

ŞIRNAK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ DERGİSİ

Cilt: 2 • Sayı: 2 • Yıl: 2021

ISSN: 2667-7083

e-ISSN:2687-3796



**SIRNAK UNIVERSITY
JOURNAL OF SCIENCES**



FEN BİLİMLERİ DERGİSİ
JOURNAL OF SCIENCES

Cilt: 2 Sayı 2 Yıl: 2021
Vol: 2 Number: 2 Year: 2021

ISSN: 2667-7083
e-ISSN:2687-3796

Şırnak Üniversitesi Adına Sahibi
Prof. Dr. Mehmet Emin ERKAN

Editörler | Editors in Chief

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa RÜSTEMOĞLU
mustafa.rustemoglu@gmail.com

Dr. Cemil SADULLAHOĞLU
csadullahoglu@yandex.com.tr

Yardımcı Editör | Editorial Assistant

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

Mizanpajcı

Dr. Cemil SADULLAHOĞLU

Yönetim Yeri | Head Office

Şırnak Üniversitesi Yayınları

Yeni Mahalle Cizre Caddesi

Mehmet Emin Acar Kampüsü 73000 ŞIRNAK

Tel : +90 486 216 82 41- web : www.sirnak.edu.tr - <https://dergipark.org.tr/sufbd>

Mayıs 2022

İÇİNDEKİLER

Sayfa

Davood TALEFİROUZ & Erdal ÇOKÇA

Use of Powdered Steel Slag in Cement-Bentonite Slurry Wall Construction..... 1

Tarkan AYZ

Şırnak İli Elma (*Malus domestica* Bark. (Rosaceae)) Bahçelerinde Bulunan Zararlı ve Yararlı Arthropod Türlerinin Belirlenmesi..... 16

Yusuf UZUN, İsmail ACAR, Sedat KESİCİ, Mustafa Emre AKÇAY

Hakkâri İlinde Tespit Edilen Bazı Çürükçül Makrofunguslar..... 23

Research Article

Use of Powdered Steel Slag in Cement-Bentonite Slurry Wall Construction

Davood TALEFİROUZ ^{1*}, Erdal ÇOKÇA ²

¹ MSc, Civil Engineering Department, Middle East Technical University, Ankara, Turkey; talefirouz@gmail.com

² Prof, Civil Engineering Department, Middle East Technical University, Ankara, Turkey; ecokca@metu.edu.tr

* Corresponding Author; talefirouz@gmail.com

Received / Gönderme tarihi: 04/11/2019

Accepted / Kabul tarihi: 21/04/2022

ABSTRACT

This paper presents a comprehensive laboratory investigation into the workability, permeability and unconfined compressive strength of powdered-steel-slag, lime-amended cement-bentonite backfills using several series of mixtures. Prepared mixtures comprise various proportions of cement, bentonite, powdered steel slag, and lime, tested for particle size distribution (PSD), liquid limit, plastic limit, permeability, and unconfined compressive strength (UCS). For each mixture, the effect of different curing times was investigated. The results show that the permeability of the powdered steel-slag, lime-amended cement-bentonite backfill is near enough to the 10^{-9} m/s (10^{-7} cm/s) required by standards. The laboratory observations clearly show that cement-bentonite-steel slag (CBS) backfill strengthens with time. When placed, the backfill is viscous liquid; later, it is a material strong enough to stand vertically. Amended mixtures, including 9% of bentonite content, give higher strength values and present lower permeability consider to other mixtures in slurry wall construction. In addition, the stiffness characteristics of the samples were investigated by determining the secant modulus of elasticity at 50%. Therefore, it is concluded that CB–powdered steel slag–lime blended mixtures are superior materials for constructing slurry walls.

Keywords: Cement-Bentonite; Permeability; Powdered Steel Slag; Secant Modulus; Slurry Wall; Unconfined Compressive Strength

Çimento-Bentonit Bulamaç Duvar İnşaatında Toz Çelik Cüruf Kullanımı

ÖZET

Bu makalede, çimento-bentonit-toz çelik cürufu-kireç karışımlarının, bulamaç hendeği duvarlarda dolgu maddesi olarak kullanılabilmesi için, işlenebilirlik, geçirgenlik ve serbest basınç dayanımı özelliklerinin araştırıldığı

kapsamlı bir laboratuvar çalışması sunulmaktadır. Çeşitli oranlarda hazırlanan çimento-bentonit-toz çelik cürufu-kireç karışımlarının, tane boyu dağılımı (PSD), likit limit, plastik limit, geçirgenlik ve serbest basınç dayanımlarına (UCS) bakılmıştır. Her karışım için, kür süresinin etkisi incelenmiştir. Sonuçlar, çimento-bentonit-toz çelik cürufu-kireç dolgu maddesinin geçirgenliğinin standartların gerektirdiği 10^{-9} m/saniye (10^{-7} cm/saniye) yakın olduğunu göstermektedir. Laboratuvar gözlemleri, bu çalışmada değerlendirilen çimento-bentonit-toz çelik cürufu-kireç (CBS) dolgu maddesinin mukavemetinin zamanla arttığını göstermektedir. Dolgu maddesi hendeğe yerleştirildiğinde viskoz bir sıvı kıvamındadır; daha sonra, düşey olarak durabilecek kadar güçlü bir malzemeye dönüşmektedir. %9 bentonit içeren karışımlar, sadece daha yüksek mukavemet değerleri vermekle kalmayıp, aynı zamanda bulamaç duvarı için önemli olan, bu çalışmada test edilen diğer karışımlara göre daha düşük geçirgenlik değeri vermişlerdir. Ayrıca, numunelerin rijitlik özellikleri, sekant elastisite modülünün %50'sinde belirlenerek araştırılmıştır. Çimento-%9 bentonit-toz çelik cürufu-kireç karışımlarının bulamaç duvarı oluşturmak için uygun karışımlar olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çimento-Bentonit; Geçirgenlik; Toz Çelik Cürufu; Sekant Modülü; Bulamaç Duvar; Serbest Basınç Mukavemeti.

1. INTRODUCTION

Unlike soil-bentonite, cement-bentonite slurry walls harden in place and need no other backfill. This means self-hardened properties of CB are referred to as one-step construction and meanwhile as a final barrier wall. In this method, cement and typically other additives such as attapulgite or slag are used to improve slurry walls stability and overcome adjacent weaker ground soils. Hardening progression of CB takes several months and long-term investigations have revealed gradual permeability reduction with time (<https://www.geo-solutions.com>, 2017). The steel slag recycling rate in the world, on average, is over 80%. In addition, Steel Slag (BOF and EAF Slag) amount in Europe in 2012 was 24.7 Mt; however, about 13% of steel slag was not used and stored (TSPA, 2015).

In Turkey in 2014, 5.4 million tons of steel slag was produced as a by-product throughout steel making industry, 37% of it was recycled (as a cement additive, parquet, curb, rain gutter, ready-mixed concrete products, micronized granular products, asphalt aggregate, and as various sizes of filler material, etc.) and 63% was stored (TSPA, 2015). Therefore, alternative use possibilities should be investigated. In US, steel slag usage in cement production is common (PCA, 2005). There are also studies on the use of steel production slag as top cover in waste landfills, and it has been determined that fine steel slags can be used in impermeable top cover layer (Andreas et al., 2005). Khajeh et al. (2020) revealed that when basic oxygen furnace slag (BOFS) known as Steel Slag used for soil stabilization, gave the same environmental classification compared those provided by cement-lime-stabilized soils.

The above studies have strengthened the possibility that the powdered steel slag can be used in slurry wall construction as an additive and may give positive results. Therefore, the use of powdered steel slag in the slurry walls will eliminate both the storage costs and the need for natural mineral material. The slurry wall is a sealing method used in hydraulic earthworks to create an impermeable barrier to water. This sealing technique is often used in dykes, retention dams, and levees for leakage control. Cement-bentonite (CB) slurry walls using backfill comprising cement and Na-bentonite are used in construction projects to achieve low permeability. Amendments to this backfill, powdered steel slag and lime, may further decrease permeability. However, studies on the workability (the slump), permeability and strength of such powdered steel slag-amended cement-bentonite backfills for slurry walls are limited. The construction procedure involves trench excavation into the subsurface to the desired depth. Generally, $k \leq 10^{-7}$ cm/s is required for slurry walls used in containment applications (LaGrega et al., 2001).

Since CB slurry walls are being used as low-permeability barriers to groundwater flow, the value of permeability k of CB backfill materials plays an important role in constructing the wall (D'Appolonia, 1980; Millet & Perez, 1981; Spooner et al., 1984; Ryan, 1987; Evans & Dawson, 1999; Bodocsi et al., 1995; Filz, 1996). In the last two decades, slag-CB slurry walls have been used extensively in the U.K. Due to the intrinsic variability of material mixes, the U.K. National Specification (ICE, 1999) requires a laboratory permeability value of no more than 10^{-7} cm/s for a 90-days-cured specimen. For slag-CB slurry walls, permeability changes with curing times. Opdyke & Evans (2005) and Jefferis (2008) reported on the change in permeability during the early stages of curing. The horizontal deflection of the cured vertical CB slurry wall relies on the permeability and strength parameters of the wall (Ruffing et al., 2010). Manassero et al. (1995) stated that fly ashes, furnace slags, minerals and other by-products could be used for cement bentonite mixtures, and when these materials are used in backfill sealing mixtures, unit weight and chemical resistance increases, void ratio, permeability, diffusion coefficient and unit cost decreases.

The behavior of slurry walls for short-term and long-term has been studied by researchers (Carreto et al., 2015). Du et al. (2015) proved that sodium bentonite and calcium bentonite reduce permeability if used in barrier walls. Xu et al. (2016) reported that permeability results could be improved with appropriate bentonite content. According to Sreedharan & Puvvadi (2013), in the long-term, pozzolanic cementitious material reaction and cement hydration not only improve slurry wall strength but also cause to gradual reduction in

permeability. Carreto (2014) investigated that the pozzolanic reaction during cement hydration occurring in the hardened specimens enable the slurry to endure considerable plastic deformation before cracking at substantial shear stress levels. This paper describes an experimental study on powdered steel slag and lime as stabilizers for cement-bentonite (CB) slurry used in building vertical barrier walls. The key element is developing a mixture of materials that can reduce the permeability and improve the strength of CB slurry walls. Time-dependent behavior of the backfill and, in particular, the change in shear strength and permeability with aging were also investigated. Modulus of elasticity $E_{50(u)}$ at 50% of ultimate stress-strain rate was obtained based on unconfined compression strength test results.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 Materials

In this study, cement type I, powdered steel slag, lime, and sodium bentonite were used as the main materials. Karakaya sodium bentonite produced in Turkey was used for bentonite-water slurry preparation. The mineralogical and index/composition properties of Karakaya bentonite are given in Tables 1 and 2, respectively. Cement production, however, leads to carbon dioxide (CO_2) emission up to 8% annually in the world. Aiming to reduce cement utilization in construction projects, more studies need to be done to use cementitious waste materials as a partial replacement of cement. Steel slag is produced as a by-product of steel production.

Table 1. Mineralogical properties of the Karakaya bentonite.

| Mineralogical Component | By weight (%) |
|----------------------------|------------------|
| Quartz | 5 |
| Smectite | 71 |
| Zeolite | 19.50 |
| Others | 4.50 |

Table 2. Index and compaction properties of the Karakaya bentonite.

| Parameter | Quantity |
|-----------------------------|----------|
| Dry density(Mg/m^3) | 0.8 |
| Natural density(Mg/m^3) | 0.87 |
| Water content (%) | 8 |
| Specific gravity | 2.17 |
| Void ratio (%) | 1.89 |
| Porosity (%) | 65 |
| Liquid limit (%) | 320 |
| Plastic limit (%) | 50 |
| Plasticity Index (%) | 270 |

| Parameter | Quantity |
|---|----------|
| Cation exchange capacity (meq/100 g) | 55-60 |

Steel slag naturally contains magnesium and free lime. These two ingredients never react with silicate in other materials and can expand and hydrate after mixing with water or even in humid environments. The partial replacement of cement with slag is now widely accepted in geotechnical practices (Joshi et al., 2010). Steel Slag's tendency to expand is beneficial in some geotechnical applications. This expansion, for instance, can prevent undesired cracks that would increase permeability. Therefore, this characteristic of steel slag, when mixed with enough water to create a 20% powdered steel-slag slurry, could be helpful for slurry wall construction. The steel slag for this study was produced in the Erdemir Iron and Steel Plant in Turkey. The steel slag had been gravel-sized before it was grinded by mechanical grinding into fine particles in the laboratory (Figure 1). The chemical composition of the steel slag is given for comparison in Table 3. Compared to cement, the hydration rate of steel slag at the early ages is much slower (Shi, 2004). However, this rate intensifies at either 90 days of curing time or later, even more than cement (Wang et al., 2018). Slag basicity can be extracted from $(R = \frac{CaO}{SiO_2 + P_2O_5})$. Mason (1944) represented that steel slag cementitious activity based on its basicity can be divided into three categories: smaller than 1.8 for lower alkalinity, 1.8-2.5 for medium alkalinity and larger than 2.5 for high alkalinity.



