



FEN BİLİMLERİ VE MATEMATİK
ALANINDA YENİ ARAYIŞLAR VE
ÇALIŞMALAR

NEW SEARCHES AND STUDIES
IN SCIENCE AND MATHEMATICS

EDITOR:

DOÇ. DR. MUSTAFA SEVİNDİK



Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • Murat Ozan
Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Serüven Yayınevi
Editör • Doç. Dr. Mustafa SEVİNDİK
Birinci Basım / First Edition • © Mayıs 2021
ISBN • 978-625-7721-19-6

© copyright

Bu kitabın yayın hakkı Serüven Yayınevi'ne aittir.

Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

The right to publish this book belongs to Serüven Publishing.

Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

Serüven Yayınevi / Serüven Publishing

Türkiye Adres / Turkey Address: Yalı Mahallesi İstikbal Caddesi
No:6 Güzelbahçe / İZMİR

Telefon / Phone: 05437675765

web: www.seruenyayinevi.com

e-mail: seruenyayinevi@gmail.com

Baskı & Cilt / Printing & Volume

Sertifika / Certificate No: 47083

FEN BİLİMLERİ VE MATEMATİK
ALANINDA YENİ ARAYIŞLAR VE
ÇALIŞMALAR

NEW SEARCHES AND STUDIES IN
SCIENCE AND MATHEMATICS

EDİTÖR:
DOÇ. DR. MUSTAFA SEVİNDİK

İÇİNDEKİLER

Bölüm 1

FEN BİLİMLERİNDE ALTERNATİF BİR
DEĞERLENDİRME YÖNTEMİ: TGA (TAHMİN-
GÖZLEM-AÇIKLAMA) ÇALIŞMA YAPRAKLARI

Sema Nur GÜNGÖR 1

Bölüm 2

LiB3O5:Ag,Cu BİLEŞİĞİNİN SENTEZİ VE
DOZİMETRİK KARAKTERİZASYONU

Sera İFLAZOĞLU 27

Bölüm 3

BESLEYİCİ ÖZELLİKLERİYLE BİLİNER
AGARICUS TÜRLERİNİN BİYOLOJİK
POTANSİYELLERİ

Celal BAL & Emre Cem ERASLAN &

Mustafa SEVİNDİK & Hasan AKGÜL 53



Bölüm 1

FEN BİLİMLERİNDE ALTERNATİF BİR DEĞERLENDİRME YÖNTEMİ: TGA (TAHMİN-GÖZLEM-AÇIKLAMA) ÇALIŞMA YAPRAKLARI

Sema Nur GÜNGÖR¹

¹ Dr. Sema Nur GÜNGÖR. Bursa Uludağ Üniversitesi, Eğitim Fakültesi.

GİRİŞ

Bireyin ve toplumun değişen ihtiyaçları, öğretim kuramları ile öğretim yaklaşımlarındaki yenilik ve gelişmeler, bireylerden beklentileri doğrudan etkilemiştir. Öğrencileri kendi öğrenmelerinden sorumlu tutan ve bireysel farklılıklarını dikkate alan farklı öğretim yöntem ve teknikler kullanıldığında onların ihtiyaçlarına cevap verilmiş, bu yenilik ve gelişmelere uygun yaklaşımlara ayak uydurulmuş olacaktır (Nalkıran & Karamustafaoğlu, 2020; Yaşar & Baran, 2020).

Günümüz eğitim sisteminin temel amacı, öğrencilere var olan bilgileri doğrudan aktarmak yerine, onların bilgiye ulaşmalarını ve bunu istendik bir davranış haline getirmelerini sağlamaktır. Bilgiye ulaşabilme, öğrencilerin karşılaştıkları bir problemi bilimsel yöntem basamaklarına uygun şekilde çözebilmeyi ve üst düzey zihinsel süreç becerilerini etkin bir biçimde kullanımını gerektirmektedir. Bu becerilerin kazandırabilmesi etkili bir fen öğretimi ile mümkün olabilir (Demir & Dindar, 2006; Kaptan & Korkmaz, 2001). Fen öğretiminin temel amacının da anlamlı öğrenmeyi artırmak, bilginin yapılandırılması işlemine öğrenciyi etkin biçimde katmak, öğrencilere kendi öğrenmeleri için sorumluluk vermek ve bu konuda cesaretlendirmek olması gerekmektedir. Bu amaca ulaşmada kullanılabilecek çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) da bu yöntemlerden biridir. Etkili bir öğrenme ortamı, TGA yönteminde olduğu gibi öğrencilerin kendi deneyimleri yoluyla edindikleri ve bu deneyimleri üzerine eleştirel ve yansıtıcı düşünebildikleri bir ortam olarak tanımlanabilir (Öner Sünkür & Arıbaş, 2020).

TGA yöntemi öğrencileri tahminde bulunmaya teşvik etmesi ve tahminlerini gözlemleriyle karşılaştırma imkânı sunması açısından kavram öğretiminde etkili bir yöntemdir (White & Gunstone, 1992). Bu yöntem

göre düzenlenmiş etkinliklerin fen eğitiminde etkili olduğu (Ergül, Sarıtaş & Özcan, 2020; Karadeniz, Koçak Altundağ & Yücel, 2020), öğrencilerin üst düzey düşünme ve yaratıcılık kabiliyetlerini geliştirdiği (Demir, Tananis & Trahan, 2019), bu uygulamaların akademik başarıyı artırdığı (Koto, Harneli, & Winarni, 2019; Pitriyanti, Nyeneng, & Maharta, 2020), kavram yanlışlarını belirlemede etkili olduğu (Liew & Treagust, 1998; Chen, Pan, Sung & Chang, 2012; Yaman, 2012; Lestari, 2017; Güleşir, Aydemir, Kuş, Uzel, & Gül, 2020), öğrenmeyi eğlenceli ve kolay hale getirdiği, merak duygusu uyandırıp araştırma yapmaya teşvik ettiği, derse karşı ilgi ve tutumlarını artırdığı (Tokur, 2011; Hanımoğlu, 2015; Güngör ve Özkan, 2017; Akarsu, 2018; Erdem Özcan, 2019; Venida & Sigua, 2020; Kудay & Çetinkaya, 2021) yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir. Ayrıca öğrenciler TGA yönteminin uygulandığı derslerde süreç içinde, kendilerini daha etkin hissettiklerini, bilgi eksikliklerinin farkına vardıklarını, yanlış anlamalarını tespit edip bunları düzeltme fırsatı bulduklarını ve böylece edindikleri bilgilerin daha kalıcı olacağını öne sürmüşlerdir (Öner Sünkür & Arıbaş, 2020; Kудay & Çetinkaya, 2021).

TGA yönteminin eğitim ve öğretimdeki olumlu yönleri göz önüne alındığında, fen bilgisi öğretmen adaylarının bu yöntemi etkin biçimde kullanmalarının önemi ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte TGA yönteminin uygulanmasını güçleştiren bazı olumsuzluklarla karşılaşılabilir. Temel sıkıntılardan birinin, TGA aşamalarının, sadece deney basamakları olarak algılanması, aşamaların iç tutarlılığı, geçirgenliği ve birbirini tamamlayıcı niteliği olan bir öğretim yöntemi olarak kullanılmasındaki güçlükler olduğu düşünülmektedir. Bir diğer sıkıntı ise TGA yönteminin uygulanacağı bir kısım deney ya da etkinliklerin gözlem yapmaya uygun olmamasıdır.

Öğrencilerin anlamada zorlandıkları ve sıkıcı buldukları farklı konular içinde bu yöntemin kullanılması yararlı olacaktır. Bu noktada, öğrencilere hangi konunun öğretiminde TGA yönteminin uygulanacağı ve öğrenci başarısının hangi yöntemle artırılabilceğinin bilinmesi önem arz etmektedir. Yöntemin uygulamalarına dair bir diğer olumsuzluk ise öğrencilerin tahminlerinin nedenlerini yazmada ve açıklama basamağında zorluk çekmeleri gösterilmektedir (Güngör, 2016; Kuday & Çetinkaya, 2021). Bunun nedeni öğrencilerdeki ön bilgi eksikliği, mevcut kavram yanılgıları, özgüven eksikliği, konuya ilişkin fikir üretmeme, tahminlerinin nedenlerini yazmada çekinme veya isteksizlik olabilir. Bu olumsuzlukların giderilmesi için TGA yöntemi uygulamalarının, tahmin ve açıklama aşamaları hakkında sınıf içi veya gruplar arasında tartışma, düşüncelerini olay ve süreçlere yönelik olarak uygun biçimde yansıtmaya ve kendilerini bireysel olarak ifade edebilme becerilerinin geliştirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu tür ön etkinlikler, yöntemin uygulama sırasındaki gözlem boyutunda da dikkatli davranılmasına, intikal ve kavranma hızının artmasına yardımcı olacaktır.

TGA YÖNTEMİ

TGA yönteminin temelleri ilk olarak Klopfer ve diğerleri tarafından 1979 yılında Pittsburg Üniversitesi'nde öğrenim gören fizik öğrencilerinin düşünme yapıları ve becerilerini araştırmak üzere yapılan bir çalışmayla atılmıştır (Akarsu, 2018). Gunstone ve White (1981) tarafından yürütülen bir çalışma ile tahmin-gözlem-açıklama olarak bugünkü biçimini almıştır. Fen Bilimlerinin alt dallarına ait birçok konuda yaygın olarak kullanılmakta olan bu yöntem günümüzde etkin bir öğrenme ve öğretme yaklaşımı olarak öne çıkmaktadır.

Tahmin Aşaması: TGA yönteminin ilk aşaması olan tahmin aşamasında öğrencilere deney veya uygulama

hakkında bilgi verilir ve deneyin sonucunu tahmin etmeleri ve tahminlerinin muhtemel sebeplerini açıklamaları istenir. Ancak öğrencilerin, tahminde bulunacakları olayı iyice anladıklarından emin olunmak gerekmektedir. Ayrıca öğrencilerin tahminlerinin nedenlerini kaydetmeleri sağlanmalıdır. Böylece öğrencilerin olayla ilgili ön bilgileri etkin hale geçirilir ve sahip oldukları alternatif kavramlar ortaya çıkarılabilir (White & Gunstone, 1992).

Gözlem Aşaması: Bu aşamada öğrencilerin deney ya da etkinlikteki olayları daha önceki deneyimlerinden de yararlanarak gözlemlmeleri sağlanır. Gözlemler gerektiğinde tekrar edilebilir. Burada önemli olan öğretmen tarafından gerçekleştirilen etkinlikteki olayın öğrencilerce açık bir şekilde gözlenebilir olmasıdır. Ayrıca öğrencinin zihninde çelişkiler meydana getirecek nitelikte olması gerekmektedir (White & Gunstone, 1992; Yaşar & Baran, 2020). Deney gerçekleştiğinde öğrencilerin gözlemlerini kendi cümleleriyle ifade etmeleri sağlanır. Gözlem yaparken öğrenciler, neler gözlediklerini deney gerçekleştirirken yazmalıdır. Aksi takdirde ne gözlediklerini unutabilir veya bir başka arkadaşından etkilenerek gözlem sonuçlarını özgün ifadelerle yazmayabilirler (Balaydın & Altınok, 2018).

