articulata</i> Hornem.
Lapcop	<i>Lapsana communis</i> L. subsp. <i>pisidica</i> (Boiss. & Heldr.) Rech.	Viccus	<i>Vicia cuspidata</i> Boiss.
Lataph	<i>Lathyrus aphaca</i> L. var. <i>affinis</i> (Guss.) Arc.	Vicgrd	<i>Vicia grandiflora</i> Scop. var. <i>dissecta</i> Boiss.
Latcic	<i>Lathyrus cicera</i> L.	Vicgrg	<i>Vicia grandiflora</i> Scop. var. <i>grandiflora</i> Ic. Reichb.
Latdig	<i>Lathyrus digitatus</i> (Bieb.) Fiori	Viclat	<i>Vicia lathyroides</i> L.
Latlax	<i>Lathyrus laxiflorus</i> (Desf.) O. Kuntze subsp. <i>laxiflorus</i>	Vicvid	<i>Vicia villosa</i> Roth. subsp. <i>dasycarpa</i> (Ten.) Cav.
Legfal	<i>Legousia falcata</i> (Ten.) Fritsch ex Janch.	Vicviv	<i>Vicia villosa</i> Roth. subsp. <i>villosa</i>
Legspe	<i>Legousia speculum-</i> <i>veneris</i> (L.) Durande ex Vill.	Vintmo	<i>Vincetoxicum</i> <i>tmoleum</i> Boiss.
Leotub	<i>Leontodon tuberosus</i> L.	Zizten	<i>Ziziphora tenuior</i> L.



Türk Eğitim-Sen, Türkiye Kamu-Sen Üyesidir