(a)

(b)

Figure 1. Utilized steel slag, gravel size (a), powdered steel slag (b).

In this study, the chemical composition of steel slag indicates that the R-value is 2.89, which represents high alkalinity steel slag. Relationship between chemical composition and basicity of steel slag whereas alkalinity is greater than 2.5 represents main minerals as tri-

calcium silicate slag. The greater the steel slag's basicity value is, the more cementitious properties it owns (Dhoble & Ahmed, 2018). Besides, lime saturation factor (LSF) must be evaluated on cementitious material (based on chemical properties) where hydration rate and further strength achievement at early ages are assigned. Unless steel slag has (LSF) value of greater than one, the addition of lime content is needed to improve the early strength of the mixtures. Where $LSF = \frac{CaO}{(2.8SiO_2 + 1.2Al_2O_3 + 0.6Fe_2O_3)}$, the steel slag's (LSF) value in this study is 0.8. Therefore, adding a few proportions of lime content to the mixtures not only can improve the initial hydration rate but also it may accelerate early strength gain.

2.2 Methods

Index properties, slump, permeability, and unconfined compressive strength values of the mixtures were evaluated to contemplate whether they meet the minimum requirements. The permeability and unconfined compressive strength of cement–bentonite–powdered steel-slag–lime mixtures for various curing times were investigated. Wang et al., (2013) indicated that powdered-steel slag produces more hydration rate than coarse aggregate steel slag at the early age of curing time. The consistency required the backfill-slurry mixture to displace the trench slurry correlates to a slump ranging from 100 mm to 150 mm (4 to 6 in.) (Opdyke & Evans, 2005). Prepared fresh mixtures also have a slump of 100 mm to 150 mm. In this study, the slurry was 20% cementitious material content by dry mass and 80% bentonite-water slurry (Figure 2). Opdyke & Evans, (2005) gave the Slag-CB slurry preparation with 20% of cementitious material (75-80% of slag-20-25% of cement) mixed in 80% of bentonite water slurry (5% Bentonite+ 95% Water). The percentages of supplementary cementitious materials replaced by Portland cement for this experiment were 0%, 20%, 50%, and 80%. All samples were cured in a room at 100% humidity. Samples were tested at 7 days, 28 days, and 90 days of curing time. Cured specimens were subjected to permeability and unconfined compression tests.

Table 3. Chemical composition ranges of steel slag.

| Constituent | Steel Slag Composition (%) |
|--|----------------------------|
| Aluminium Oxide (Al ₂ O ₃) | 1.76 |
| Calcium Carbonate (CaCO ₃) | 67 |
| Calcium Oxide (CaO) | 47 |
| Iron (III) Oxide (Fe ₂ O ₃) | 20 |
| Magnesium Oxide (MgO) | 7.20 |
| Manganese Oxide (MnO) | 6.50 |

| Constituent | Steel Slag Composition (%) |
|-------------------------------------|----------------------------|
| Silicon Dioxide (SiO ₂) | 15.57 |
| Sulphur (S) | <0.1 |
| P ₂ O ₅ | 0.68 |

2.2.1 Sample Preparation

In this experimental study, four types of material (i.e., sodium bentonite, cement, steel slag, and lime) in different mixture designs were examined. Index tests (Atterberg limit, specific gravity, and particle size distribution) were carried out for all samples. Specimens were prepared for permeability and unconfined compressive strength tests. Mixture designs have three series (Figure 2). For the first series, cement was replaced by powdered steel slag at 0%, 20%, 50%, and 80%, respectively. In the second series, the mixture included cement replacement of 50% (B5-C50-S50) was amended with 5% lime. Aiming to increase the strength of a mixture, a lime content of 5% in one instance was replaced by 5% portion of powdered steel slag, and in another instance replaced by a 5% portion of cement (i.e., B5-C50-S45-L5 and B5-C45-S50-L5, Mixtures). In the third series, in order to reduce permeability, bentonite content in batch slurry preparation for the same mixture design of the second series has increased from 5% to 9% (i.e., B9-C50-S45-L5 and B9-C45-S50-L5, Mixtures). Since the reaction rate of slag is inappreciable, an alkaline activator such as lime would have some ability to speed up the reaction rate (Talefirouz et al., 2016). A bentonite content of 9% in the batch slurry was used to improve the mixtures, including 5% lime content in the third series. For all series, specimens cured for 7 days, 28 days, and 90 days were subjected to permeability and strength tests.

2.2.2 Preparation of Batch Slurry

The batch slurry portion in the samples was 80% of the total mixture weight, while the remaining 20% of the mixtures was cementitious material. Two mixtures of batch slurry were prepared with different bentonite contents. First, a mixture was prepared using 5% bentonite by dry weight mixed with 95% distilled water. For the second, 9% bentonite by dry weight was mixed with 91% distilled water. Distilled water at 22°C has a pH value of 6.69. Bentonite-water slurry at 19.5°C with 5% and 9% bentonite content has pH values of 9.1 and 8.87, respectively.

2.2.3 Preparation of Test Specimens

Cementitious material and bentonite were put into the oven to dry a day before sample preparation. During the mixing days, cementitious materials were mixed according to the mix design. Dry materials were mixed by hand using a steel spatula for five minutes in a plastic pan then passed through a number 40 sieve (particle size 0.420 mm) at least for five times to obtain a uniform mixture. The total mixture was 20% cementitious material by weight. For instance, 5 kg of prepared slurry comprised 1 kg of cementitious material and 4 kg of batch slurry. Plastic cylindrical molds of 5 cm in internal diameter, 6.3 cm in external diameter, and 10 cm in height were used. Prepared specimens were placed in the 100% humidity room at a temperature of 20 ± 2 °C. A pair of undamaged specimens were used for the permeation and strength tests.

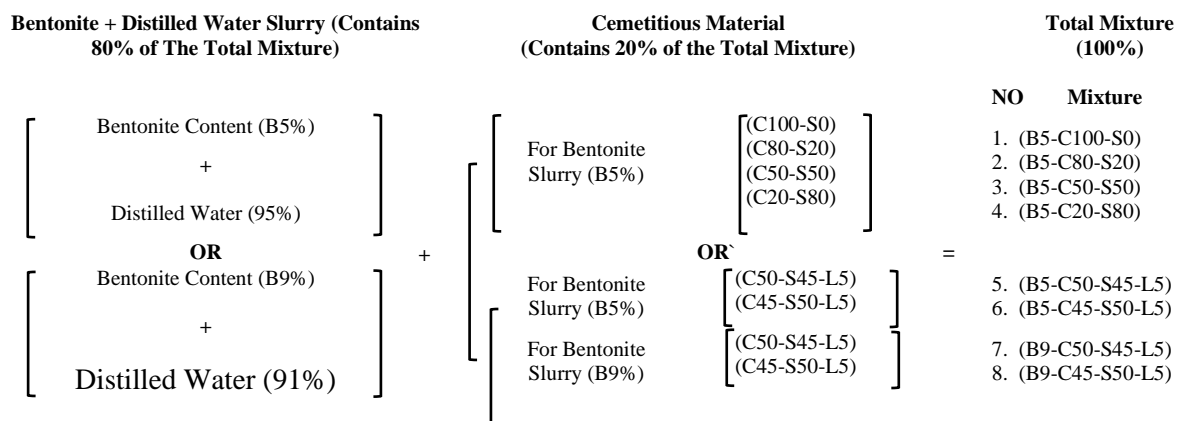


Figure 2. Mixture Design (B: Bentonite, C: Cement, S: Powdered Steel slag, L: Lime).

2.2.4 Test Procedure

2.2.4.1 Index Tests

In geotechnical practice, the conventional hydrometer test method is typically used to determine the particle size distribution (PSD) of fine particles. It takes 24 hours. However, cementitious material starts to flocculate within five minutes. Thus, the PSDs of mixtures in this experiment were determined by the laser diffraction method. A laser diffraction system with a wavelength of about 633 nm was used for PSD analysis in this study. It was adjusted to measure particle sizes between 0.001 and 2 mm. An electrical instrument having a capacity of 1 L was used for sample preparation. The specific gravity (Gs) of cementitious material cannot be determined using ASTM D854-10 because it covers the determination of the specific gravity of soil solids by pycnometer—the procedure takes more than 3 hours, so that flocculation can occur. Thus, Gs test was determined according to ASTM C188-09. For this

method, kerosene was placed in a graduated flask to determine volume change. To determine the Gs of cement, the standard specifies that 64 g of cement be used, and for other mixtures including pozzolanic material, 50 g were used. Around 200 g of the dry mixture was set aside for Atterberg limit tests. The liquid limit and plastic limit of the mixtures were determined by wet preparation methods according to ASTM D4318-10. Since the initial setting time (hydration) of the cementitious material is not more than 15 minutes, the test procedure could not adhere to the standard's requirement of a hydration time of at least 16 hours in a humid room. As soon as the shape of the Casagrande cup was attained by fresh mixtures, the Atterberg limit was tested within ten minutes of mixing.

2.2.4.2 Permeability and Strength Tests

The permeability tests were carried out according to ASTM D5084-03 Method E—Constant Volume-Constant Head, using a triaxial cell permeameter system. The value of the hydraulic gradient was 10 in the flexible-wall permeability test. Cured samples were taken from the humid room on test days, and specimens of similar size were used for permeability and strength tests. The specimens were tested for unconfined compressive strength according to ASTM D2166-06.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Index properties of the mixtures are given in Table 4, which shows PSD, Gs, and Atterberg limit test results of the mixtures prepared as 20% cementitious material. The Gs values of cement, bentonite, steel slag, and lime are 2.89, 2.17, 3.40, and 2.27, respectively. In the proposed mixtures of B9-C50-S45-L5 and B9-C45-S50-L5, compared to the CB reference mixture (C-S with 5% B), the amounts of clay and silt-sized material are decreased, and the amount of sand-sized material is increased. In addition, Gs is increased, and Atterberg limit values are decreased.

3.1 Permeability (k)

Backpressure of 100 kPa and cell pressure of 200 kPa was kept constant during permeability measurement. Permeability values were founded under 100 kPa effective confining stress consistent with the same value provided by (Opdyke & Evans, 2005). Effluent and influent volumes were recorded. All specimens were subjected to permeability tests after 7 days, 28 days, and 90 days of curing time. Naturally, permeability tests for each sample took two or three days, but never more than four days. Permeability values of the

mixtures are given in Table 5. Sample with cement replacement of 50% was also examined by adding 5% lime and 9% bentonite content to the batch slurry. Changing the mixture to 9% bentonite shows that permeability reduces between 28 days and 90 days of curing time. It reduced from 5.4×10^{-7} cm/s to 4.3×10^{-7} cm/s and from 4.3×10^{-7} cm/s to 3×10^{-7} cm/s, respectively. The permeability of samples containing batch slurry of 5% bentonite increased between 28 days and 90 days. It should be noted that the permeability test results in the laboratory are lower than those measured in the field (Oweis & Khera, 1990).