Açıklama Aşaması: TGA yönteminin son basamağı olan açıklama aşamasında öğrenciler, tahminleri ve gözlemleri arasındaki benzerlik ve farklılıkları açıklayarak çelişkili durumları ortadan kaldırmak için sorgulama yapar. Bu aşama genellikle öğrencilerin en çok zorlandığı aşamadır. Bu noktada öğrencilerin fikirlerini rahatça ifade edebilmeleri, düşüncelerini farklı gerekçelerle destekleyebilmeleri ve arkadaşlarının iddialarını çürütmek amacıyla karşıt savlarını geliştirebilmeleri için uygun ortam hazırlanmalıdır. Öğretmen açıklamayı doğrudan yapmak yerine öğrencilerin geçerli verilere dayalı oluşturdıkları iddiaları haklı gerekçelerle sundukları tartışmalarda yönlendirici ve rehber görevi

üstlenmeli (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018), onların düşünebildikleri tüm olasılıkları dikkate almalarını ve farklı yorumlar yapmalarını teşvik etmelidir. Çünkü öğrencilerin bu aşamadaki açıklamaları, onların anlama düzeyi hakkında önemli ipuçları verir (White & Gunstone, 1992).

UYGULAMA

TGA yönteminde uygulamaya başlamadan önce yapılacak etkinliklerle ilgili gerekli araç-gereçler temin edilmeli ve öğrencilere etkinliklerin yapılışı hakkında ayrıntılı bilgi verilmelidir. Daha sonra TGA yönteminin basamakları tanıtılmalı ve dağıtılan çalışma yapraklarını doldururken hangi basamakları takip edecekleri açıklanmalı ve ardından uygulamaya geçilmelidir. İlk olarak öğrencilerin tahminlerini ve destekleyici nedenlerini belirtmeleri sağlanmalıdır. Bu durum ya açık uçlu ifadeler kullanmaları ya da kendi cümlelerini yazarak belirtmelerinin istenmesi şeklinde olabilir. Özellikle öğrenciler tahminlerini kendi özgün cümleleri ile yazmalıdırlar. Bu aşamada dikkat edilmesi gereken en önemli nokta tahminlerin gözlem yapılmadan önce bitirilmesi gerektiğidir. Sonraki aşamada öğrenci etkinlikleri ya da deneylerini bizzat yapmalı ve aynı zamanda da süreci gözlemlemelidir. Etkinlik tamamen bittiğinde, öğrenciler kendi gözlem sonuçlarını yazmaya başlamalıdır.

Açıklama aşamasında öğrencilerden deney ya da uygulamayla ilgili tahminleri ile gözlemlerini karşılaştırmaları, birbiriyle çelişen durum varsa bunun nedenlerine ilişkin açıklama yapmaları gerekmektedir. Açıklama aşaması, öğrencilerin olayı anlayıp anlamadıklarını ve mevcut kavram yanılgılarını gösterecek olan en önemli aşamadır. Uygulamada son olarak öğrencilerin yorum yapmaları ve bir sonuç çıkartmaları beklenir.

TGA ÇALIŞMA YAPRAKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Öğretimde ölçme ve değerlendirme uygulamaları eğitimin ayrılmaz bir parçasıdır ve eğitim süreci boyunca yapılır. Ölçme sonuçları tek başına değil izlenen süreçlerle birlikte bütünlük içinde ele alınır. Türkiye de öğrenme sürecini daha etkin hale getirmek için eğitim sistemine yeni yönelimleri dâhil etmek için öğretim programlarında değişimi başlatmıştır. Bu süreçteki adımlardan biri alternatif ölçme ve değerlendirme yöntemlerinin benimsenmesidir (Demir, Tananis & Trahan, 2019).

Alternatif ölçme ve değerlendirme, tek bir doğru cevabı olmayan, geleneksel değerlendirme yöntemleri dışında kalan tüm değerlendirmeleri kapsayan ve öğrencilerin öğrenmelerini farklı boyutlarda test etmelerine olanak sağlayan tekniklerdir (MEB, 2007). Bu teknikler, öğrencilerin öğrenme stratejilerine, problem çözme ve görevin tamamlanmasına, öğrencilerin ne bildiklerini ortaya koymak için doğrudan ve bütüncül bir değerlendirmeye odaklanmaktadır (Wiggins, 1998). TGA yönteminde, bilgilerin oluşturulmasında kişinin yaşadığı öğrenme süreci önemlidir ve ölçme-değerlendirme, öğrenme sürecinin içine alınmıştır. Sonuçtan çok, öğrencinin yaşadığı öğrenme süreci değerlendirilir. TGA, öğrencilerin dersi etkili öğrenmelerini sağlayan bir yöntem olmakla birlikte öğrencilerin değerlendirilmesini sağlayan alternatif bir değerlendirme yöntemi olarak da görülebilir (Güven, 2011; Güleşir, Aydemir, Kuş, Uzel, & Gül, 2020).

TGA yönteminin aşamalarını etkin bir şekilde uygulayabilmek için öğretim ortamlarında öğrenci merkezli materyaller kullanılır. Bu materyallerden biri ve en önemlisi çalışma yapraklarıdır. Çalışma yaprakları, öğrencilerin ne yapması gerektiğinin belirtildiği işlem basamaklarını ve deney/etkinlik aşamalarını içeren, kavramsal yapıyı

zihinlerinde kendi çabalarıyla oluşturmalarına yardım eden ve sınıftaki bütün öğrencilerin aynı anda etkinliğe katılımına olanak sağlayan etkin materyallerdir. Çalışma yaprakları herhangi bir konuyu özetleme, tekrarlama veya pekiştirme ve ölçme-değerlendirme amaçlı olarak kullanılabilceği gibi öğrencilere kendi bilgilerini yapılandıracakları uygun öğrenme ortamı sağladıklarından dolayı öğrencilerin bilişsel giriş davranışlarını ortaya çıkarmak ve konunun öğretilmesini sağlamak amacıyla da kullanılabilir (Anderson, 1995; Yanpar-Şahin & Yıldırım, 1999). TGA yöntemine göre düzenlenmiş çalışma yapraklarından, eğitim-öğretim faaliyetlerinin her aşamasında yararlanılmaktadır. Bu aynı zamanda öğrenciye süreç boyunca öz denetimli etkin bir öğrenme olanağı sağlamaktadır. Ayrıca bunlar düzenlenme biçimi itibarıyla öğrenci merkezlidir, çünkü öğrenciler ölçme-değerlendirme ölçütlerini öğretmenleriyle birlikte belirler ve öğrendiklerini kanıtlamaları da kendi sorumlulukları içerisinde (Piburn & Baker, 1997).

TGA yöntemine göre düzenlenmiş çalışma yapraklarının uygulama süreci tamamlandıktan sonra, öğrencilerin cevaplarının kaydedildiği çalışma yapraklarının değerlendirilmesi aşamasına geçilir. TGA yöntemine göre yapılan bir deney/etkinliğin değerlendirmesi, daha çok tanımlayıcı ve şekillendirici amaçlarla yapılması gerektiğinden, ülkemizde ve yurtdışında yapılan çalışmaların çoğunda TGA yönteminin en önemli aşaması olan tahmin aşamasındaki bulgular üzerine yoğunlaşmış olduğu görülmektedir. Ancak tahmin aşamasında öğrencinin var olan ön bilgisini ortaya çıkarmak amaçlandığı için puanlama yapılırsa öğrenci tahminlerini yazmaktan çekinebilir (White & Gunstone, 1992). Öğrenciler uygulama sırasında gördüklerinden çok görmeleri gerekeni yazma eğiliminde olduğundan gözlem aşamasının da puanlanması uygun değildir (Atasoy, 2004). Bu noktada kontrol listeleri düzenlenerek öğrencilerin

tahmin yapıp yapmadığı ve tahminlerinin nedenlerini yazıp yazmadığı değerlendirilebilir (Ek 1). Yine gözlem aşamasında da deney/etkinlik yapmak gibi bir dizi hareketi gerektiren, daha küçük parçalara ayrılabilen ve karmaşık davranışları belirlemek için de kontrol listeleri kullanılabilir (Ek 1). “Uygun malzemeleri kullanıp deney düzeneğini kurabiliyor mu, deney ya da etkinlik aşamalarını takip edebiliyor mu, gözlem sonuçlarını kaydedebiliyor mu ?” gibi ölçütlerin yer aldığı kontrol listeleri geliştirilebilir.

Bu yöntemin, öğrencilerin tahminlerini tekrar gözden geçirmesini sağlayan açıklama bölümü, yöntemin tanımaya dönük değerlendirme ile süreç değerlendirmesine uygunluğunun göstergesidir (Özmen, 2005). Açıklama aşamasının değerlendirilmesinde Ruiz-Primo ve Furtak (2004), tahminle açıklamanın doğruluğu ile anlamlılığına puan vermişlerdir. Açıklama aşamasında, öğrencilerin deney ya da etkinlik sonunda tahminleri ve gözlemleri arasındaki benzerlik ve farklılıklarına ilişkin açıklamalarını ne kadar mantıklı, tutarlı ve doğru bilgiler çerçevesinde yorumladıklarına dereceli puanlama anahtarı ile puan verilebilir (Ek 2). TGA yöntemine dayalı etkinliklerin amacı, deney, etkinlik ya da olayların kuramsal temellerinin daha anlamlı öğrenilmesine katkı sağlamak olduğu için, daha çok formatif değerlendirme kapsamında puanlama yapılması gerektiği akıldan çıkarılmamalıdır. Böylece öğretim süreci devam ederken, her konudaki öğrenme eksiklik ve güçlüklerinin belirlenmesi ve bunların giderilmesi için gerekli düzeltmelerin yapılmasına imkân verilmektedir. Ayrıca öğrenci süreç içinde değerlendirilebilirken aynı zamanda öğretim programına sürekli dönüt sağlanmakta ve iyileştirici önlemler alınmak suretiyle bir kontrol sistemi oluşturulabilmektedir.

TGA YÖNTEMİNE YÖNELİK UYGULAMA ÖRNEKLERİ

DERS: FEN BİLİMLERİ

SINIF: 7

SÜRE: 8 Ders Saati

ÜNİTE/KONU: Elektrik Devreleri/Ampullerin
Bağlanma Şekilleri

KAZANIMLAR:

F.7.7.1. Ampullerin Bağlanma Şekilleri

Konu/Kavramlar: Seri bağlama, paralel bağlama, elektrik akımı, gerilim

F.7.7.1.1. Seri ve paralel bağlı ampullerden oluşan bir devre şeması çizer.

F.7.7.1.2. Ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlardaki parlaklıklarını devre üzerinde gözlemleyerek çıkarımında bulunur.

F.7.7.1.3. Elektrik akımını tanımlar.

F.7.7.1.4. Elektrik enerjisinin devrelere akım yoluyla aktarıldığını açıklar.

F.7.7.1.5. Bir devre elemanının uçları arasındaki gerilim ile üzerinden geçen akımı ilişkilendirir.

a. Gerilim kavramı piller üzerinden açıklanır.

b. Bir iletken de gerilim, akım ve direnç arasındaki ilişki Ohm Yasası üzerinden açıklanır. Matematiksel hesaplamalara girilmez.