Table 4. Index properties of the mixtures.

| NO | Mixture | Clay size (%) | Silt size (%) | Sand size (%) | Gs | LL (%) | PL (%) | I_p (%) |
|----|---------------|---------------|---------------|---------------|------|--------|--------|-----------|
| 1 | B5-C100-S0 | 24 | 76 | 0 | 2.82 | 39 | 25 | 14 |
| 2 | B5-C80-S20 | 10 | 76 | 14 | 3.10 | 39 | 18 | 21 |
| 3 | B5-C50-S50 | 13 | 76 | 11 | 3.00 | 37 | 22 | 15 |
| 4 | B5-C20-S80 | 15 | 77 | 8 | 2.89 | 44 | 24 | 20 |
| 5 | B5-C50-S45-L5 | 12 | 76 | 12 | 2.94 | 37 | 23 | 14 |
| 6 | B5-C45-S50-L5 | 13 | 81 | 6 | 2.97 | 31 | 21 | 10 |
| 7 | B9-C50-S45-L5 | 12 | 75 | 13 | 2.85 | 30 | 19 | 11 |
| 8 | B9-C45-S50-L5 | 12 | 73 | 15 | 2.95 | 31 | 21 | 10 |

Note: C=cement, S= powdered steel slag, L= Lime B*: Bentonite % in batch slurry

In the proposed mixtures (B9-C50-S45-L5) and (B9-C45-S50-L5), compared to the CB reference mixture (C with 5% B), permeability decreased by 6.8 times in 28 days of curing and by 8.6–12 times in 90 days of curing. Low permeability criterion is the initial design consideration in slurry walls utilized for groundwater control application. A permeability of 1×10^{-7} cm/s is generally required. However, a value of 1×10^{-6} or higher may be sufficient for some groundwater control purposes (Opdyke & Evans, 2005).

3.2 Unconfined Compressive Strength (q_u)

In this study, the freshly placed mixtures had low shear strengths. This is not surprising since the slurry is placed as a viscous liquid. The results shown in Table 5 reveal a detectable change in the shear strength of the backfill during one week, one month, and three months. The loading rate of the compression machine was adjusted to 0.5 mm/min. Since steel slag has a high creation temperature, C_3S is utterly advanced in steel slag those in cement along with highly compacted structure, which cause to reduce in hydration rate of steel slag (Wang et al., 2018). Powdered steel slag used in the mixtures affects hydration rate. The hydration rate of the samples has a particular effect on strength development. The higher the hydration rate is, the quicker the strength achievement is possible. Cementitious activity of steel slag shows that strength gaining of this material takes more than other pozzolanic materials like class C of fly ash and ground granulated blast furnace slag (GGBFS). Results presented in this

paper clearly illustrate that gaining strength of samples, including powdered steel slag needs several months to satisfy the required results due to lower hydration rate at the initial months.

Providing appropriate curing situation for concrete and mortar samples, ordinary Portland cement gains at least 90% of its ultimate strength at the age of 28 days. While cement associated with steel slag shows lower strength progression at the first month, q_u increases in proportion between 90 days and 28 days' age can be considered as the strength growth rate (SGR) for amended mixtures in which $SGR = \frac{q_u(90)}{q_u(28)} \times 100$. The SGR for all samples, including cement replacement of 50% or more, was 117% to 457% (Table 5). The idea behind of the strengthening of the mixture, including cement replacement of 50%, is that; the SGR of 330% at 90 days of aging was achieved. Since this mixture did not provide the minimum strength requirement of 100 kPa at 28 days of aging, it was decided to amend it with 5% of lime, and with the addition of bentonite by dry mass. It is apparent from this study that the highest value was achieved for cement replacement of 50% with 9% of bentonite content. In the proposed mixtures of B9-C50-S45-L5 and B9-C45-S50-L5, compared to the CB reference mixture (C with 5% B), Unconfined Compressive Strength increased significantly. It should be noted that the amount of cementitious component substances like C_2S and C_3S would definitely be lessened due to the partial replacement of cement by powdered steel slag, and the powdered steel slag slightly increases the strength of the specimens.

Table 5. Permeability and Strength test values.

| NO | Mixture | Permeability k (cm/sec) | | | Unconfined Compressive Strength q_u (kPa) | | | Strength Growth Rate (SGR) (%) |
|----|---------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|--|-----|-----|--|
| | | Curing Time (day) | | | | | | |
| | | 7 | 28 | 90 | 7 | 28 | 90 | |
| 1 | B5-C100-S0 | 8.09×10^{-6} | 3.65×10^{-6} | - | 100 | 132 | - | - |
| 2 | B5-C80-S20 | 1.14×10^{-6} | 7.68×10^{-7} | 4.90×10^{-6} | 35 | 71 | 72 | 101 |
| 3 | B5-C50-S50 | 1.00×10^{-6} | 1.69×10^{-6} | 1.80×10^{-6} | 10 | 13 | 43 | 331 |
| 4 | B5-C20-S80 | 7.00×10^{-7} | 9.92×10^{-7} | 8.70×10^{-7} | 6 | 18 | 25 | 139 |
| 5 | B5-C50-S45-L5 | 6.65×10^{-7} | 2.98×10^{-7} | 3.30×10^{-6} | 11 | 20 | 42 | 210 |
| 6 | B5-C45-S50-L5 | 7.90×10^{-7} | 3.43×10^{-7} | 1.60×10^{-6} | 14 | 23 | 105 | 457 |
| 7 | B9-C50-S45-L5 | 4.00×10^{-7} | 5.39×10^{-7} | 4.24×10^{-7} | 29 | 105 | 123 | 117 |
| 8 | B9-C45-S50-L5 | 4.62×10^{-7} | 4.30×10^{-7} | 3.00×10^{-7} | 35 | 95 | 189 | 199 |

Note: C=cement, S= powdered steel slag, L= Lime, B*: Bentonite % in batch slurry

Shi (2004) provided comprehensive investigation on long-term strength development of cement-powdered steel slag mortar, which strength achievement for the same sample at 5000

days of curing age was two times greater than those obtained at 90 days' age. This is to say, existing a few amounts of lime content (5%) significantly affects the early strength gain of powdered steel slag where a lower hydration rate at initial months would be problematic. Such a phenomena is esteem from the pozzolanic reaction between powdered-steel slag and lime. Furthermore, incorporating further bentonite content in batch slurry until 9% by dry mass reduces w/c ratio and causes to increase in strength directly. It should be noted that in slurry wall construction, bentonite content of more than 9% in batch slurry preparation leads to delivering unworkable mixture.

3.2.1 Stiffness Parameters

The stiffness characteristics of the proposed mixtures are represented by $E_{50(u)}$, the secant modulus of elasticity at 50% of deviator stress at failure (undrained). The stiffness determined from the UCS tests is the secant Young's modulus at 50% of the maximum shear stress. $E_{50(u)}$ is the secant modulus of elasticity at 50% of deviator stress at failure (undrained). It can be seen from Figure 3 that amended mixtures give a higher $E_{50(u)}$ value compared to untreated samples. The maximum value of $E_{50(u)} \approx 37000$ kPa is observed at C45-S50-L5, including B9% in batch slurry. The relationship of $E_{50(u)}$ against q_u is shown in Figure 4. The plot of $E_{50(u)}$ versus unconfined compressive strength for powdered steel slag specimens is given in Figure 4(a). $E_{50(u)}$ values increase as q_u increases and are in the soft-to medium-consistency range Figure 4(b). By using of curve fitting technique, a linear function of $E_{50(u)} = 195.5 q_u$, is founded to define the correlation of $E_{50(u)}$ vs. q_u .

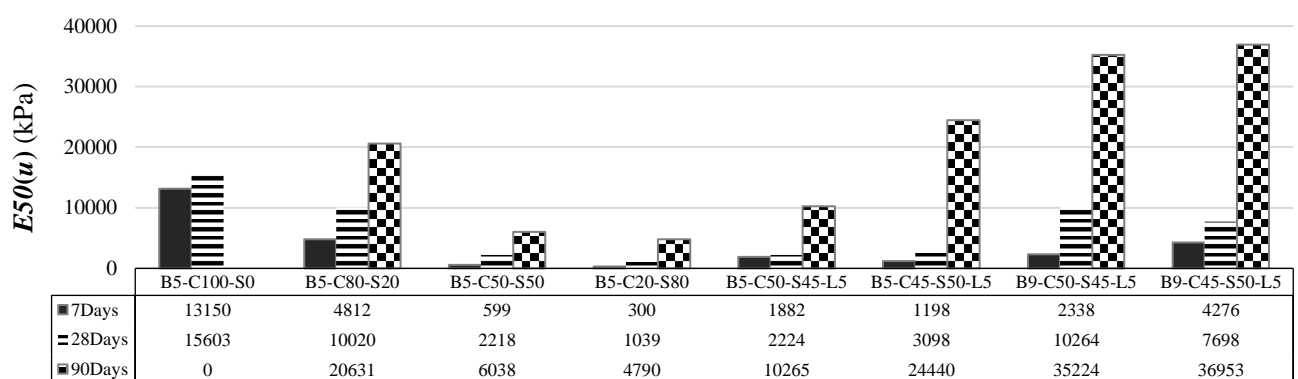


Figure 3. Effect of curing ages on $E_{50(u)}$ values.

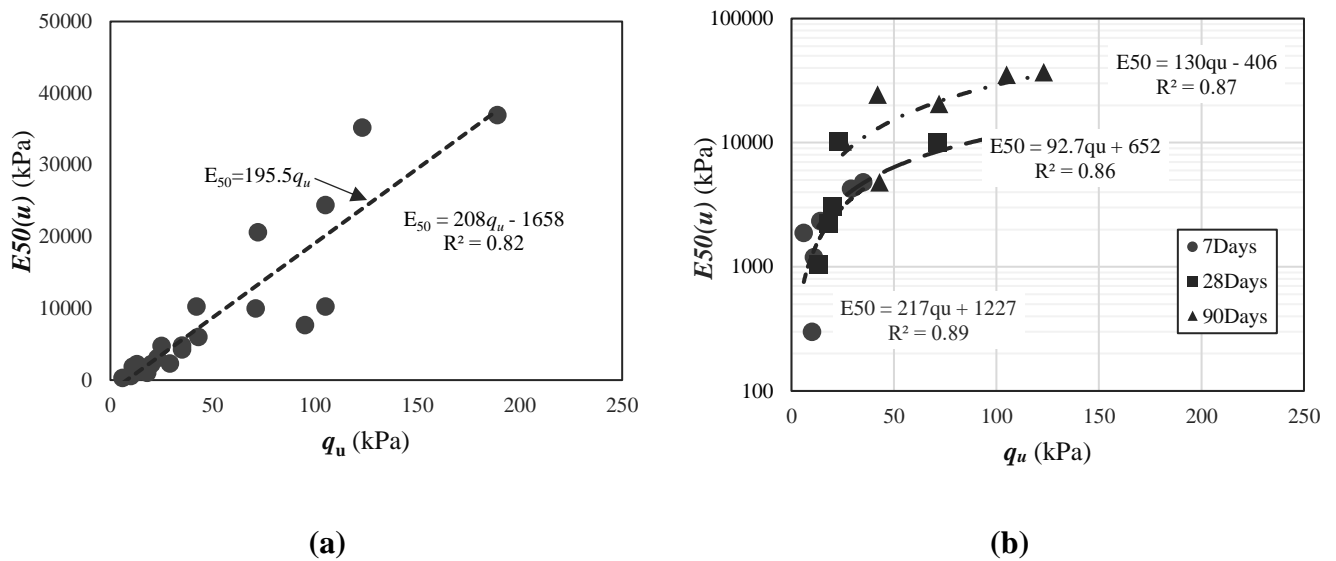


Figure 4. Relationship between E_{50} and unconfined compressive strength (q_u).

4. CONCLUSION

This paper presents a laboratory investigation into the workability (slump), permeability, and unconfined compression of powdered steel-slag, lime-amended, cement-bentonite backfills. The following conclusions were derived from this experimental research:

Powdered steel slag mixtures gave acceptable permeability values in 28 days of curing time. Mixture having 9% bentonite content, gave lower permeability at 90 days.

$E_{50(u)}$ values increased as q_u increased and were in the soft-to medium-consistency range. For the 90-day curing period, the $E_{50(u)}$ value was in the medium consistency range (35-37 MPa). For designed mixtures, the secant modulus $E_{50(u)}$ values are 196-287 times greater than compressive strength. The enhancement of secant modulus has a suitable agreement with strength test results along with a linear function of $E_{50(u)} = 195.5 q_u$ and correlation coefficient of $R^2 = 0.82$.

The laboratory observations clearly show that the cement-bentonite-slag (CBS) backfill evaluated in this study strengthens with time. When placed, the backfill is a viscous liquid; later, it is material strong enough to stand vertically.

Overall, the laboratory tests result reveal that significant improvements to the properties of CB slurry can be made by adding powdered steel slag and lime. Thus, a mixture of powdered steel slag and lime is suggested to improve the engineering characteristics of CB slurry wall as amended mixtures with 9% of bentonite illustrate better engineering value (i.e., B9-C50-S45-L5 and B9-C45-S50-L5, Mixtures).

The above study has shown that the powdered steel slag can be used in slurry wall construction as an additive, and the use of powdered steel slag in the CB slurry wall eliminates the storage costs of steel slag and the amount of cement needed in CB slurry wall construction is reduced by 50%. Moreover, the steel slag utilization as an additive should be given precedence from environmental protection and economic perspective consideration.

REFERENCES

- Andreas, L., Herrmann, I., Lidstrom-Larsson, M., Lagerkvist, A. (2005). Physical properties of steel slag to be reused in a landfill cover. In *Proceedings Sardinia*.
- ASTM Standard C188-09 (2009). Standard Test Method for Density of Hydraulic Cement. Annual Book of ASTM Standards, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM, Standard D2166-06 (2006). Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Cohesive Soil. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM, Standard D4318-05 (2010). Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM, Standard D5084-03 (2010). Standard Test Methods for Measurement of Hydraulic Conductivity of Saturated Porous Materials Using a Flexible Wall Permeameter. ASTM International, West Conshohocken, PA. Germany, pp. 1323–1328, June.
- ASTM D854-10 (2010). Standard test methods for specific gravity of soil. American Society for Testing of Materials, Pennsylvania, PA, USA.
- Carreto, J. (2014). Self-hardening slurry walls. A contribution for design, quality control and performance monitoring (Doctoral dissertation, *Ph. D. thesis*, Dept. of Civil Engineering and Architecture from IST, Lisbon Univ., Lisbon, Portugal).
- Carreto, J., Caldeira, L., and Maranha das Neves, E. (2015). Hydromechanical characterization of cement-bentonite slurries in the context of cut-off wall applications. *J. Mater. Civ. Eng.*, 10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0001365, 04015093.
- D'Appolonia, D. J. (1980). Soil-bentonite slurry trench cutoffs. *Journal of the Geotechnical Engineering Division*, 106(4), 399-417.
- Dhoble, Y. & Ahmed, S. (2018). Study on Cementitious Properties of Steel Slag by Partial Replacement of Cement. *Global Journal of Engineering Science and Researches*, 5(7), 213-220.
- Du, Y. J., Fan, R. D., Liu, S. Y., Reddy, K. R., Jin, F. (2015). Workability, compressibility and hydraulic conductivity of zeolite-amended clayey soil/calcium-bentonite backfills for slurry-trench cutoff walls. *Engineering Geology*, 195, 258-268.
- Evans, J. C. & Dawson, A. R. (1999). Slurry walls for control of contaminant migration: A comparison of UK and US practices. In *Geo-Engineering for Underground Facilities*, pp. 105-120.
- Filz, G. M. (1996). Consolidation stresses in soil-bentonite backfilled trenches. In *Environmental Geotechnics*, pp. 497-502.
- ICE (Institution of Civil Engineers). (1999). Specification for the construction of slurry trench cut-off walls as barriers to pollution migration.
- Jefferis, S. A. (2008). Reactive transport in cut-off walls and implications for wall durability. In *GeoCongress 2008: Geotechnics of Waste Management and Remediation*, pp. 652-659.
- Joshi, K., Kechavarzi, C., Sutherland, K., Ng, M. Y. A., Soga, K., Tedd, P. (2010). Laboratory and in situ tests for long-term hydraulic conductivity of a cement-bentonite cutoff wall. *Journal of geotechnical and geoenvironmental engineering*, 136(4), 562-572.

- Khajeh, A., Jamshidi Chenari, R., Payan, M. (2020). A simple review of cemented non-conventional materials: soil composites. *Geotechnical and Geological Engineering*, 38(2), 1019-1040.
- LaGrega, M. D., Buckingham, P. L., Evans, J. C. (2001). Hazard waste management, 2nd edn. McGraw-Hall. Inc., New York.
- Manassero, M., Fratalocchi, E., Pasqualini, E., Spanna, C., Verga, F. (1995). Containment with vertical cutoff walls. In *Geoenvironment: Characterization, Containment, Remediation, and Performance in Environmental Geotechnics*, pp. 1142-1172.
- B. Mason. (1944). The constitution of some basic open-hearth slags, *J. Iron Steel Inst*, 150, pp. 69-80.
- Millet, R. A. & Perez, J. Y. (1981). Current USA practices: Slurry wall specifications. *Journal of the Geotechnical Engineering Division*, 107(8), 1041-1056.
- Opdyke, S. M. & Evans, J. C. (2005). Slag-cement-bentonite slurry walls. *Journal of geotechnical and geoenvironmental Engineering*, 131(6), 673-681.
- Oweis, IS, Khera, RP (1990): *Geotechnology of WasteManagement*. Butterworth-Heinemann: Oxford, UK
- Portland Cement Association (PCA), (2005). “Iron and Steel Byproducts: Portland Cement Association Sustainable Manufacturing Fact Sheet.” http://www.cement.org/pdf_files/is326.pdf
- Ruffing, D. G., Evans, J. C., Malusis, M. A. (2010). Prediction of earth pressures in soil-bentonite cutoff walls. In *GeoFlorida 2010: Advances in Analysis, Modeling & Design*, pp. 2416-2425.
- Bodocsi, A., Rumer, R. R., & Ryan, M. E. (Eds.). (1995). Barrier containment technologies for environmental remediation applications.
- Ryan, C. R. (1987), Vertical barriers in soil for pollution containment, *Geotechnical Practice for Waste Disposal*, ASCE, New York, 182-204.
- Shi, C. (2004). Steel slag—its production, processing, characteristics, and cementitious properties. *Journal of materials in civil engineering*, 16(3), 230-236.
- Slag-Cement-Bentonite Slurry Walls Geo-Solutions: Soil and Groundwater Problems Solved. Geo. (2017). www.geo-solutions.com/services/slurry-walls/slag-cement-cement-bentonite.
- Spooner, P. A., Wetzel, R. S., Spooner, C. E., Furman, C. A., Tokarski, E. F. (1984). *Slurry trench construction for pollution migration control*. 82-20 (No. PB-84-177831). JRB Associates, Inc., McLean, VA (USA).
- Sreedharan, V., & Puvvadi, S. (2013). Compressibility behaviour of bentonite and organically modified bentonite slurry. *Géotechnique*, 63(10), 876-879.
- Talefirouz, D., Çokça, E., Omer, J. (2016). Use of granulated blast furnace slag and lime in cement-bentonite slurry wall construction. *International journal of geotechnical engineering*, 10(1), 81-85.
- TSPA. (2015). Iron Steel Slag Report, Turkey Steel Producers Association.
- Wang, D., Zentar, R., Abriak, N. E. (2018). Durability and swelling of solidified/stabilized dredged marine soils with class-F fly ash, cement, and lime. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 30(3), 04018013.
- Wang, Q., Yang, J., Yan, P. (2013). Cementitious properties of super-fine steel slag. *Powder technology*, 245, 35-39.
- Xu, H., Zhu, W., Qian, X., Wang, S., Fan, X. (2016). Studies on hydraulic conductivity and compressibility of backfills for soil-bentonite cutoff walls. *Applied Clay Science*, 132, 326-335.
- Talefirouz, D. & Çokça, E. (2021). Use of Powdered Steel Slag in Cement-Bentonite Slurry Wall Construction. *Sirtak University Journal of Sciences*, 2(2), 1-15.
- Talefirouz, D. & Çokça, E. (2021). Çimento-Bentonit Bulamaç Duvar İnşaatında Toz Çelik Cüruf Kullanımı. *Şirtak Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2(2):1-15.

Araştırma makalesi

Şırnak İli Elma (*Malus domestica* Bark. (Rosaceae)) Bahçelerinde Bulunan Zararlı ve Yararlı Arthropod Türlerinin Belirlenmesi

Tarkan AYZAZ^{1*}

^{1*} Şırnak Üniversitesi; tarkanayaz@gmail.com

* Sorumlu yazar; tarkanayaz@gmail.com

Recieved / Gönderme tarihi: 22/11/2022

Accepted / Kabul tarihi: 26/02/2022

ÖZET

Ülkemizde her bölgede yetiştirilebilen elma, kazanç bakımından meyveler içerisinde ilk sıralarda yer almaktadır. Her geçen yıl Şırnak'ta elma yetiştiriciliği artmaktadır. Bu artışla birlikte zararlı böceklerin oluşturduğu zararlar birlikte değer kaybı oluşmaktadır. Bu çalışma, Şırnak ili ve Cizre, İdil, Uludere ve Beytüşşebap ilçeleri elma alanlarında bulunan faydalı ve zararlı böcek türlerini tespit etmek amacıyla 2019-2020 yılları arasında yapılmıştır. Yapılan çalışma neticesinde 16 zararlı ve 11 faydalı böcek türü belirlenmiştir. Belirlenen böcekler içerisinde zararlılardan *Archips rosana* L., *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera.: Tortricidae), *Tropinota (Epicometis) hirta* Poda (Coleoptera: Scarabaeidae) ve *Tetranychus urticae* Koch.(Acarina: Tetranychidae)'nin, faydalılardan ise *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae), *Coccinella septempunctata* Linnaeus, *Apanteles* sp. (Hymenoptera: Braconidae) ve *Eupeodes corollae* Fabricius (Diptera: Syrphidae)'nin en yoğun ve yaygın türler olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elma; Yararlı; Zararlı; Böcek; Şırnak

Determination of Beneficial and Harmful Arthropod Species in the Apple (*Malus domestica* Bark. (Rosaceae)) Orchards in Şırnak Province

ABSTRACT

Apple, which can be grown in every region of our country, ranks first among fruits in terms of earnings. Every year, apple cultivation in Şırnak is increasing. With this increase, there is a loss of value with the damage caused by harmful insects. This study was carried out between 2019-2020 to determine the beneficial and harmful insect species found in apple fields in Şırnak province and Cizre, İdil, Uludere and Beytüşşebap districts. As a result of

the study, 16 harmful and 11 beneficial insect species were determined. Among the determined insects, *Archips rosana* L., *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera.: Tortricidae), *Tropinota (Epicometis) hirta* Poda (Coleoptera: Scarabaeidae) and *Tetranychus urticae* Koch.(Anych.) and beneficial ones are *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae), *Coccinella sesempunctata* Linnaeus, *Apanteles sp.* (Hymenoptera: Braconidae) and *Eupeodes corollae* Fabricius (Diptera: Syrphidae) was determined to be the most dense and common species.

Keywords: Apple, Harmful, Beneficial, Insect, Şırnak

1. GİRİŞ

İnsan sağlığı açısından hem sağlıklı yaşam için hem de beslenme açısından çok önemli bir meyve olan elma tarımsal sanayide kullanılan önemli bir hammaddedir. Sofralarda taze olarak tüketilmesinin yanı sıra meyve suyu, reçel, konserve ve marmelat olarak değerlendirilen bir üründür. Ülkemizin her bölgesinde farklı çeşitlerinin yetiştirildiğini görebilmekteyiz. Bunun nedeni ise elmanın farklı çeşitlerinin farklı ekolojilere uyum sağlayabilmeleridir. Bu uyumdan dolayı dünyanın her bölgesine de yayılmıştır. Bu kadar farklı ekolojilere yetiştirilebildiği için üretim bakımından yaklaşık %13'lük payla meyveler içerisinde 4. sırada bulunmaktadır. (Karamürsel, 2009). Üretim kayıtları değerlendirildiğinde 2016 yılı verilerine bakıldığında dünyada üretilen elma miktarının %3'ünün Türkiye'de üretildiği ve bu verilere göre Türkiye'nin dünyada 4. sırada yer aldığı görülmektedir (Anonim, 2018). Üretiminin bu kadar fazla olması ekonomik anlamda önemli olan bir ihracat ürünü olmasından kaynaklanmaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yer alan Şırnak illi önemli bir elma üreticisi olabilecek potansiyele sahiptir. Şırnak ilinde 42.000 civarında elma ağacı bulunmakta ve 750 ton elma üretimi yapılmaktadır (Anonim, 2019). Elma ağaçlarında karşılaşılan problemlerin başında zararlı böcekler gelmektedir. Bu böcekler ağaçlarının gövde ve dallarında zarar yaparak ağaçların zayıflamasına hatta ölümlerine sebep olabilmektedirler. Ayrıca çiçek, yaprak ve meyveler üzerinde beslenmek suretiyle ekonomik kayıplar oluşturmaktadırlar (Mamay ve Yanık, 2013). Tarımsal üretimde zararlılarla mücadelede öncelikli olarak kimyasal mücadeleye yönelmek pestisit kullanımının artmasına ve bu kullanımdan kaynaklı çevre ve sağlık problemlerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Ortaya çıkan bu sorunları azaltabilmek için entegre mücadele yönteminin benimsenmesi gerekmektedir. Entegre mücadelenin başarılı olabilmesi için de mücadele yapılacak bölgenin flora ve faunasının çok iyi bilinmesi gerekmektedir. Bu çalışma, Şırnak ili ve ilçeleri elma bahçelerinde yararlı ve zararlı böcek türlerini ortaya koymak için yapılan ilk çalışma niteliğindedir. Elma alanlarının ve üretiminin artmasına yönelik bir potansiyeli bulunan Şırnak ilinde ekonomik anlamda zararlı olabilecek türlerin ve bunların doğal düşmanları olan yararlı türlerin belirlenmesi önemlidir. Çalışma sonucunda elde edilen veriler ilaçlama

programlarının doğru bir şekilde oluşturulabilmesine katkı sağlayarak insan ve çevre sağlığının korunmasını ve kaliteli ürün alınabilmesini desteklemektedir.