Etkinliğin Amacı: Öğrencilerin; seri ve paralel bağlama çeşitlerini dikkate alarak devre çizimleri ve kurmaları, buna bağlı olarak devredeki lambaların parlaklığının değişebileceğini fark etmeleri amaçlanmıştır.

Gerekli Araç-Gereçler: Özdeş ampul, farklı dirençlerde ampul, bağlantı kabloları, pil, anahtar.

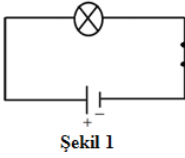
ÇALIŞMA YAPRAĞI 1

Öğrencinin Adı-Soyadı:

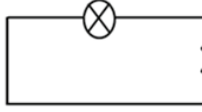
Numara:

Etkinliğin Adı: Basit Bir Elektrik Devresi Kurma

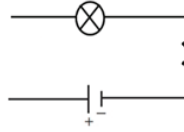
Tahmin Aşaması:



Şekil 1



Şekil 2



Şekil 3

Yukarıda farklı devre çizimleri verilmiştir. Mevcut durumdaki devrelerden hangisinde/hangilerinde ampul ışık vermez?

Tahminlerinizi nedenleriyle birlikte yazınız.

Gözlem Aşaması:

Pil, ampul, duy, anahtar ve bağlantı kablolarını kullanarak basit bir elektrik devresi kurunuz. Devredeki pili çıkarınız. Bağlantı kablolarını kapalı bir devre oluşturacak şekilde birbirine bağlayınız (Şekil 2). Ampulün ışık verip vermediğini gözlemleyiniz. Gözlem sonuçlarınızı not ediniz.

Daha sonra bağlantı kablolarından birini çıkararak devreyi 3. şekildeki gibi kurunuz. Ampulün ışık verip vermediğini gözlemleyiniz. Gözlem sonuçlarınızı not ediniz.

Son olarak devreyi 1. şekildeki gibi kurup anahtarı açınız. Ampulün ışık verip vermediğini gözlemleyiniz. Gözlem sonuçlarınızı not ediniz.

Açıklama Aşaması:

Şekil 2’deki devreyle ilgili tahminlerinizle gözlemleriniz arasında karşılaştırmalar yapınız. Gözlem sonuçlarınızla tahminleriniz uyuşmuyorsa nedenlerini açıklayınız.

.....

.....

Şekil 3’deki devreyle ilgili tahminlerinizle gözlemleriniz arasında karşılaştırmalar yapınız. Gözlem sonuçlarınızla tahminleriniz uyuşmuyorsa nedenlerini açıklayınız.

.....

.....

.....

Şekil 1’deki devreyle ilgili tahminlerinizle gözlemleriniz arasında karşılaştırmalar yapınız. Gözlem sonuçlarınızla tahminleriniz uyuşmuyorsa nedenlerini açıklayınız.

.....

.....

.....

Basit bir elektrik devresinde ampulün ışık vermesi nelere bağlıdır? Açıklayınız.

.....

.....

.....

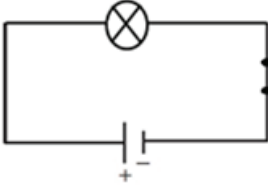
ÇALIŞMA YAPRAĞI 2

Öğrencinin Adı-Soyadı:

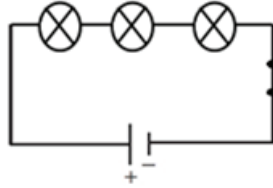
Numara:

Etkinliğin Adı: Seri Bağlı Devrede Ampul Parlaklığını Etkileyen Faktörler

Tahmin Aşaması:



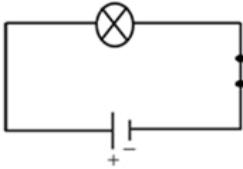
Şekil 1



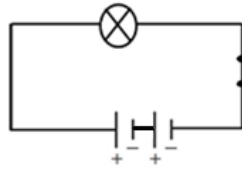
Şekil 2

Şekil 2’de bulunan devredeki ampullerin parlaklıkları birbirlerine göre nasıldır? Tahminlerinizi nedenleriyle birlikte yazınız (Tüm şekillerdeki ampul ve piller özdeştir).

Şekil 1 ve 2’de bulunan devrelerdeki ampullerin parlaklıkları birbirlerine göre nasıldır? Tahminlerinizi nedenleriyle birlikte yazınız.



Şekil 3



Şekil 4

Şekil 3 ve 4’te bulunan devrelerdeki ampullerin parlaklıkları birbirlerine göre nasıldır? Tahminlerinizi nedenleriyle birlikte yazınız.

Gözlem Aşaması:

1. ve 2. şekilde verilen devreleri kurunuz. Daha sonra Şekil 2’de bulunan devredeki ampullerin parlaklıklarını birbirlerine göre karşılaştırınız. Neler gözlemlediniz? Not ediniz.

Şekil 1 ve 2’deki ampul parlaklıklarını karşılaştırınız. Neler gözlemlediniz? Not ediniz.

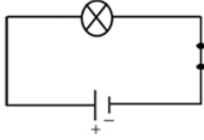
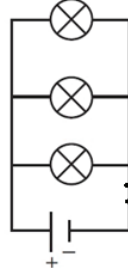
3. ve 4. şekilde verilen devreleri kurarak ampul parlaklıklarını karşılaştırınız. Neler gözlemlediniz? Not ediniz.

Açıklama Aşaması:

Şekil 2’de bulunan devredeki ampullerin parlaklıkları ile ilgili tahminlerinizle gözlemleriniz arasında karşılaştırmalar yapınız. Gözlem sonuçlarınızla tahminleriniz uyuşmuyorsa nedenlerini açıklayınız.

Şekil 1 ve 2’deki ampullerin parlaklıkları ile ilgili tahminlerinizle gözlemleriniz arasında karşılaştırmalar yapınız. Gözlem sonuçlarınızla tahminleriniz uyuşmuyorsa nedenlerini açıklayınız.

Şekil 3 ve 4’teki ampullerin parlaklıkları ile ilgili tahminlerinizle gözlemleriniz arasında karşılaştırmalar yapınız. Gözlem sonuçlarınızla tahminleriniz uyuşmuyorsa nedenlerini açıklayınız.

CALISMA YAPRAGI 3**Öğrencinin Adı-Soyadı:****Numara:****Etkinliğin Adı:** Paralel Bağlı Devrede Ampul Parlaklığını Etkileyen Faktörler**Tahmin Aşaması:****Şekil 1****Şekil 2**

Şekil 2’de bulunan devredeki ampullerin parlaklıkları birbirlerine göre nasıldır? Tahminlerinizi nedenleriyle birlikte yazınız (Tüm şekillerdeki ampul ve piller özdeştir).

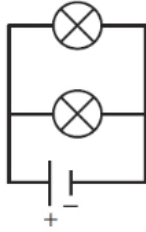
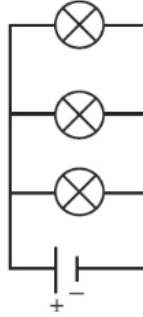
.....

.....

Şekil 1 ve 2’de bulunan devrelerdeki ampullerin parlaklıkları birbirlerine göre nasıldır? Tahminlerinizi nedenleriyle birlikte yazınız.

.....

.....

**Şekil 3****Şekil 4**

Şekil 3 ve 4’te bulunan devrelerdeki ampullerin parlaklıkları birbirlerine göre nasıldır? Tahminlerinizi nedenleriyle birlikte yazınız.

.....

.....

Gözlem Aşaması:

1. ve 2. şekilde verilen devreleri kurunuz. Daha sonra Şekil 2’de bulunan devredeki ampullerin parlaklıklarını birbirlerine göre karşılaştırınız. Neler gözlemlediniz? Not ediniz.

Şekil 1 ve 2’deki ampul parlaklıklarını karşılaştırınız. Neler gözlemlediniz? Not ediniz.

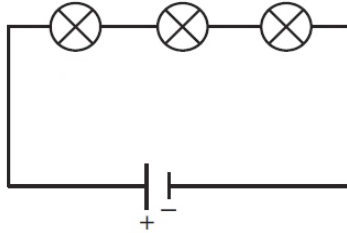
3. ve 4. şekilde verilen devreleri kurarak ampul parlaklıklarını karşılaştırınız. Neler gözlemlediniz? Not ediniz.

Açıklama Aşaması:

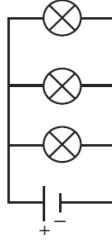
Şekil 2’de bulunan devredeki ampullerin parlaklıkları ile ilgili tahminlerinize gözlemlerinizi arasında karşılaştırmalar yapınız. Gözlem sonuçlarınızla tahminleriniz uyuşmuyorsa nedenlerini açıklayınız.

Şekil 1 ve 2’deki ampullerin parlaklıkları ile ilgili tahminlerinize gözlemlerinizi arasında karşılaştırmalar yapınız. Gözlem sonuçlarınızla tahminleriniz uyuşmuyorsa nedenlerini açıklayınız.

Şekil 3 ve 4’teki ampullerin parlaklıkları ile ilgili tahminlerinize gözlemlerinizi arasında karşılaştırmalar yapınız. Gözlem sonuçlarınızla tahminleriniz uyuşmuyorsa nedenlerini açıklayınız.



Yukarıdaki seri bağlı devrede ampullerin parlaklıkları birbirinden farklıdır. Sizce bu durumun nedeninin ampullerin direncinin farklı olması ile ilişkisi var mıdır? Açıklayınız.

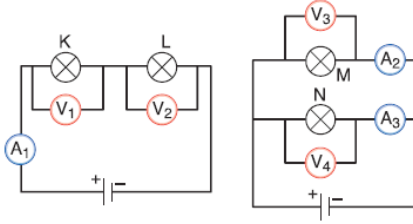


Yukarıdaki paralel bağlı devrede ampullerin parlaklıkları birbirinden farklıdır. Sizce bu durumun nedeninin ampullerin direncinin farklı olması ile ilişkisi var mıdır? Açıklayınız.

.....

.....

Aşağıda verilen devrelerdeki ampermetre ve voltmetrede ölçülen değerler çizelgede verilmiştir. Buna göre K, L, M, N ampullerinin dirençlerini bulunuz.



A ₁ (Amper)	A ₂ (Amper)	A ₃ (Amper)	V ₁ (Volt)	V ₂ (Volt)	V ₃ (Volt)	V ₄ (Volt)
10	10	5	20	30	40	40

K'nın direnci	
L'nin direnci	
M'nin direnci	
N'nin direnci	

Ampul parlaklığı ile akım, gerilim ve direnç arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

.....

.....

Seri bağlı bir devrede ampul parlaklığını etkileyen faktörler nelerdir? Açıklayınız.

.....

.....

Paralel bağlı bir devrede ampul parlaklığını etkileyen faktörler nelerdir? Açıklayınız.

.....

.....

Ek 1: Kontrol Listesi

ÇALIŞMA YAPRAĞI 1			
KONTROL LİSTESİ			
Öğrencinin Adı Soyadı:			
Tarih:			
Ölçütler	Evet	Hayır	Gözlenemedi
Tahmin Aşaması			
Tahminlerini yazıyor.			
Tahminlerinin nedenlerini yazıyor.			
Gözlem Aşaması			
Pil, ampul, duy, anahtar ve bağlantı kablolarını kullanarak basit bir elektrik devresi kurabiliyor (Şekil 1).			
Şekil 2'deki elektrik devresini kurabiliyor.			
Şekil 2'deki ampulün ışık verip vermediğini gözlemliyor.			
Şekil 2'deki etkinlikle ilgili gözlem sonuçlarını not ediyor.			
Şekil 3'deki elektrik devresini kurabiliyor.			
Şekil 3'deki ampulün ışık verip vermediğini gözlemliyor.			
Şekil 3'deki etkinlikle ilgili gözlem sonuçlarını not ediyor.			
Şekil 1'deki devrede, anahtarı açıp ampulün ışık verip vermediğini gözlemliyor.			
Şekil 1'deki etkinlikle ilgili gözlem sonuçlarını not ediyor.			

Ek 2: Dereceli Puanlama Anahtarı

DERECELİ PUANLAMA ANAHTARI		Puanlama Ölçekleri					
		4	3	2	1	0	(Öğrencinin aldığı puan x 25)
		Doğru açıklama	Kısmen doğru açıklama	Kısmen doğru ve kavram yanılgısı bulunan açıklama	Yanlış açıklama	Boş	TOPLAM PUAN
Sıra	Öğrenci Adı Soyadı						
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

KAYNAKLAR

- Akarsu, A. H. (2018). *Sosyal Bilgiler Öğretiminde Tahmin Et-Gözle-Açıkla (TGA) Uygulamaları*. Yüksek lisans tezi. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Rize.
- Anderson, A. (1995). Creative Use of Worksheets: Lessons My Daughter Taught Me. *Teaching Children Mathematics*, 2 (2), 72-79.
- Atasoy, B. (2004). *Fen Öğrenimi ve Öğretimi*. Ankara: Asil Yayın Dağıtım.
- Balaydın, H. T. & Altınok, O. (2018). Türkiye’de Fen Eğitiminde TGA Stratejisi: Bir Meta Sentez. *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8: 427-444
- Bayçelebi, Z. (2019). *Sağlıklı Besinler Konusuna Yönelik Tahmin-Gözlem-Açıklama Çalışma Yapraklarının Geliştirilmesi ve Uygulanması*. Yüksek lisans tezi. Trabzon Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Trabzon.
- Chen, Y.L., Pan, P.R., Sung, Y.T. & Chang, K.E. (2012). Correcting misconceptions on electronics: Effects of a simulation-based learning environment backed by a conceptual change model. *Educational Technology & Society*, 16(2), 212-227.
- Demir, M. & Dindar, H. (2006). Beşinci Sınıf Öğretmenlerinin Fen Bilgisi Dersi Sınav Sorularının Bloom Taksonomisine Göre Değerlendirilmesi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(3), 87-96.
- Demir, M., Tananis, C. A. & Trahan, K. W. (2019). İlköğretim Okullarında Kullanılan Alternatif Değerlendirme Yöntemlerinin Değerlendirilmesi. *Eğitim ve Bilim*, 44 (197), 223-238.
- Erdem Özcan, G. (2019). *İlkokul dördüncü sınıf fen bilimleri dersinde tahmin gözlem açıklama stratejisine dayalı öğretimin akademik başarı tutum ve kalıcılığa etkisi*.

Yüksek lisans tezi. Kastamonu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kastamonu.

Ergül S., Sarıtaş D. & Özcan H. (2020). Hipotetik TGA (Tahmin-Gözlem-Açıklama) döngüsü ile kimyasal değişimin doğasının öğretimi; Asit-baz indikatör tepkimesi örneği. *BAUN Fen Bil. Enst. Dergisi*, 22(2), 490-506.

Gunstone, R. F. & White, R. T. (1981). Understanding of gravity. *Science Education*, 65(3), 291-299.

Güleşir, T., Aydemir, K., Kuş, S., Uzel, N. & Gül, A. (2020). Fizyoloji deneyleri kapsamında alternatif bir değerlendirme yöntemi: TGA çalışma yapıları. *e- Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 7, 84-99. doi:10.30900/kafkasegt.748909

Güngör, S. N. (2016). *Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) Yöntemiyle Biyolojik Konu ve Kavramların Öğretiminin Başarı, Kalıcılık ve Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi*. Doktora tezi. Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Bölümü. Bursa.

Güngör, S. N. & Özkan, M. (2017). Fen bilgisi öğretmen adaylarının tahmin-gözlem-açıklama (TGA) yöntemine ilişkin görüşlerinin değerlendirilmesi/An evaluation of preservice science teachers' views on predict-observe-explain (POE) method. *E-Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 8(1), 82-95.

Güven, E. (2011). *Çevre eğitiminde tahmin-gözlem-açıklama destekli proje tabanlı öğrenme yönteminin farklı değişkenler üzerine etkisi ve yönetime ilişkin öğrenci görüşleri*. Doktora tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Hanımoglu, A. (2015). *Maddenin yapısı ve özellikleri ünitesine yönelik olarak geliştirilen TGA etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına etkisi*. Yüksek lisans tezi. Adıyaman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adıyaman.

- Kaptan, F. & Korkmaz, H. (2001). İlköğretim okullarında fen bilgisi dersinin uygulanmasında karşılaşılan güçlükler. *Çağdaş Eğitim*, 281, 19-26.
- Karadeniz, A., Koçak Altundağ, C. & Yücel, S. A. (2020). Tahmin et - gözle - açıkla yöntemi destekli etkinliklerin lise öğrencilerinin üst bilişsel farkındalıkları üzerine etkisinin araştırılması. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(4), 1881-1898. <https://dx.doi.org/10.17240/aibuefd.2020.20.58249-648859>
- Koto, I., Harneli, M., & Winarni, E. W. (2019). Primary school teacher strategy to promote student engagement in science lessons. In *International Conference Primary Education Research Pivotal Literature and Research UNNES 2018 (IC PEOPLE UNNES 2018)*. Atlantis Press.
- Kuday, D. & Çetinkaya, S. (2021). Student views on the use of multimedia-based POE (Predict-observe-explain) strategy in geography teaching. *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*, 43, 20-38.
- Lestari, L. D. (2017). Reducing light misconceptions by using predict-observe-explain strategies. *Advances in Intelligent Systems Research*, 157, 64-67.
- Liew, C. W., & Treagust, D. F. (1998). *The effectiveness of predict-observe-explain tasks in diagnosing students' understanding of science and identifying their levels of achievement* [Paper presentation]. Annual Meeting of American Educational Research Association, San Diego, CA.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2007) Program Geliştirme ve Ölçme Değerlendirme Birimi. Ankara. <http://talimterbiye.mebnet.net/program-gel-birimi/olc-deg-birimi.htm> sayfasından erişilmiştir.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı. Program Geliştirme ve Ölçme Değerlendirme Birimi. Ankara. <http://mufredat.meb>

gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=325 sayfasından erişilmiştir.

- Nalkıran, T. & Karamustafaoğlu, S. (2020). Prediction-Observation-Explanation (POE) method and its efficiency in teaching “work, energy, power” concepts. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 7(3), 497-521.
- Öner Sünkür, M. & Arıbaş, S. (2020). Fen ve teknoloji/Fen bilimleri dersinde tahmin et-gözle-açıkla yöntemi ile desteklenmiş yansıtıcı düşünmeye dayalı etkinlik uygulamalarının başarı, kalıcılık, madde ve değişim öğrenme alanına yönelik tutum, bilimsel süreç becerileri ve akademik risk alma davranışlarına etkisi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(76), 1789-1809. DOI:10.17755/esosder.674940
- Özmen, H. (2005). Kimya öğretiminde yanlış kavramlar: Bir literatür araştırması. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3 (1), 23-45. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tebd/issue/26125/275198>
- Piburn, M. D. & Baker, D. R. (1997). *Constructing science in middle and secondary school classrooms*, Allyn & Bacon, Needham Heights.
- Pitriyanti, O., Nyeneng, I. D. P., & Maharta, N. (2020). The effect of student worksheet based on predict observe explain strategy against the learning outcomes. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Ipa*, 11(1), 99- 110.
- Ruiz-Primo, M. A. & Furtak, E. M. (2004). Informal Formative Assessment of Students’ Understanding of Scientific Inquiry. CSE Report 639. S. of Edu. Stanford University/ CRESST. <http://www.cse.ucla.edu/products/reports/r639.pdf>, 2016.
- Tokur, F. (2011). *TGA stratejisinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bitkilerde büyüme-gelişme konusunu anlamalarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adıyaman.

- Venida, A. C., & Sigua, E. M. (2020). Predict-Observe-Explain strategy: effects on students' achievement and attitude towards physics. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 21(1), 78-94.
- White, R. & Gunstone, R. F. (1992). Prediction-Observation-Explanation. White, R., & Gunstone, R. (Eds), In *Probing Understanding* (pp.44-64). London: The Falmer Press.
- Wiggins, G. (1998). A true test: Toward more authentic and equitable assessment. *Phi Delta Kappan*, 70(9), 703-713.
- Yaman, F. (2012). *Bilgisayara dayalı tahmin-gözlem-açıklama (TGA) etkinliklerinin öğrencilerin asit-baz kimyasına yönelik kavramsal anlamalarına etkisi: Türkiye ve ABD örneği* (Yayımlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi. Trabzon.
- Yanpar Şahin, T. & Yıldırım, S. (1999). *Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme*. Ankara: Anı Yay.
- Yaşar, Ş. & Baran, M. (2020). Oyunlarla Desteklenmiş TGA (Tahmin Et-Gözle-Açıkla) Yöntemine Dayalı Etkinliklerin 10.Sınıf Öğrencilerinin Fizik Başarısına Etkisi. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 52, 420-441, DOI: 10.15285/maruaebd.651074



Bölüm 2

LiB₃O₅:Ag,Cu BİLEŞİĞİNİN SENTEZİ VE DOZİMETRİK KARAKTERİZASYONU

Sera İFLAZOĞLU¹

¹ Dr. Sera İflazoğlu, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Edebiyat
Fakültesi, Fizik Bölümü

1. GİRİŞ

Bor atomunun farklı koordinasyon sayılarının alabilmesinden dolayı borat bileşikleri farklı kristal yapılarda bulunabilmektedirler. Bu nedenle borat bileşikleri birçok alanda ön plana çıkmışlardır. Genel olarak nonlinear optik (NLO) cihazlarda, dedektörlerde ve termolüminesans (TL) dozimetrelerde borat bileşikleri kullanılmaktadır [1]. Magnezyum tetraborat (MgB_4O_7), baryum metaborat ($\beta-BaB_2O_4$), LiB_3O_5 (lityum triborat) ve $Li_2B_4O_7$ (lityum tetraborat) termolüminesans dozimetrelerde genel olarak kullanılan borat bileşikleridir. Ancak LiB_3O_5 ve $Li_2B_4O_7$ sahip oldukları etkin atom değerleri nedeniyle kişisel dozimetreler için daha önemli bir hale gelmişlerdir. Çünkü bu bileşiklerin etkin atom değerleri insan eşdeğer doku değerine çok yakındır [2].