2. MATERYALLER VE METOTLAR

Şırnak ili elma alanlarında yürütülen çalışmanın ana materyalinin yararlı ve zararlı böcekler oluşturmuştur. Çalışmada eşeyssel çekici tuzaklar, japon şemsiyesi, açık mavi renkli leğen, ile çeşitli ebatlarda kavanozlar ve diğer laboratuvar materyalleri kullanılmıştır.

Arazi çalışmaları 2019 ve 2020 yıllarında Şırnak ilinin Beytüşşebap, Cizre, İdil ve Uludere ilçelerinde yapılmıştır. Arazi çalışmaları bir üretim sezonu boyunca ortaya yararlı ve zararlı böcek türlerini belirleyebilmek için çiçeklenme ile birlikte arazi çıkışlarına başlanılmış ve meyvelerin hasadına kadar iki haftada bir, ağaçların dinlenme döneminde ise toplamda iki kez çıkılarak tamamlanmıştır.

Sürvey çalışmaları ildeki toplam elma ağaçlarının %0,1'ni kapsayacak şekilde tesadüfen yapılmıştır (Bora ve Karaca, 1970). Sürvey yapılan bahçelerin özellikle bakımsız ve ilaçlama yapılmamış olmaları tercih edilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü bahçelerde kontrol edilecek ağaç sayısı Grigorov (1974)'a göre belirlenmiştir. Arazi çalışmalarında feromon tuzağı, darbe, gözle kontrol ve kültüre alma metotları kullanılmıştır.

2.1. Gözle Kontrol Metodu

Bu metot nisan-ekim ayları arasında bahçelerde bulunabilecek zararlı ve yararlı türleri belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Çalışmanın yürütüldüğü alanlarda bahçeyi temsilen seçilmiş olan 10 ağaçtan 10'ar tane olacak şekilde fenolojik döneme göre 100 bitki parçası gözle ya da lup ile incelenmiş ve üzerinde bulunan böcek türleri alınmıştır. Ayrıca laboratuvara getirilen bitki parçaları stereoskop mikroskop ile incelenerek tespit edilen türler sayılarak kaydedilmiştir.

2.2. Darbe metodu

Darbe metodunda genişliği ¼ metrekare çerçeveye geçirilmiş bir torba ve altında geniş ağızlı bir kavanoz bulunan steiner hunisi kullanılmıştır. Çalışmalar, nisan-ekim ayları arasında ağaçların üzerinde hareketli olarak bulunan zararlı ve yararlı türleri tespit edebilmek amacı ile iki haftada bir uygulanmıştır. Sürveyler bütün bahçeyi kapsayacak şekilde rastgele seçilmiş olan ağaçların dört tarafında bulunan her bir dala ucuna plastik hortum takılmış sopa ile 2'şer kez (toplamda 100 darbe) vurulmak suretiyle yapılmıştır (Steiner, 1962). Elde edilen

böcekler öldürme şişesine alınarak öldürülmüş ve laboratuvara getirilerek türlere göre ayrılmıştır.

2.3. Dal sayımı ve kültüre alma metodu

Bu yöntemde, nisan-ekim ayları arasında örneklemeler yapılarak kabuklubit, koşnil gibi zararlıların bulunduğu görülen yaprak, sürgün, dal ya da meyve örnekleri alınarak laboratuvarında kültüre alınmıştır.

2.4. Tuzak metodu

Çalışmanın yürütüldüğü alanlarda *Synanthedon myopaeformis* Borkh. Ve *Cydia pomonella* L. Varlığını ve ilk çıkış tarihlerini tespit edebilmek için monitör amaçlı olarak her ilçede birer bahçeye birçok bilimsel çalışmada önerildiği gibi yerden 1.5–2 metre yüksekliğe bahçe genişliğine göre bir veya iki adet eşeysel çekici feromon tuzak asılmıştır (Mamay ve Yanık, 2013; Mamay ve ark., 2014).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Zararlı Türler

Şırnak ili elma bahçelerinde 2019-2020 yıllarında yürütülen çalışmalarda 5 takıma bağlı 12 familya içerisinde yer alan 16 zararlı tür tespit edilmiştir. Bu türlerden yayılış ve yoğunluk açısından en önemli türler olarak *Archips rosana* L., *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera.: Tortricidae), *Tropinota (Epicometis) hirta* Poda (Coleoptera: Scarabaeidae), *Aphis pomi* Deg. (Hemiptera: Aphididae) ve *Tetranychus urticae* Koch. (Acarina: Tetranychidae) gözlenmiştir (Tablo1).

Tablo 1. Şırnak ili elma bahçelerinde 2019-2020 yıllarında tespit edilen zararlı türler

| Takım | Familya | Tür |
|-------------|------------------------------|---|
| Acarina | Tetranychidae | <i>Tetranychus urticae</i> Koch. |
| Coleoptera | Curculionidae | <i>Polydrusus ponticus</i> Faust |
| | Scarabaeidae | <i>Tropinota (=Epicometis) hirta</i> Poda |
| | Scolytidae | <i>Scolytus rugulosus</i> Müller |
| Hemiptera | Aphididae | <i>Aphis pomi</i> (DeGeer) |
| | Cicadellidae | <i>Empoasca</i> sp. |
| | | <i>Macrostes</i> sp. |
| | Coccidae | <i>Palaeolecanium bituberculatum</i> (Targ) |
| | Diaspididae | <i>Lepidosophes ulmi</i> (L.) |
| Tingidae | <i>Stephanitis pyri</i> (F.) | |
| Lepidoptera | Tortricidae | <i>Cydia pomonella</i> Lin. |
| | | <i>Archips rosana</i> Lin. |

| Takım | Familya | Tür |
|--------------|-----------|------------------------------------|
| | Cossidae | <i>Zeuzera pyrina</i> L. |
| | | <i>Coccus cossus</i> L. |
| | Sessidae | <i>Synanthedon myopaeformis</i> B. |
| Thysanoptera | Thripidae | <i>Thrips</i> sp. |

Ülkemiz elma alanlarında daha önce yapılan çalışmaları değerlendirdiğimizde, Yiğit ve Uygun (1982) Adana, Kahramanmaraş ve Mersin illerinde elmalardaki böcek türlerini ortaya koymak için yürüttükleri çalışmada 6 takıma bağlı 38 zararlı türü belirlemişlerdir. Çiftçi ve ark., (1985) ise Antalya’da yaptıkları sürveylerde, *C. Pomonella*, *A. Pomi*, *D. Plantaginea*, *E. Lanigerum*, *T. Viennensis* ve *C. Pulcher*’i zararlı türler olarak belirtmişlerdir. Ayaz ve Yücel (2010) Elazığ’da yaptıkları çalışmada 6 takımdan 30 familya içerisinde yer alan 31 zararlı tür ile 3 takımdan 4 familya içerisinde yer alan 7 yararlı tür tespit etmişlerdir. Küçükballı ve Karaca (2018) Isparta’da yaptıkları çalışmada *C. Pomonella*, *A. Pomi*, *D. Plantaginea*, *T. Urticae* ve *Pananychus ulmi* (Koch.)’nin önemli zararlı türler olduğunu belirtmişlerdir. Alaserhat (2019) Erzincan’da yaptığı çalışmada elma alanlarında 25 zararlı böcek türü ve bir akar ile 21 yararlı tür saptamıştır. Kaplan (2020) Malatya ili elma bahçelerinde yürüttüğü sürvey çalışmasında 28 zararlı ve 19 faydalı böcek türü belirlemiştir.

3.2. Yararlı Türler

Şırnak ili elma alanlarında 2019-2020 yıllarında yürütülen 5 takımdan 7 familyaya ait 11 faydalı böcek türü belirlenmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Şırnak ili elma bahçelerinde 2019-2020’de tespit edilen faydalı türler

| Takım | Familya | Tür |
|-------------|---------------|--|
| Coleoptera | Coccinellidae | <i>Adalia bipunctata</i> (Linnaeus) |
| | | <i>Coccinella semtempunctata</i> Lin. |
| | | <i>Coccinella quatuordecimpustulata</i> Lin. |
| | | <i>Scymnus</i> sp. |
| | | <i>Stethorus punctillum</i> Weise |
| Diptera | Syrphidae | <i>Eupeodes corollae</i> |
| Hemiptera | Anthocoridae | <i>Anthocoris nemoralis</i> (Fabricus) |
| | Miridae | <i>Deraeocoris lutescens</i> (Schilling) |
| Hymenoptera | Aphelinidae | <i>Aphelinus mali</i> (Haldeman) |
| | Braconidae | <i>Apanteles</i> sp. |
| Neuroptera | Chrysopidae | <i>Chrysoperla carnea</i> Step |

Şırnak ilinde çalışmanın yürütüldüğü bahçelerden elde edilen verilere göre birçok faydalı böcek türünün yoğun olarak bulunduğu görülmektedir. Yayılış ve yoğunluk açısından bakıldığında *C. carnea*, *C. semtempunctata*, *E. corollae* ile *Apanteles* sp. (Hymenoptera:

Braconidae) türlerinin en çok tespit edilen türler olduğu belirlenmiştir. Elma alanlarında yapılan çalışmalara bakıldığında; Yiğit ve Uygun (1982) Kahramanmaraş, Adana ve Mersin'deki elma bahçelerinde 7 takımdan 21 familyadan 67 yararlı tür belirlemişlerdir. Çiftçi ve ark. (1985) Antalya'daki elma bahçelerinde 16 yararlı böcek türü belirlemişlerdir. Yardım ve ark. (2003) Van ili elma alanlarında yürüttükleri çalışmalarda 13 yararlı böcek türünü tespit etmişlerdir. Alaserhat (2015) Erzincan ve Gümüşhane illerinde yürüttüğü çalışmada elma alanlarında 46 faydalı böcek türü belirlemiştir. Porcel ve ark., (2018) İsveç Scania'da elma alanlarında Forficulidae, Anthocoridae, Chrysopidae, Coccinellidae, Cantharidae ve Cecidomyiidae familyalarına giren 18 yararlı böcek türü belirlemişlerdir.

4. SONUÇLAR

Şırnak ili elma bahçelerinde 2019-2020 yılları arasında yapılan çalışmada 16 zararlı ve 11 faydalı böcek türü tespit edilmiştir. Tespit edilen türlerden *C. pomonella*, *A. rosana*, *A. pomi*, *T. hirta* ve *T. urticae*'nin diğer zararlı türlere, *C. semtempunctata*, *C. carnea*, *E. corollae* ile *Apanteles* sp. ise diğer yararlı türlere göre daha yaygın ve yoğun oldukları belirlenmiştir.

Gün geçtikçe insan ve çevre sağlığının korunması için gerekli tedbirlerin alınmasının önemi artmaktadır. Zararlı böceklerle savaşmada bütün etkenlerin bir arada değerlendirilmesi gerekmektedir. Elma alanlarında yararlı böcek türleri de yoğun olarak bulunduğu bahçelerde zararlılarla yapılacak mücadelede seçici ilaçlar kullanılmalı ve gereksiz ilaçlamaların önüne geçilmelidir. Ancak bu şekilde yararlı böcekler korunabilecek ve etkinlikleri artırılabilir.