Kristal ışıkla veya ısıyla uyarıldığı zaman elektronlar iletim bandına geçerler ve buradan bir hole (deşik) ile yeniden birleşme merkezinde birleşmek üzere yer değiştirirler. Bu hole, bir kusur veya valans bandı içerisinde yer almaktadır. Enerji serbest bırakıldığı zaman, ışık fotonlarına benzer bir biçimde olmaktadır. Eğer yeniden birleşme merkezi, bir yeniden birleşme merkezi olarak hareket eden kusur içinde gerçekleşirse, lüminesans bu kusurların enerji seviyelerinin bir karakteristiği olmaktadır.

Lüminesans dozimetreleri, bazı katılarda alkali halidler gibi (örneğin lityum florür (LiF) kusurların elektron depolama özelliklerini kullanır. Bir malzeme iyonlaşma radyasyonuna maruz kaldığında, elektronları valans banttan iletkenlik bandına uyarır. Genellikle elektronların yer değiştirmeleri uygun bir elektron tuzak kusurlarında hapsolmuş durumda gerçekleşir. Buna benzer bir tanımda, pozitif yükler yanideşikler için yapılabilir, bu durumdadeşikler valans banttan uygun tuzaklara doğru yer değiştireceklerdir. Hapsolmuş elektronlar, atomların

yerleştikleri tuzaklarda bir uyarılma olana kadar burada kalırlar. Burada uyarılma ışık ile yapılıyorsa bu süreç optik uyarılmalı lüminesans (OSL) ve uyarılma ısı ile gerçekleşiyorsa bu süreç termolüminesans (TL) olarak tanımlanır.

Termolüminesans, genellikle çalışılan malzemenin belli bir sıcaklığa kadar sabit bir hızla ısıtılması ile kristal içerisinde bulunan elektron tuzaklarının boşaltılması yoluyla kristalde biriken enerjinin serbest bırakılması temeline dayanmaktadır. Tuzaklanmış bir elektron malzemedeki ısısal titreşimlerle çıkarılabilir. Sıcaklık miktarı arttırıldığı zaman daha derin tuzaklardaki elektronların çıkarılma olasılığı artmaktadır.

Dokuda soğurulan dozun doğru bir tahminini elde etmek için doku eşdeğeri bir termolüminesans dozimetri (TLD) fosforuna ihtiyaç vardır [3]. Termolüminesans özelliği sergileyen çok sayıda malzeme vardır, ancak bunlardan sadece birkaçı doku eşdeğeridir ve tıbbi uygulamalar veya personel dozimetrisi için uygun olabilir [3-5]. Lityum boratlar, TL spesifikasyonları için bazı kabul edilebilir özellikler sağlayan TL duyarlılaştırıcılarla zahmetsizce katkılanabilen nispeten kararlı kimyasal bileşiklerdir [6-8]. Farklı üretim teknikleri, katkı malzemeleri ve aktivatör konsantrasyonları kullanılarak TL dozimetrisi için yeni yüksek performanslı fosforlar elde etme çabaları her zaman olmuştur. Tüm bu çabalara rağmen ideal bir TL fosforu kurmaya yönelik araştırmalar halen devam etmektedir [9-16].

Lityum triborat (LiB_3O_5) bileşiği yeterince araştırılmamış olan borat bileşiklerinden biridir [17]. Biyolojik doku eşdeğerine yakın etkili atom numarası olan bileşik, tıpta TL dozimetrisi için uygun bir materyal olabilir. Son zamanlarda birçok yapısal, morfolojik ve katkılı LiB_3O_5 bileşiği üzerinde kompozisyon çalışmaları

yapılmış olsa da lityumun triborat bileşiğinin, dozimetrik özellikleri henüz yeterince çalışılmamıştır [18-21].

Bu çalışmada, %1Ag ve %1Cu ikili katkılama yapılan LiB_3O_5 bileşiğinin termoluminesans özellikleri incelenmiş ve tuzak parametre değerleri farklı yöntemler kullanılarak hesaplanmıştır. Ayrıca ısıtma eğrisi iki farklı ısıtma hızı ($1\text{ }^\circ\text{C/s}$ - $10\text{ }^\circ\text{C/s}$) kullanılarak elde edilmiştir. Bu ısıtma eğrileri altında kalan toplam alan, her bir ısıtma hızı için hesaplanarak ısıtma hızının bu kristallerin ısıtma eğrilerinin toplam alanına etkisi araştırılmıştır. Örnek ^{90}Sr - ^{90}Y beta kaynağı ile ışınlanmış ve ölçümler Harshaw 3500 TLD okuyucu ile alınarak analizleri yapılmıştır. Tuzak parametrelerini (E (aktivasyon enerjisi), b (kinetik derece) ve s (frekans faktörü) hesaplamak için Tepe Şekli (Chen-P.S), Mazumdar-P.S., Rasheedy-TPM, Farklı Isıtma Hızı (VHR) ve Bilgisayarlı Isıtma Eğrisi Analiz Programı (CGCD) kullanılmıştır.

1.1. Termolüminesans

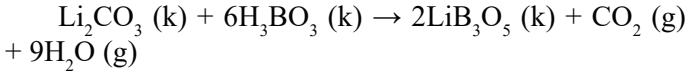
Günümüzde TL dozimetrisi, absorblanan dozun ölçümünde kullanılan önemli bir uygulama olarak karşımıza çıkmaktadır. Termolüminesans kişisel, klinik ve çevresel uygulamalardaki öneminden dolayı şu anda yapılan araştırmalar, daha yüksek performanslı ve yeni TL dozimetrelerinin üretilmesi üzerine yoğunlaşmıştır.

TL dozimetrelerinde (TLD) radyasyon enerjisini depolama kabiliyeti önemlidir ve genellikle aktivatörlerin (safsızlıklar, yapısal hatalar ve yabancı atomlar gibi) varlığıyla bağlantılıdır. Bir kristalin dozimetre olarak kullanılabilmesi için birçok özelliğe sahip olması gerekmektedir. İyi bir dozimetrik örnekten, yeterli depolama yeteneği, yüksek verimlilikte bir ışık yayılımı, lineer bir doz cevap eğrisi, pahalı olmaması, basit tuzak dağılımı ve çevre koşullarına dayanıklı olması beklenir.

2. Lityum Triborat Bileşiğinin Sentezlenmesi

2.1. Katıhal sentez yöntemi

Li_2CO_3 (98.5 % saflıkta, Merck) ve H_3BO_3 (99.5% saflıkta, Merck) sitokiyometrik oranda alınarak agat havanda homojen bir karışım elde edinceye kadar karıştırıldı. Beklenen tepkime aşağıda verilmektedir.



Daha sonra karışım behere aktarılarak üstüne 15 ml distile su eklendi. Homojen bir karışım elde etmek için beher ısıtıcılara yerleştirildi. Karışım çamursu hale gelene kadar ısıtılarak karıştırıldı (yaklaşık olarak 1-2 saat). Çamursu hale gelen karışım beherden porselen krozeye aktarıldı. İlk aşamada ön ısıtma için fırın 200 °C sıcaklıkta 6 °C/dk ısıtma hızı ile 4 saate ayarlandı. Bu aşamada oluşan tepkime sonucu sistemden ayrılması gereken CO_2 gazı ve su buharı çıkışına izin verildi. Oda sıcaklığına kadar soğutulan lityum triborat bileşiği agat havan içinde öğütülerek başlangıç maddelerinin birbiri içine daha kolay difüzyonu sağlandı. Ara öğütme işleminden sonra bileşik, tekrar porselen krozeye aktarıldı. İkinci aşama için fırın 750 °C sıcaklıkta 2 °C/dk ısıtma hızı ile 4 saate ayarlandı. Oda sıcaklığına soğutulan lityum triborat bileşiğine son olarak öğütme işlemi uygulandı ve bileşiğin sentezi sağlandı.

2.2. Lityum triborat katkılanması

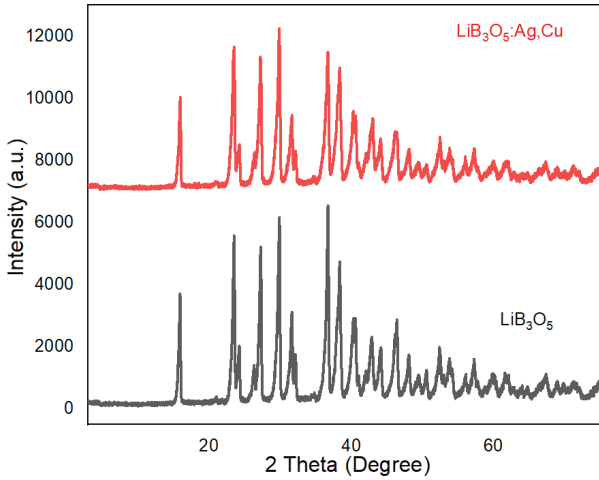
Katıhal sentez yöntemi ile sentezlenen lityum triborat bileşiğine katkılanacak olan %1Ag ve %1Cu metal iyonları başlangıç malzemeleriyle birlikte eklenmiştir.

3. Karakterizasyonlar

3.1. X-Işınlari Difraksiyonu (XRD)

Radyasyon kaynağı Cu-K α line ($\lambda=1,54056 \text{ \AA}$) olan Rigaku MiniFlex X-ışını difraksiyonu (XRD) faz saflığını

ölçmek için kullanıldı. Tarama hızı $2^\circ/\text{dk}$ ve 2 teta aralığı ise 3° ile 70° arasında yapıldı.



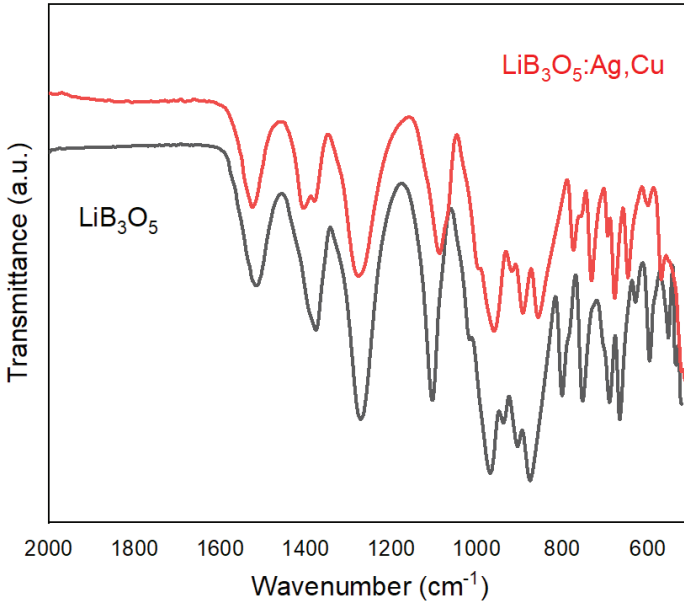
Şekil 1. Lityum triborat bileşiklerine ait XRD deseni

Lityum triborat ortorombik yapıda kristalleşir ve Pna21 uzay grubuna sahiptir. Birim hücre parametreleri ise $a = 8.456 \text{ \AA}$ $b = 7.376 \text{ \AA}$ ve $c = 5.133 \text{ \AA}$. Bu karakterizasyon metodu ile üretilen LiB_3O_5 ve $\text{LiB}_3\text{O}_5:\text{Ag,Cu}$ örneklerinin faz kompozisyonunu ve örneklerin kristal yapılarını belirlemek için yapılmıştır. Şekil 1’deki XRD sonuçlarına göre difraktogramdaki piklerin büyük bir kısmı JCPDS (Card No: 77-0774) kartı ile örtüştüğü görülmüştür. Bu durumda lityum triborat bileşiklerinin başarılı bir şekilde sentezlendiği söylenebilir.

3.2. FT-IR (Fourier Transform Infrared) Spektroskopisi

VARIAN 1000 FT-IR spektrometre kullanılarak 600 ve 2000 cm^{-1} aralığı taranarak sentezlenen bileşiğin bağ oluşumları ve titreşim modları gözlenmiştir. FT-IR spektroskopisi yardımıyla titreşim modlarına göre

lityum triborat içerisindeki kimyasal bağ oluşumları belirlenmiştir.



Şekil 2. Lityum triborat bileşiklerine ait FT-IR spektra

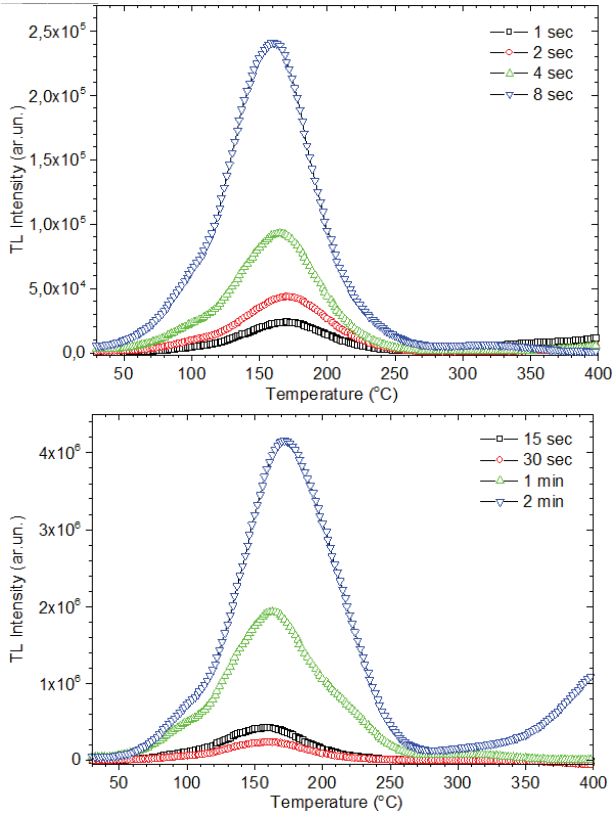
Şekil 2’de verilen FT-IR spektra sonuçlarına göre yapı içerisindeki BO_3 ve BO_4 yapılarının titreşim modlarına göre spektrum elde edilmiştir. 1200 cm^{-1} ve 1500 cm^{-1} ’deki pikler BO_3 birimi içindeki B-O nun gerilim titreşim bandından kaynaklanmaktadır. BO_4 birimi içerisindeki B-O bağı gerilme pikini $850\text{-}1200 \text{ cm}^{-1}$ civarında vermektedir. $600\text{-}800 \text{ cm}^{-1}$ aralığındaki bantlar ise çeşitli borat segmentlerinin bending titreşimlerine aittir. 700 cm^{-1} bant ise bor oksijen birleşimlerindeki O-B-O birimlerine aittir.

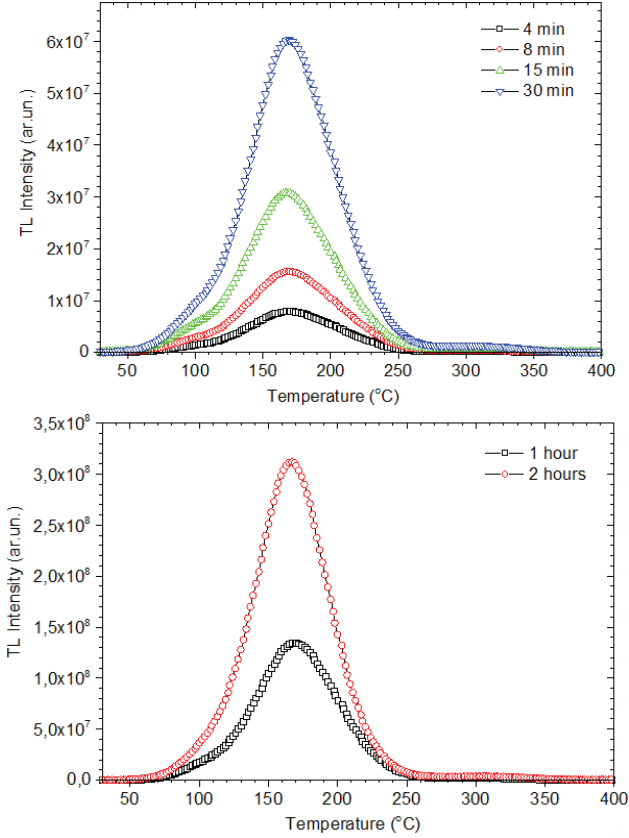
4. Dozimetrik Özellikler

4.1. Termoluminesans Ölçümleri

Harshaw TLD Reader Model 3500 cihazıyla $50 \text{ }^\circ\text{C}$ ve $400 \text{ }^\circ\text{C}$ aralığında sabit ısıtma hızı ($1 \text{ }^\circ\text{C/s}$) uygulanarak

termal lüminesans okuma işlemi yapılmıştır. Okuma işleminden önce sentezlenen örnekler beta, ^{90}Sr - ^{90}Y kaynağı kullanılarak oda sıcaklığında farklı radyasyon dozlarına maruz bırakılmıştır. Lityum triborat termal ışıma eğrilerinde yaklaşık olarak 180°C civarında yüksek şiddette ana pik gözlenmiştir. Daha düşük sıcaklıklarda ise dozimetreler için kısa süre içinde şiddetini kaybettiğinden dolayı güvenilir olmayan, şiddeti düşük pik gözlenmemiştir.

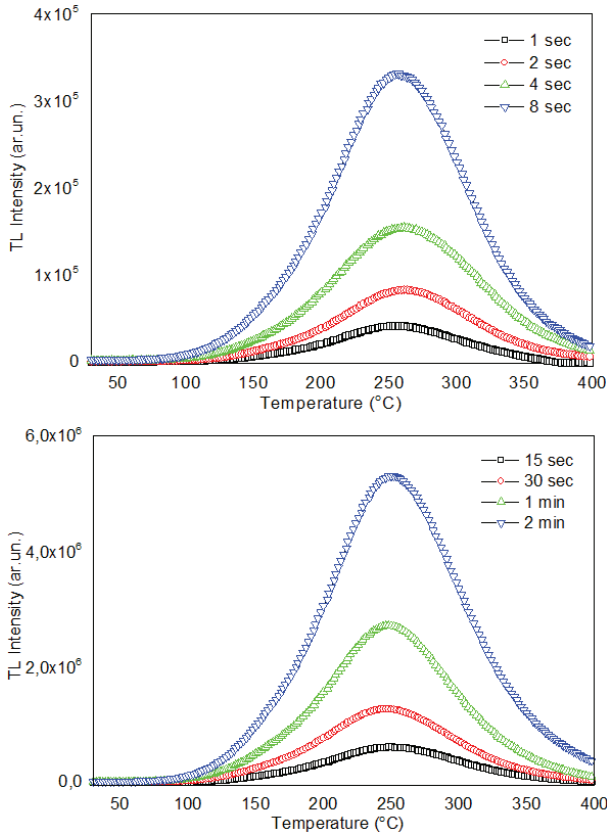


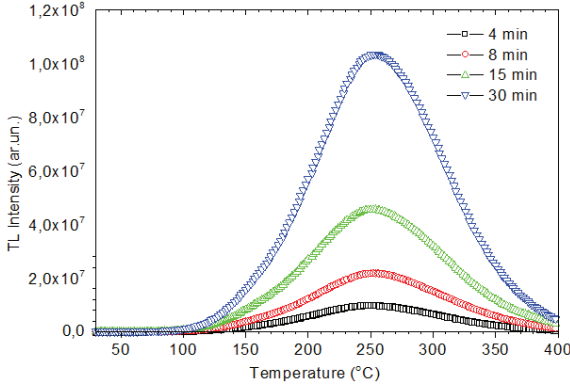


Şekil 3. $\text{LiB}_3\text{O}_5:\text{Ag,Cu}$ bileşiğine ait farklı doz seviyelerindeki (0,04 Gy-288 Gy) ışıma eğrileri (Isıtma hızı $\beta=1^\circ\text{C/s}$)

Şekil 3’ te bileşikler ilk olarak farklı doz değerlerine (1 saniye doz değeri 0,04 Gy) maruz bırakılmıştır. Daha sonra alınan termolüminesans ölçümlerinden elde edilen ışıma eğrilerinin maksimum pik sıcaklığının yaklaşık olarak 180°C olarak belirlenmiştir. Burada düşük sıcaklık bölgesinde pik bulunmaması istenilen bir durumdur. Ayrıca lityum triborat bileşiklerinden verilen doza karşılık lineer bir doz-cevap ışıma eğrisi elde edilmiştir. Burada alınan ölçümlerde ısıtma hızı $\beta=1^\circ\text{C/s}$ olarak alınmıştır. Şekil 4’te ısıtma hızı $\beta=10^\circ\text{C/s}$ olacak şekilde

termoluminesans ölçümü alınmıştır. Lityum triborat bileşiklerine farklı doz değerleri verilerek termal ışıma eğrileri incelenmiştir. Isıtma hızı artıka ışıma eğrilerinde sağa doğru bir kayma meydana gelmiştir. Işıma eğrilerinin maksimum sıcaklık değeri ~ 250 °C olarak belirlenmiştir. Burada elde edilen ışıma eğrilerine göre düşük sıcaklık bölgesinde pik görülmemesi ve yalnızca bir ana pik olması TL dozimetreler için istenilen bir durumdur. Isıtma hızı artıka termal ışıma eğrilerinin maksimum pik sıcaklık değeri sağa kayarak artış göstermektedir.