Elma bahçelerindeki zararlı böceklerin ağaç organlarında beslenmesi sonucunda hem verimde hem de kalitede kayıplar meydana gelmektedir. Elma alanlarında zararlı ile mücadelede kontrolsüz kimyasal ilaç kullanılmasıyla var olan doğal denge bozulacaktır. Zararlı ve yararlı türlerin bilinmesi, yapılacak mücadelede doğru ilacın doğru zamanda kullanılmasına katkı sağlayacaktır. Böylece gereksiz ilaçlamalar önlenmiş olacak ve zararlardan kaynaklanan kayıpların önlenmesinin birlikte kimyasal ilaç kalıntıları nedeniyle ortaya çıkabilecek sorunların önüne geçilebilecektir.

KAYNAKÇA

Alaserhat, İ. (2015). Erzincan ve Gümüşhane İllerinde Yetiştirilen Ilıman İklim Meyve Türlerinde Bulunan Aphididae (Hemiptera) Türleri, Yoğunlukları, Doğal Düşmanları ve

- Sekonder Konukçularının Belirlenmesi (*Doktora Tezi*), Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Alaserhat, İ. (2019). Erzincan ili Elma Ağaçlarında Bulunan Zararlı ve Faydalı Böcek Türleri İle Bazı Önemli Zararlı Türlerin Doğada Görülme Zamanı. *Avrupa Bilim ve Teknik Dergisi*, 17, 1116-1124.
- Anonim, (2019). Şırnak İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Bitkisel Üretim Şubesi 2019 Yılı İstatistikleri, Şırnak
- Anonim, (2018). Food and Agriculture Organization of the United Nations (<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>). (Erişim tarihi: 22.11.2021).
- Ayaz, T. & Yücel, A. (2010). Elazığ İli Elma Alanlarında Zararlı ve Yararlı Arthropod Türlerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 14(1), 9-16.
- Bora, T. & Karaca, İ. (1970). *Kültür Bitkilerinde Hastalığın ve Zararın Ölçülmesi*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yardımcı Ders Yayınları, No:167, s.43, İzmir-Türkiye
- Çiftçi, K., Türkyılmaz, N., Kumaş, F., Özkan, A. (1985). Antalya İli Elma Bahçelerindeki Önemli Zararlılar ile Doğal Düşmanlarının Tespiti Üzerinde Ön Çalışmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 25(1-2), 49-61.
- Grigorov, SP. (1974). *Karantina Restaniata*. Zemizdat, Sofya, 346 pp.
- Kaplan, M. (2020). Malatya İli Elma (*Malus domestica* Bark. (Rosaceae)) Ağaçlarında Zararlı Böcek ve Akar Türleri ile Doğal Düşmanlarının Belirlenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(4): 2341-2352.
- Karamürsel, D. (2009). Türkiye Elma Endüstrisine Genel Bir Bakış. *Tarım Türk Dergisi*, 15, 13-14.
- Kaşka, N. (1997). Türkiye’de Elma Yetiştiriciliğinin Önemi, Sorunları ve Çözüm Yolları. *Yumuşak Çekirdekli Meyveler Sempozyumu*. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araşt. Enst.- 2-5 Eylül 1997. S:1-12.
- Küçükballı, N. & Karaca, İ. (2018). Elma bahçelerinde Bazı Önemli Zararlılara Karşı Azadirachtin ve Kaolin Uygulamalarının Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 918-923.
- Mamay, M. & Yanık, E. (2013). Şanlıurfa’da elma bahçelerinde elma içkurdu [*Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae)]’nun populasyon gelişimi ve farklı metotlar kullanılarak bulaşıklık oranının belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 19 (2), 113-120.
- Mamay, M., Yanık, E., Doğramacı, M. (2014). Phenology and damage of *Anarsia lineatella* Zell. (Lepidoptera: Gelechiidae) in peach, apricot and nectarine orchards under semi-arid conditions. *Phytoparasitica*, 42(5), 641-649.
- Porcel, M., Andersson, GKS., Palsson, J., Tasin, M. (2018). Organic Management in Apple Orchards: Higher Impacts on Biological Control than on Pollination. *Journal of Applied Ecology*, 55, 2779–2789.
- Steiner, N. (1962). Methoden Zur Untersuchung der Population Dynamikin Obstanlangen. *Entomophaga*, 7(13), 207-21.
- Yardım, E., Atlıhan, R., Özgökçe, S., Kaydan, B., Özgen, İ. (2003). Elma Bahçelerinde Elma içkurdu *Cydia pomonella* (L.) İçin Kitleli Tuzaklama ve Kimyasal Mücadelenin Bazı Etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 13, 45-48.
- Yiğit, A. & Uygun, N. (1982). Adana, İçel ve Kahramanmaraş İlleri Elma Bahçelerinde Zararlı ve Yararlı Faunanın Saptanması Üzerinde Çalışmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 22(4), 163-179.
- Ayaz, T. (2021). Şırnak İli Elma (*Malus domestica* Bark. (Rosaceae)) Bahçelerinde Bulunan Zararlı ve Yararlı Arthropod Türlerinin Belirlenmesi. *Şırnak Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2(2), 1-15.
- Ayaz, T. (2021). Determination of Beneficial and Harmful Arthropod Species in the Apple (*Malus domestica* Bark. (Rosaceae)) Orchards in Şırnak Province. *Sırnak University Journal Of Sciences* 2(2):16-22.

Araştırma makalesi

Hakkâri İlinde Tespit Edilen Bazı Çürükçül Makrofunguslar

Yusuf UZUN¹, İsmail ACAR², Sedat KESİCİ^{3*}, Mustafa Emre AKÇAY⁴

¹Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Meslek Bilimleri Bölümü, yusufuzun2004@yahoo.com

²Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Başkale Meslek Yüksekokulu, Organik Tarım Bölümü, Van,
iacar2011@gmail.com

^{3*} Hakkâri Üniversitesi, Yüksekova Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü,
sedatkesici@hakkari.edu.tr

⁴Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 65080, memreakcay@yyu.edu.tr

*Sorumlu yazar; sedatkesici@hakkari.edu.tr

Received / Gönderme tarihi: 01/12/2021

Accepted / Kabul tarihi: 31/01/2022

ÖZET

Bu çalışma kapsamında 2014-2106 yılları arasında Hakkâri yöresinde yetişen çürükçül makromantarlar üzerinde rutin arazi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Daha sonra laboratuvara taşınan örneklerin mikroskopik incelemeleri de yapılarak türler teşhis edilmiştir. Sonuç olarak Hakkâri ilinde yetişen toplam 30 çürükçül makromantar türü ve bu türlerin sebep oldukları çürükçül tipleri belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Odun çürümesi; çürükçül makrofungus; Hakkâri; Türkiye.

Some Wood-Decaying Macrofungi Determined in Hakkâri Province

ABSTRACT

Within the scope of this study, routine field studies were carried out on rot macrofungi growing in Hakkari region between 2014-2106. Then, microscopic examinations of the samples transported to the laboratory were made and the species were identified. As a result, a total of 30 rot macrofungi species growing in Hakkari province and the rot types caused by these species were determined.

Key words: Wood-decaying; lignicolous macrofungi; Hakkâri; Türkiye.

1. GİRİŞ

Ağaç ve odun kalıntıları üzerinde yetişen mantarlar genellikle çürükçül mantarlar olarak tanımlanır. Ancak çürükçül mantarlar taksonomik bir kategoriyi temsil etmemekte ve bu mantarlar birçok sınıf ve takıma dahil olabilmektedir. Bu tür mantarlar lignin, selüloz ve

hemiselülozu parçalayabilme yeteneğine sahiptir. Bu yetenek genellikle insanlar açısından olumsuz olarak değerlendirilir. Çünkü çürütücü mantarlar hem ekonomik değere sahip odunları hem de canlı ağaçları yok etmektedir. Ayrıca bu mantarlar tarımsal amaçlı kullanılan ve orman ekosisteminde bulunan ağaçlarda ciddi zararlara yol açmaktadır. Bu durum ülkelerin ekonomisi için oldukça önemlidir.

Hakkâri doğudan Türkiye-İran devlet sınırı ve güneyden Türkiye-İrak devlet sınırı ile çevrelenmiştir. İki ayrı devletle sınırı olan ilin, kuzeyinde Van ilinin Başkale ve Gürpınar ilçeleri, batısında Şırnak ilinin Beytüşşebap ve Uludere ilçeleri yer almaktadır. 42°,10' ve 44°,50' doğu boylamları ile 36°,57' ve 37°,48' kuzey enlemleri arasında yer alan Hakkâri, 7228 km² yüz ölçümüyle Türkiye topraklarının yaklaşık %0,92'sini oluşturur. Genel karakteristiğini yüksek dağların belirlediği ilin denizden yüksekliği ortalama 1720 metredir. Hakkâri ilinde iklim, yörelere göre de değişiklikler göstermektedir. İlin vadi tabanında Akdeniz ikliminin etkisi ve yüksek kesimlerinde Doğu Anadolu Bölgesi'nin sert karasal iklimine yakın bir iklim tipi egemendir. Sonuç olarak yörelere göre değişiklikler göstermektedir. Böylece hem karasal hem de Akdeniz iklim koşullarına uygun bitki örtüsü şekillenmektedir (Anonim, 2021).

Ülkemizde daha önce ormanlık alanların geniş yer kapladığı Karadeniz Bölgesi başta olmak üzere farklı yörelerde çürükçül veya odun tahripçisi olarak ifade edilen makromantarlar üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Selik, 1973; Sümer, 1977, 1982; Abatay, 1983, 1985; Demirel ve Uzun, 1996; Afyon ve ark., 2005).

Mantarlar, odun gibi bitkisel kalıntıların çürütülüp doğaya geri dönüşümünü sağlayan başlıca organizmalardır. Her yıl muazzam miktarda odun ve ahşap ürün çürüme, çözünme ve bozulma nedeniyle yok olmaktadır. Mantarlar odunlar üzerinde gelişmeye başlayınca, süreç başta selüloz ve/veya lignin olmak üzere karmaşık kimyasal bileşiklerin parçalanmasını içerir. Mantarların, sindirim enzimlerini organizma dışına salgılayarak yiyeceklerini parçalamak suretiyle geliştirdikleri harici bir sindirme yöntemleri vardır (Srivastava ve ark. 2013).

Çürükçül mantarların birçoğunun miko-medikal özellikleri bulunmaktadır. Beyaz çürükçül etmeni olan *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst. ve *Trametes versicolor* (L.) Lloyd gibi türlerden elde edilen özütler, bitkisel ilaçların mikolojik eşdeğeridir. Bu mantarlar, farmasötik ve endüstriyel bileşikler için iyi bir araştırma konusudur (Tang ve Zhong, 2004; Pop ve ark., 2018).

Mantarlar tarafından meydana getirilen odun çürüklükleri, gevşek çürüklük, kahverengi çürüklük ve beyaz çürüklük olmak üzere tipik olarak üç grupta sınıflandırılır. Kahverengi

çürüklükte odun hem enzimatik hem de enzimatik olmayan sistemler yoluyla tipik olarak ufalanır ve kahverengine dönüşür. Kahverengi çürüklük mantarları tarafından çürütme işleminde bir dizi selüloolitik enzim kullanılır, ancak tipik olarak hiçbir lignin parçalayıcı enzim dahil edilmez. Beyaz çürüklük mantarları tipik olarak lignin içeriği daha yüksek olan sert yapılı ağaçların çürütülmesi ile ilişkilidir ve odun çürüme modelleri farklı biçimler alabilir ve odundan geriye genellikle beyazımsı renkte kalıntılar kalır. Gevşek çürüklük mantarları tipik olarak daha yüksek neme ve daha düşük lignin içerikli odunlara saldırır ve hücre duvarında belli belirsiz boşluklar oluşturarak gevşek yapılı bir kalıntı oluştururlar (Srivastava ve ark., 2013; Rodríguez-Couto, 2017).

Bu çalışmanın temel amacı Hakkâri yöresinde doğal olarak yayılış gösteren bazı çürükçül makromantarları tespit ederek, bu türlerin yararlı veya zararlı olabilecek yönlerinin belirlenmesidir.