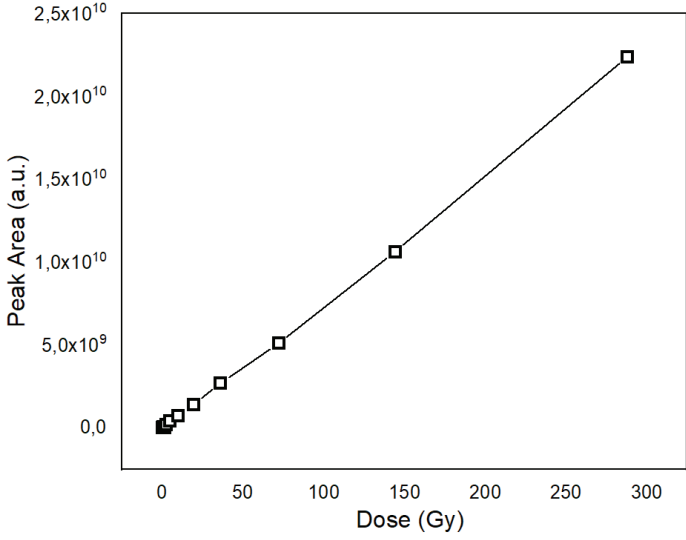




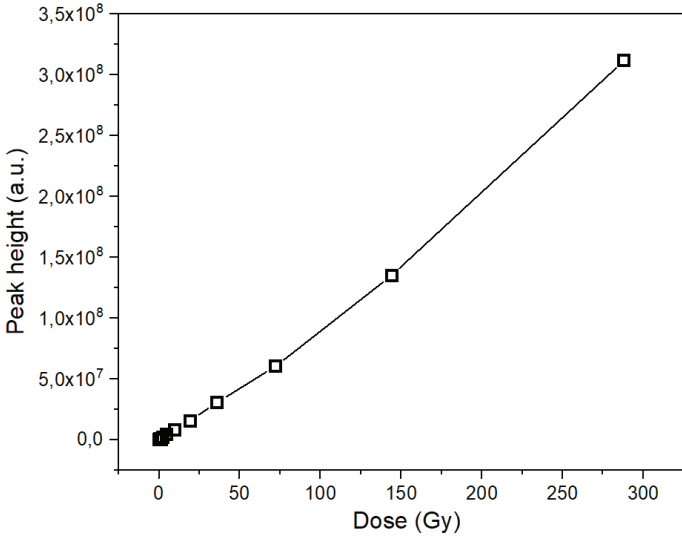
Şekil 4. $\text{LiB}_3\text{O}_5:\text{Ag,Cu}$ bileşiğine ait farklı doz seviyelerindeki (0.04 Gy-72 Gy) ısıtma eğrileri (Isıtma hızı $\beta=10^\circ\text{C/s}$)

4.2. Doz-Cevap Çalışmaları

Lityum triborat bileşiğinin verilen doza karşılık alınan doz-cevap sonuçlarını incelemek için, her doza karşılık gelen ısıtma eğrilerinin altındaki alan hesaplanmıştır. Şekil 5' te verilen doza karşılık pik alan değerleri lineer bir doz-cevap eğrisi olduğunu göstermektedir. 0.04 Gy-288 Gy arasında uygulanan radyasyona maruz bırakılan bileşik, doğrusal bir doz cevap eğrisi verdiği sonucuna varılmaktadır. Aynı şekilde ısıtma eğrilerinin maksimum pik sıcaklık değerlerinin verilen doza karşı grafiği Şekil 6' ta verilmektedir. Burada da TL dozimetreleri için istenilen lineer doz-cevap sonucu elde edilmiştir.



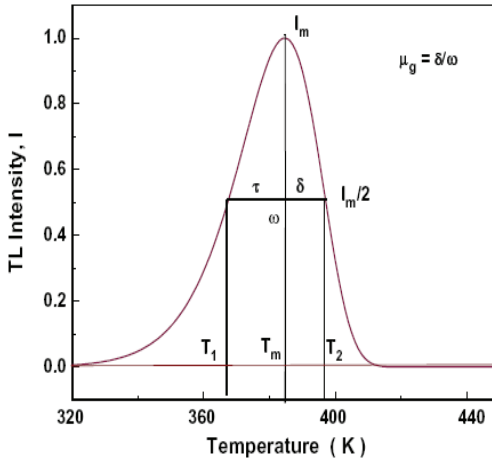
Şekil 5. Işıma eğrisinin altında kalan alan hesaplanarak elde edilen radyasyon miktarına karşılık doz-cevap grafiği



Şekil 6. Işıma eğrilerinin tepe noktaları alınarak elde edilen doz cevap eğrisi

4.3. Tuzak Parametrelerinin Hesaplanması

Tuzak parametrelerini hesaplamak için ilk olarak Şekil 7’ de verilen tepe şekli metodu kullanılmıştır. Bu metotta ışıma eğrisinin şekli ($\tau = T_M - T_1$, $\delta = T_2 - T_M$ ve $\omega = T_2 - T_1$) kullanılarak kinetik derece (b), frekans faktörü (s) ve aktivasyon enerjisi (E) hesaplanmıştır. Burada, T_1 ve T_2 düşük ve yüksek yarım TL şiddeti sıcaklığı ve T_M ise maksimum sıcaklık değeridir. Simetri faktörü ($\mu_g = \delta / \omega$) kullanılarak b, s ve E tuzak parametreleri aşağıda verilen eşitliklerden belirlendi.



Şekil 7. Tepe şekli metodunun geometrik şekil büyüklükleri ω , δ , τ

$$E_{\tau} = \left[1.5 + 3(\mu_g - 0.2) \right] \frac{E_m^2}{\tau} - \left[1.8 + 4.2(\mu_g - 0.2) \right] 2E_m$$

$$E_{\delta} = \left[0.976 + 7.3(\mu_g - 0.2) \right] \frac{E_m^2}{\delta}$$

$$E_{\omega} = \left[2.2 + 0.2(\mu_g - 0.2) \right] \frac{E_m^2}{\omega} - 2E_m$$

Chen'in tepe şekli metodu ile Gartia, Singh ve Mazumdar 'ın maksimum tepe sıcaklığının 1/2, 2/3 ve

4/5 oranlarını kullandığı metotları aşağıdaki formül kullanılarak da hesaplanmıştır.

$$E_a = \frac{(C_0 + C_1 + C_2 b^2) F_m^2}{|T_x - T_y|} + (D_0 + D_1 b + D_2 b^2) F_m$$

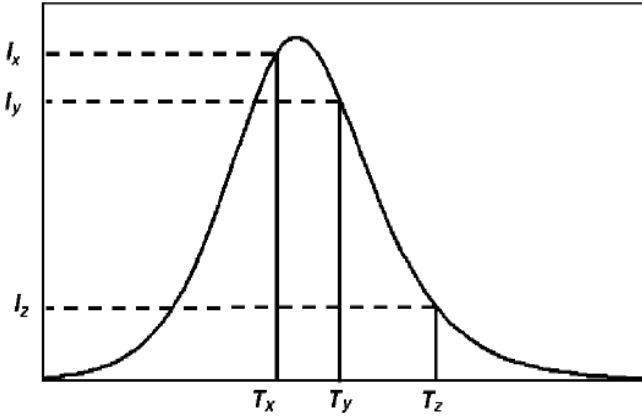
Tepe şekli metotları dışında ısıtma hızının değişmesine bağlı olarak tepe sıcaklığının değişmesi prensibine dayanan, farklı ısıtma hızları metodu ile aşağıdaki formülünden yararlanılarak tuzak parametre değerleri hesaplanmıştır.

$$E = k \frac{T_{m1} T_{m2}}{T_{m1} - T_{m2}} \ln \left[\left(\frac{\beta_1}{\beta_2} \right) \left(\frac{T_{m2}}{T_{m1}} \right)^2 \right]$$

Bu metoda göre termolüminesans parıldama eğrisinin karakteristik özelliklerini etkileyen bir parametrede ısıtma hızıdır. Isıtma hızı arttıkça zaman pik maksimum değeri yüksek sıcaklıklara doğru kaymaktadır, tüm pikler genişlemekte ve termolüminesans maksimum şiddet değeri azalmaktadır. Termolüminesans maksimum şiddet değerindeki bu azalma ısısal azalmadan kaynaklanmaktadır. Isıtma hızı oranlarını değiştirip n_0 (başlangıçtaki tuzak yoğunluğu) gibi diğer tüm parametreleri sabit tutan değişik yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemler geliştirilirken ısısal hız olarak uyarılan durumlardan bağımsız olarak değiştirilmiştir. Bu yöntemlerin dışında Rasheedy'nin geliştirdiği yöntem ile parıldama eğrisinden rastgele üç farklı nokta seçilmiştir. Aşağıdaki formüller yardımıyla üç nokta (TPM) metodu kullanılmıştır.

$$b = \frac{T_y [T_x - T_z] \ln(y) - T_z [T_x - T_y] \ln(z)}{T_y [T_x - T_z] \ln[A_x / A_y] - T_z [T_x - T_y] \ln[A_x / A_z]}$$

Burada T_x , T_y ve T_z seçilen üç farklı sıcaklık noktası; $y = (I_x / I_y)$ ve $z = (I_x / I_z)$; A_x , A_y ve A_z ise sırasıyla T_x , T_y ve T_z 'den T_f 'a kadar eğri altında kalan alanları vermektedir.

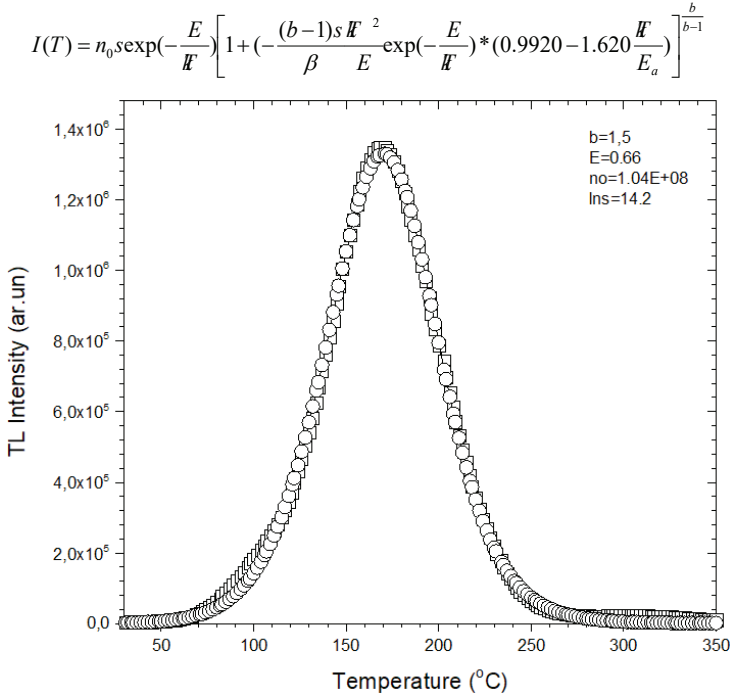


Şekil 8. Üç nokta metodu (TPM)

$$E_a = \{ \ln y - b \ln [A_x / A_y] \} \left\{ \frac{I_x T_y}{T_x - T_y} \right\}$$

Bir ışıma eğrisini oluşturan toplam pik sayısı ve bu piklere ait tuzak parametre değerlerini belirlemek için kullanılan diğer yöntem ise Bilgisayarlı Analiz Ayrıştırma Metodudur. TL ışıma eğrileri kullanılarak tuzak parametrelerini belirlemenin en önemli yöntemlerinden biridir. Işıma eğrisini analiz etmek için bir Computerised Glow-Curve Deconvolution (CGCD- Bilgisayarlı Işıma Eğrisi Ayrıştırma) programı kullanılarak parıldama eğrisini aynı anda en az dokuz tepeye ayırabilir. İki farklı model kullanılarak CGCD bilgisayar programında parıldama eğrisi birinci derece kinetiği ve genel mertebe kinetiği elde edilir. Tüm piklerin ve arka plan katkısının toplamı aşağıdaki denklem ile verilmektedir.