2. MATERYAL ve METOT

Çalışmanın materyalini 2014-2016 yılları arasında Hakkâri ilinde çürükçül olarak yetişen makrofungus örnekleri oluşturmaktadır. Örneklerin doğal habitatlarında fotoğraflarının çekiminde Canon EOS 60D dijital fotoğraf makinesi ve Tokina 100mm f/2.8 Makro AT-X Pro D makro lens, matematiksel konumlarını belirlemek amacıyla Garmin GPSmap 76CSX GPS cihazı, örneklere ait mikroskobik yapıların incelenmesi ve spor boyutlarının ölçümü için Leica DM500 ışık mikroskobu, mikroskoba bağlı Leica ICC50 HD kamera ve laboratuvar bilgisayarına yüklenmiş Leica LAS EZ (versiyon 3.0) yazılımı kullanılmıştır. Araziden morfolojik ve etnomikolojik özellikleri kaydedilerek toplanan örnekler, laboratuvar ortamına taşınmış ve oda sıcaklığında kurutulmuştur. Daha sonra bu örnekler kilitli polietilen poşetlere yerleştirilip etiketlenerek fungaryum materyali haline getirilmiştir. Örneklerle ilgili arazi ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen bilgiler; Hayashi (1974); Phillips (1981; 1991; 2006), Breitenbach ve Kränzlin (1986; 1991), Buczacki (1989), Jordan (1995), Hroudá (2001), Binion ve ark. (2008), Sotome ve ark. (2008), Kirk ve ark. (2008), Ryvarden ve Melo (2014), Kuo ve Methven (2014), Antonín ve ark. (2013), Desjardin ve ark. (2015), Akata (2010) ve Uzun (2010) tarafından hazırlanmış eserler ile karşılaştırılarak örneklerin teşhisleri yapılmıştır.

Çalışma neticesinde tespit edilen makrofungus türleri Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü Fungaryumu'nda (VANF) muhafaza edilmektedir.

3. BULGULAR

Hakkâri ilinde gerçekleştirilen arazi ve sonrasında laboratuvarında yapılan teşhis ve çürükçül tipi belirleme çalışmaları neticesinde araştırma alanında toplam 30 makrofungus türü sebep oldukları çürükçül tipleri ile birlikte tespit edilmiştir. Türlerin geçerli isimleri ve sistematikleri online veri tabanları (<http://www.indexfungorum.org> ve <https://www.mycobank.org>) yardımıyla belirlenmiş ve sınıf, takım ve familya gibi üst taksonomik kategoriler de dikkate alınarak alfabetik olarak sıralanmıştır. Bu türler sebep oldukları çürükçül tipi ve referanslarıyla birlikte Tablo 1.'de sunulmuştur.

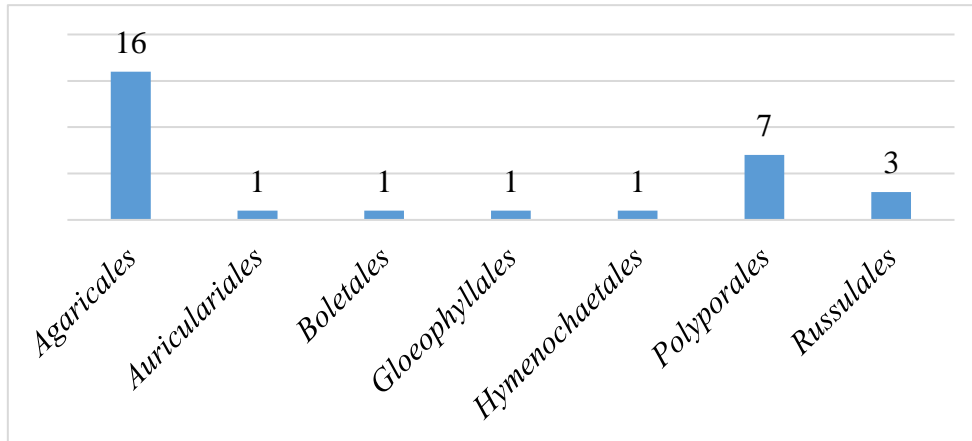
Tablo 1. Hakkâri ilinde belirlenen bazı çürükçül makrofunguslar ve sebep oldukları çürükçül tipleri

| Çürükçül makrofungus türü | Sebepl olduğu çürüklük tipi |
|---|---|
| 1. <i>Mycena galericulata</i> (Scop.) Gray | Kahverengi (Kuo ve Methven, 2014) |
| 2. <i>Mycena galopus</i> (Pers.) P. Kumm. | Beyaz (Ghosh, 2002) |
| 3. <i>Mycena polygramma</i> (Bull.) Gray | Beyaz (Barrasa ve ark., 2014) |
| 4. <i>Gymnopus aquosus</i> (Bull.) Antonín & Noordel. | Beyaz (Barrasa ve ark., 2014) |
| 5. <i>Gymnopus dryophilus</i> (Bull.) Murrill | Beyaz (Barrasa ve ark., 2014) |
| 6. <i>Gymnopus ocior</i> (Pers.) Antonín & Noordel. | Beyaz (Barrasa ve ark., 2014) |
| 7. <i>Armillaria gallica</i> Marxm. & Romagn. | Beyaz (Kuo ve Methven, 2014) |
| 8. <i>Armillaria mellea</i> (Vahl) P. Kumm. | Beyaz (Coetzee ve ark., 2001; Phillips, 2006) |
| 9. <i>Flammulina velutipes</i> (Curtis) Singer | Beyaz (Mallerman ve ark., 2015) |
| 10. <i>Coprinopsis lagopus</i> (Fr.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo | Beyaz (Badalyan ve ark., 2011) |
| 11. <i>Pleurotus dryinus</i> (Pers.) P. Kumm. | Beyaz (Cohen ve ark., 2002) |
| 12. <i>Pleurotus eryngii</i> (DC.) Quéf. | Beyaz (Cohen ve ark., 2002) |
| 13. <i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm. | Beyaz (Cohen ve ark., 2002) |
| 14. <i>Schizophyllum amplum</i> (Lév.) Nakasone | Beyaz (Kirk ve ark., 2008) |
| 15. <i>Schizophyllum commune</i> Fr. | Beyaz ve Kahverengi (Kirk ve ark., 2008; Anonim, 2016a) |
| 16. <i>Lepista nuda</i> (Bull.) Cooke | Beyaz (Barrasa ve ark., 2014) |
| 17. <i>Auricularia mesenterica</i> (Dicks.) Pers. | Beyaz ve Kahverengi (Phillips, 1991) |
| 18. <i>Hygrophoropsis rufa</i> (D.A. Reid) Knudsen | Kahverengi (Holec ve Kolařík, 2013) |
| 19. <i>Neolentinus cyathiformis</i> (Schaeff.) Della Magg. & Trassin. | Kahverengi (Zmitrovich ve Kovalenko, 2016) |
| 20. <i>Fuscoporia torulosa</i> (Pers.) T. Wagner & M. Fisch. | Beyaz (Kirk ve ark., 2008; Ryvarden ve Melo, 2014) |
| 21. <i>Laetiporus sulphureus</i> (Bull.) Murrill | Kahverengi (Anonim, 2016b) |
| 22. <i>Ganoderma adspersum</i> (Schulzer) Donk | Beyaz (Phillips, 2006) |
| 23. <i>Fomes fomentarius</i> (L.) Fr. | Beyaz ve Kahverengi (Anonim, 2016a) |
| 24. <i>Lentinus arcularius</i> (Batsch) Zmitr. | Beyaz (Barrasa ve ark., 2014) |

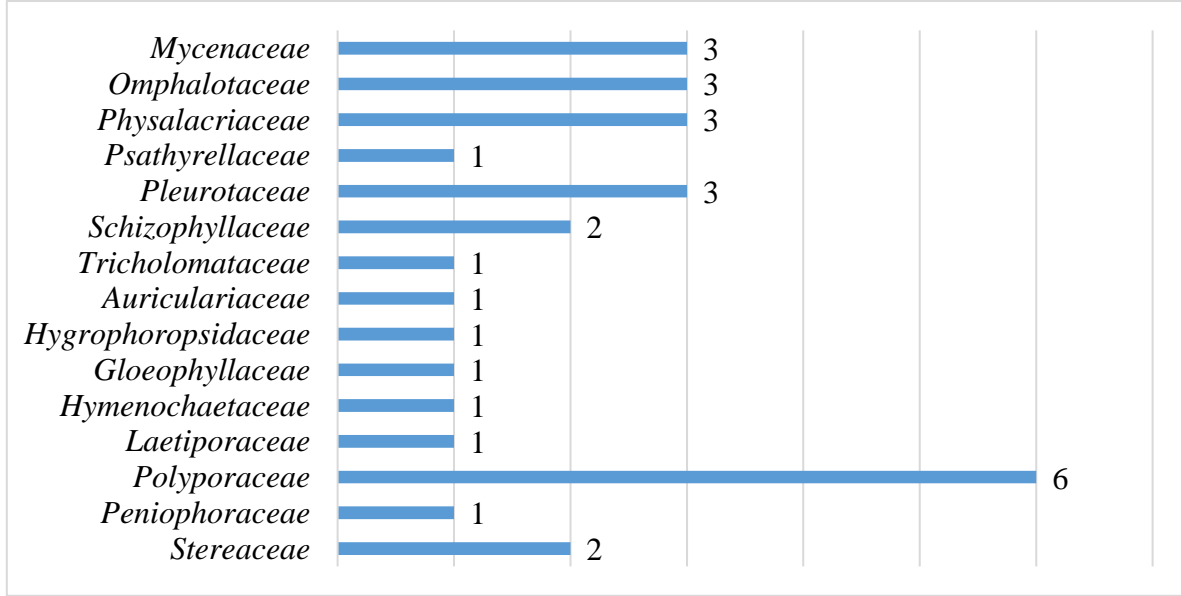
| Çürükçül makrofungus türü | Sebepl olduğu çürüklük tipi |
|---|--|
| 25. <i>Lentinus tigrinus</i> (Bull.) Fr. | Beyaz (Quintero ve ark., 2008) |
| 26. <i>Trametes hirsuta</i> (Wulfen) Lloyd | Beyaz (Phillips, 1991) |
| 27. <i>Trametes versicolor</i> (L.) Lloyd | Beyaz (Gücin, 1983; Breitenbach ve Kränzlin, 1986; Buczacki, 1989) |
| 28. <i>Peniophora incarnata</i> (Pers.) P. Karst. | Beyaz (Hayashi, 1974) |
| 29. <i>Stereum complicatum</i> (Fr.) Fr. | Beyaz (Kuo ve Methven, 2014) |
| 30. <i>Stereum gausapatum</i> (Fr.) Fr. | Beyaz (Binion ve ark., 2008) |

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Hakkâri ilinde yetişen bazı çürükçül makrofunguslar üzerine gerçekleştiren bu çalışma sonucunda yörede toplam 30 çürükçül tür belirlenmiştir. Belirlenen türlerin hepsinin *Fungi* aleminin *Basidiomycota* bölümünde yer alan *Agaricomycetes* sınıfına dahil olduğu tespit edilmiştir. Araştırma alanında belirlenen türlerin dahil olduğu toplam 7 takım ve 15 familya ise Şekil 1. ve Şekil 2.'de sunulmuştur.

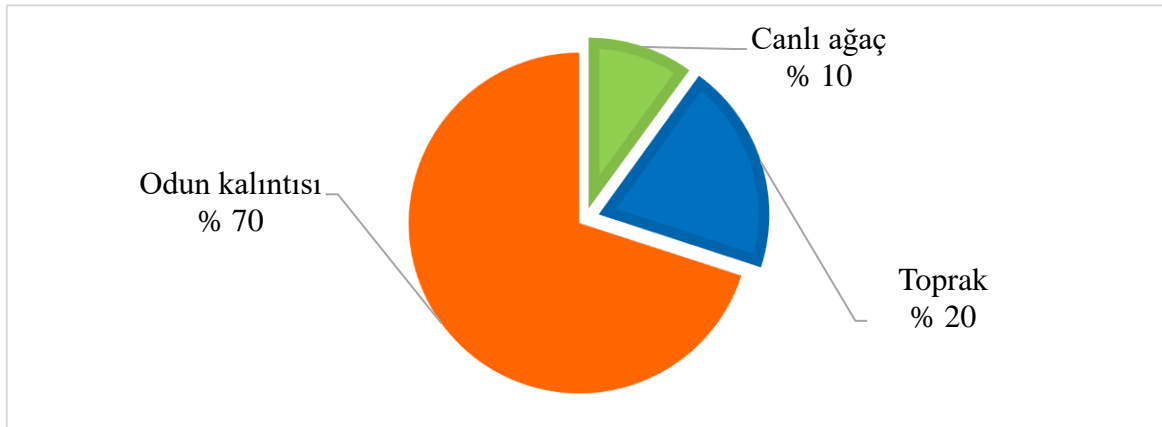


Şekil 1. Tespit edilen çürükçül makrofungus türlerinin ordolara göre dağılımı.



Şekil 2. Tespit edilen çürükçül makrofungus türlerinin familyalara göre dağılımı.

Yukarıda sunulan şekiller incelendiğinde Hakkâri yöresinde tespit edilen çürükçül makrofungus türlerinin yarısından fazlasının *Agaricales* ordosunda yer aldığı görülmektedir. Bu durum, *Agaricales* takımının yeryüzünde bulunan makrofungusların büyük çoğunluğunun yer aldığı *Agaricomycetes* sınıfının en kalabalık takımı olmasının yanı sıra, araştırma alanının ekolojik ve iklimsel özelliklerinden de kaynaklanmaktadır. *Polyporales* ise ikinci kalabalık ordo ve *Polyporaceae* familyası da en çok türe sahip familya olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durum da saprofit porlu mantarların substrat olarak daha çok canlı ağaç veya odun kalıntılarını seçtiğini göstermektedir. Yörenin ekolojik ve iklimsel özellikleri nedeniyle *Mycenaceae*, *Omphalotaceae*, *Physalacriaceae* ve *Pleurotaceae* familyaları da araştırma alanında belirlenen çürükçül türler bakımından nispeten daha fazla üyeye temsil edilmektedir.



Şekil 3. Tespit edilen çürükçül makrofungus türlerinin substrat seçimlerine göre dağılımı.

Araştırma yöresinde belirlenen çürükçül makrofunguslar farklı substrat tercihleri göstermektedirler. Çürükçül türlerin büyük çoğunluğu (%70) kütük veya düşmüş gövde ve dal parçaları gibi ölü odun kalıntıları üzerinde tespit edilmiştir. Özellikle canlı ağaçlar üzerinde yetişen tür sayısının sadece 3 olduğu göze çarpmaktadır. Bu durum araştırma yöresinde doğal olarak yayılış gösteren ağaçların mantar çürüklüğü bakımından daha az tehlike altında olduğunu göstermektedir. Araştırma alanında belirlenen toplam 6 türün ise toprak üzerinde yetiştiği tespit edilmiştir. Bu durum bu türlerin üzerinde yetiştiği toprakların bitkisel kalıntılar gibi organik maddeler bakımından zengin olduğunu göstermektedir.

Çürükçül makrofunguslar, ekolojik kapsamda bitkisel atıkların ortadan kaldırılıp doğaya geri kazandırılmasını sağlayarak yeryüzünün bir çöplük haline dönüşmesini önlemeleri bakımından çok önemlidirler. Ayrıca aralarında besin olarak tüketilen ve terapötik özelliklere sahip birçok değerli tür bulunmasına rağmen bu türler canlı ağaç ve ekonomik değere sahip odunlarda tahribata neden olarak ciddi kayıplara da yol açmaktadırlar. Bu bakımdan çürükçül makrofungusların tanınması ve yayılış alanlarının belirlenmesi büyük önem arz etmektedir. Bu çalışma neticesinde Hakkâri ilinde yetişen çürütücü özelliklere sahip bazı makrofungus türleri belirlenerek yörenin çürükçül makrofungus çeşitliliğine katkı sunulmuştur.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı 2014-FBE-D122 numaralı proje ile maddi olarak destekleyen Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- Abatay, M. (1983). Doğu Karadeniz yöresinde odunsu bitkilere arız olan mantar türleri üzerine araştırmalar. *Ormancılık Araştırması Enstitüsü Yayınları Teknik Bülteni*, Seri No: 114-118.
- Abatay, M. (1985). Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunan odun tahripçisi mantarlar. *IV. Türkiye Fitopatoloji Kongresi*, İzmir.
- Afyon, A., Konuk, M., Yağız, D., Helfer, S. (2005). A study of wood decaying macrofungi of the western Black Sea Region, Turkey. *Mycotaxon*, 93: 319-322
- Akata, I. (2010). Türkiye mikobiyotası için yeni bir kayıt, *Schizophyllum amplum* (Lév.) Nakasone. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 17/2: 155-163.
- Anonim, (2021). Hakkâri Valiliği resmi internet sitesi, Coğrafi Yapı, <http://www.hakkari.gov.tr/tarihce-ve-cograf-yapi> Erişim Tarihi: 11.11.2021.
- Anonim, (2016a). <http://archive.bio.ed.ac.uk/jdeacon/FungalBiology/woodrots.htm> Erişim Tarihi: 03.01.2016.
- Anonim, (2016b). University of California, Wood Decay Fungi in Landscape Trees, <http://ipm.ucanr.edu/PMG/PESTNOTES/pn74109.html> Erişim Tarihi: 10.01.2016.

- Antonín V., Sedlák, P. Tomšovský, M., (2013). Taxonomy and phylogeny of European *Gymnopus* subsection *Levipedes* (Basidiomycota, Omphalotaceae). *Persoonia*, 31: 179–187.
- Badalyan, S.M., Szafranski, K., Hoegger, P.J., Navarro-González, M., Majcherczyk A. Kües U., (2011). New Armenian Wood-Associated Coprinoid Mushrooms: *Coprinopsis strossmayeri* and *Coprinellus* aff. *radians*. *Diversity*, (3): 136-154.
- Barrasa, J.M., Blanco, M.N., Esteve-Raventós, F., Altés, A., Checa, J., Martínez, A.T. Ruiz-Dueñas, F.J., (2014). Wood and humus decay strategies by white-rot basidiomycetes correlate with two different dye decolorization and enzyme secretion patterns on agar plates. *Fungal Genetics and Biology*, 72: 106–114.
- Binion, D.E., Stephenson, S.L., Roody, W.C., Burdsall, H.H., Jr., Vasilyeva, L.N. Miller, O.K., Jr., (2008). *Macrofungi of Oak*. Morgantown, WV: West Virginia University Press. 467 pp. USA.
- Breitenbach, J., & Kränzlin, F., (1986). *Fungi of Switzerland, Vol. 2*. Verlag Mykologia Lucerne, İsviçre. 412.
- Breitenbach, J., & Kränzlin, F., (1991). *Fungi of Switzerland, Vol. 3*. Verlag Mykologia Lucerne, İsviçre. 359.
- Buczacki, S., (1989). *Fungi of Britain and Europe*. William Collins Sons andamp; Co Ltd. Glasgow. 320s. UK.
- Coetzee, M.P.A., Wingfield, B.D., Harrington, Steimel T.C., Coutinho, J., Wingfield T.A. Michael, J., (2001). The root rot fungus *Armillaria mellea* introduced into South Africa by early Dutch settlers. *Molecular Ecology*, 10 (2): 387–396.
- Cohen, R., Persky, L. Hadar, Y., (2002). Biotechnological applications and potential of wood-degrading mushrooms of the genus *Pleurotus*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 58 (5): 582–594.
- Demirel, K. ve Uzun, Y. (1996). Van Gölü Çevresinde Belirlenen Bazı Odun Tahripçisi Makromantarlar. *Ekoloji*, 21: 32-35.
- Desjardin, D.E., Wood, M.G. Stevens, F.A., (2015). *California Mushrooms: The Comprehensive Identification Guide*. Timber Press, USA.
- Ghosh, A. (2002). Molecular Studies of the Laccase from the Leaf-Litter Degrading White-Rot Basidiomycete *Mycena galopus* var. *galopus*. *King's College London*, University of London, UK.
- Gücin, F., (1983). *Elâzığ İli Sınırları İçinde Yetişen Bazı Makrofunguslar Üzerinde Taksonomik Bir Araştırma* (Doktora Tezi), Ege Üniv., Fen Fak., Biyoloji Bölümü, İzmir.
- Hayashi, Y. (1974). Studies on the Genus *Peniophora* CKE. and its Allied Genera in Japan. *Bulletin of the Government Forest Experimental Station Meguro*, 260:1-98.
- Holec, J., & Kolařík, M. (2013). Notes on the identity of *Hygrophoropsis rufa* (Basidiomycota, Boletales). *Czech Mycol.*, 65(1): 15–24.
- Hrouda, P., (2001). Pleurotoid fungi of the family Polyporaceae in the Czech Republic and Slovakia. *Czech mycol.* 53 (1): 27-87.
- Jordan, M., (1995). *The Encyclopedia of Fungi of Great Britain and Europe*. David & Charles Book Company, Birleşik Krallık. 384.
- Kirk, P.M., Cannon, P.F., Minter D.W. Stalpers, J.A., (2008). *Dictionary of the Fungi*. CABI, Lewiston, NY, USA.
- Kuo, M., & Methven, A.S., (2014). *Mushrooms of the Midwest*. University of Illinois Press, Chicago, ABD. 440.
- Mallerman, J., Papinutti, L. Levin, L., (2015). Characterization of β -glucosidase produced by the white rot fungus *Flammulina velutipes*. *Journal of Microbiol Biotechnol*, 25 (1):57-65.

- Phillips, R., (1981). *Mushrooms and other fungi of Great Britain and Europe*. Pan Books Ltd., Londra, Birleşik Krallık. 287.
- Phillips, R., (1991). *Mushrooms of North America*. Boston: Little, Brown and Company. 319.
- Phillips, R., (2006). *Mushrooms*. Macmillan, Londra, Birleşik Krallık. 384.
- Pop, R.M., Puia, I.C., Puia, A., Chedea, V.S., Leopold, N., Bocsan, I.C. Buzoianu, A.D., (2018). Characterization of *Trametes versicolor*: Medicinal Mushroom with Important Health Benefits. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 46 (2): 343-349.
- Quintero, J.C., Moreira, M.T., Feijoo, G. Lema, J.M., (2008). Screening of white rot fungal species for their capacity to degrade lindane and other isomers of hexachlorocyclohexane (HCH). *Ciencia e Investigación Agraria*, 35 (2): 159-167.
- Ryvarden, L., & Melo, I., (2014). *Poroid Fungi of Europe*. Fungiflora, P.O. Box 95, Norway.
- Rodríguez-Couto S., (2017). Industrial and environmental applications of white-rot fungi. *Mycosphere*, 8 (3): 456-466.
- Selik, M. (1973). Doğu Karadeniz Bölgesi özellikle Trabzon civarında odun tahripçisi mantarlar. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları*, Seri A, 23 (2): 27-38.
- Sotome, K., Hattori, T., Ota, Y., To-anun, C., Salleh, B. ve Kakishima, M. (2008). Phylogenetic relationships of *Polyporus* and morphologically allied genera. *Mycologia*, 100 (4): 603-615.
- Srivastava, S., Kumar, R. Singh, V.P., (2013). *Wood Decaying Fungi*. Publisher: Lambert Academic Publishing, Almanya.
- Sümer, S. (1977). Belgrad ormanındaki ağaçlarda çürüklük doğuran önemli mantarlar. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları*, No: 2339/244.
- Sümer, S. (1982). Batı Karadeniz Bölgesi özellikle Bolu çevresinde bulunan odun tahripçisi mantarlar. *İstanbul Üniversitesi Yayınları*, No: 2907 / 312.
- Tang, Y.J., & Zhong, J.J., (2004). Modeling the kinetics of cell growth and ganoderic acid production in liquid static cultures of the medicinal mushroom *Ganoderma lucidum*. *Biochem Eng J*, 21: 259-264.
- Uzun, Y., (2010). Macrofungal diversity of Ardahan and Iğdır province. *International Journal of Botany*, 6 (1): 11-20.
- Zmitrovich, I.V., & Kovalenko, A.E., (2016). Lentinoid and Polyporoid Fungi, Two Generic Conglomerates Containing Important Medicinal Mushrooms in Molecular Perspective. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 18 (1): 23-38.

Uzun, Y., Acar, İ., Kesici, S., Akçay, M.E. (2021). Hakkâri İlinde Tespit Edilen Bazı Çürükçül Makrofunguslar. *Şırnak Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2(2), 23-31.

Uzun, Y., Acar, İ., Kesici, S., Akçay, M.E. (2021). Some Wood-Decaying Macrofungi Determined in Hakkâri Province. *Sırnak University Journal Of Science*, 2(2):23-31.