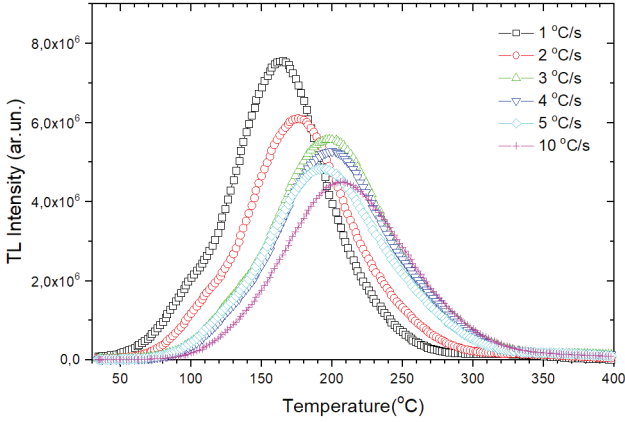
$$I(T) = n_0 s \exp\left(-\frac{E}{kT}\right) \exp\left[\left(-\frac{s k T^2}{\beta E} \exp\left(-\frac{E}{kT}\right) * (0.9920 - 1.620 \frac{kT}{E_a}) \right) \right]$$



Şekil 9. $LiB_3O_5:Ag,Cu$ bileşiğinin CGCD analizi

4.4. $LiB_3O_5:Ag,Cu$ bileşiğinin farklı ısıtma hızlarına ait ısıtma eğrileri

Lityum triborat bileşikler 3 dakika (7.2 Gy) beta radyasyon dozuna maruz bırakıldıktan sonra $\beta=1, 2, 3, 4, 5, 10$ °C/s ısıtma hızlarında termolüminesans ölçümü alındı. Şekil 10' da lityum triborat bileşiğine 7.2 Gy beta radyasyon dozu verildikten sonra farklı ısıtma hızları için elde edilen ısıtma eğrileri görülmektedir. Şekilde verilen, ısıtma hızlarının artması ile termolüminesans parıldama eğrilerinin yüksek sıcaklıklara doğru bir kayma oluşturduğu ve parıldama eğrilerinin maksimum pik şiddet değerinin azaldığı gözlenmektedir



Şekil 10. $\text{LiB}_3\text{O}_5:\text{Ag,Cu}$ bileşiğinin farklı ısıtma hızlarına ait ışıma eğrileri

İşıma eğrisinde her bir ışıma tepesinin kinetik derecesinin belirlenmesi için değişken doz-cevap ifadeleri kullanılır. Termolüminesans birinci derece kinetiğinde, parıldama piklerinin maksimum sıcaklıkları sadece ısıtma hızı değiştiği zaman değişmektedir. Isıtma hızı sabit kalırsa eğer maksimum emisyon şartında n_0 (başlangıç için hapsolmuş elektron sayısı) olmadığı için deneysel hata sınırları içinde sabit kalmaktadır ve maksimum sıcaklık, verilen doz oranıyla değişmemektedir. Pik sıcaklıkları artırılan doz miktarı ile düşük sıcaklıklara doğru kayması genel mertebe kinetiğidir.

Tablo 1. LiB_3O_5 bileşiğinin farklı metotlar kullanılarak hesaplanan tuzak parametre değerleri

Mazumdar PS	1/2	2/3	4/5
$T_m=171$	0,68	0,68	0,7
$b=1,5$	0,64	0,61	0,68
$\ln s=17,5$	0,62	0,62	0,67
Chen PS	$=0.63$	$=0.7$	$=0.67$
	$T_m=171$	$b=1,5$	$\ln s=17$
CGCD	$b=1,5$	$E=0.66$	$\ln s=14.2$
TPM	$b=1,5$	$E=0.69$	$\ln s=15$
H.Rate		$E=0.67$	$\ln s=15,8$

Tablo 1’de Mazumdar pik şekil, Chen pik şekil, CGCD, TPM ve ısıtma oranları metotları kullanılarak lityum triborat bileşiğinin tuzak parametre değerleri belirlenmiştir. Bileşik için elde edilen ısıtma eğrilerinin maksimum şiddeti ve maksimum sıcaklığı kullanılarak Tablo 1’ de verilen bulunan tuzak (E, s, b) parametre değerleri de verilmektedir

4.5. Sönüm Değerlerinin İncelenmesi

Kristal düşük sıcaklık değerinde saklanır iken TL maksimum pik şiddetinde düşme oluyor ise bu olay normal sönüm (ısısal olmayan sönüm) olarak adlandırılır. İki önemli faktör normal sönümün nedeni olarak gösterilebilir. İlk olarak kuantum mekaniksel tünelleme yolu ile hapsolmuş elektronların yeniden birleşme merkezlerine direk geçmeleri olayıdır. İkinci olarak tuzakları oluşturan bazı iyonların malzemeden difüzyon yoluyla uzaklaşmalarıdır. Hapsolmuş bir elektronun normal şartlar altında, bulunduğu tuzaktan oda sıcaklığında kurtulma olasılığı düşüktür. Sabit bir sıcaklıkta saklanan bir kristalde bulunan hapsolmuş bir elektronun bulunduğu tuzaktaki yaşam süresi;

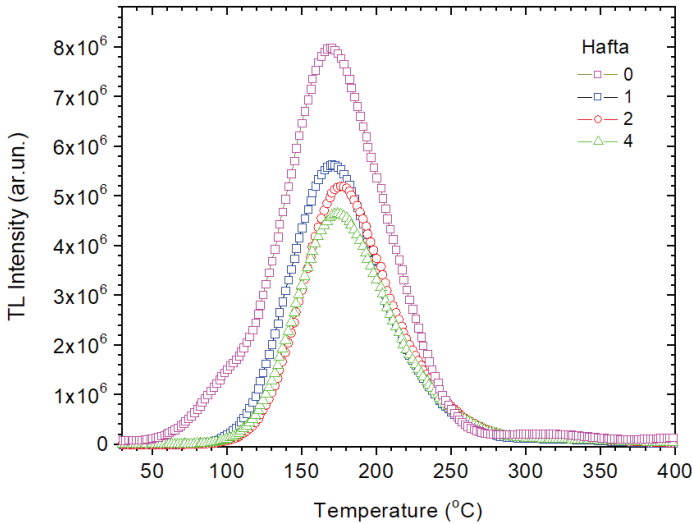
$$t = s^{-1} \exp(E/kT)$$

denklemi ile verilebilmektedir. Burada frekans faktörü (s), aktivasyon enerjisi (E), sıcaklık T (Kelvin) ve Boltzmann sabiti k ile ifade edilir. Bir elektronun yaşam ömrü, aktivasyon enerjisi ile doğru orantılı olmasına rağmen frekans faktörü ile ters orantılı olduğu belirlenmiştir. Aynı şekilde saklama sıcaklığı da yaşam ömürleri fazlasıyla etkilemektedir.

Doz ölçümlerinde ve arkeolojik yaş tayinlerinde kullanılan dozimetrelerin en az belirli bir doza kadar ölçülen değeri ile uygulanan dozun doğrusal (lineer) olması beklenir, fakat pek çok dozimetrede ve bazı doz seviyelerinde çeşitli derecelerde uygulanan doz ile

ölçülen doz arasında lineer olmayan durumlar gözlenmiş ve bu olay sublineer ve supralineer olarak tanımlanmıştır. Bu çalışmada ayrıca iki farklı ısıtma hızının ($\beta=1$ °C/s ve $\beta=10$ °C/s) %1Cu ve %1Ag ile aktive edilmiş LiB_3O_5 bileşiğinin ışıma eğrilerinin şiddeti ve doğrusallığına etkisi, $f(D)$ fonksiyonu hesaplanarak incelenmiştir.

Termoluminesans özellik gösteren malzemelerin önemli bir sorunu ise maruz kaldığı radyasyonu uzun süre boyunca tutamamalarıdır. Sentezlenen lityum triborat bileşiği sönümleme (fading) ölçümleri, 12 Gy beta dozuna maruz bırakılarak $\beta=1$ °C/s⁻¹ ısıtma hızı ile 0, 1, 2 ve 4 hafta için yapılmıştır. Şekil 11’ de verilen ölçüm değerlerine göre TL grafiklerinden görüldüğü üzere TL şiddetinde 1 hafta bekleme süresinde %30, 4 hafta sonunda ise %42’lik azalma olmuştur.

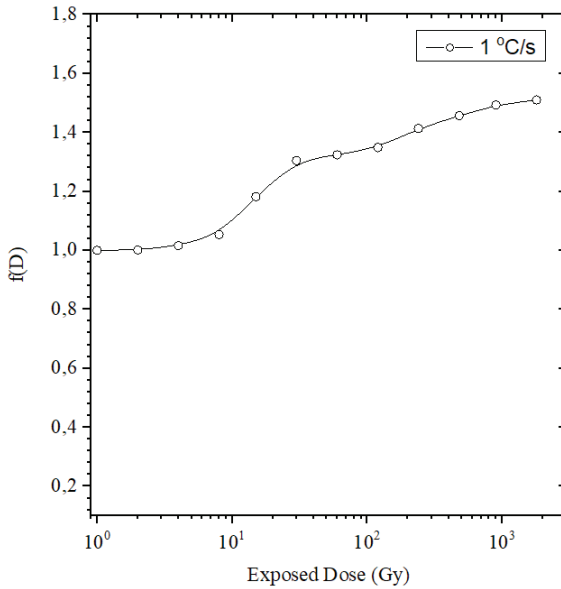


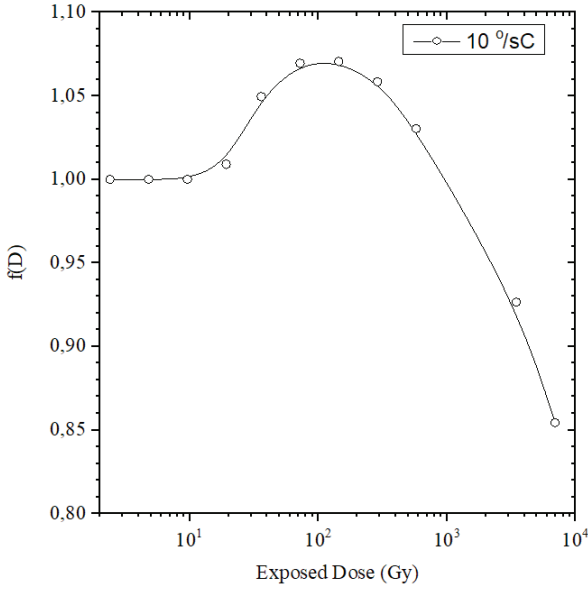
Şekil 11. $\text{LiB}_3\text{O}_5:\text{Ag,Cu}$ bileşiğinin normal sönüm eğrileri (Doz: 12 Gy, $\beta=1$ °C/s⁻¹)

Supralineerlik indeksi ya da doz tepkisi fonksiyonu olarak tanımlanan $f(D)$; ışıma eğrisinin ölçülen TL şiddetinin normalize edilerek eğrinin başlangıç

bölgesindeki, düşük doz seviyelerinde, normalize edilmiş TL şiddetine oranlanmasıyla elde edilir. Şekil 12’ de LiB3O5:Ag, Cu bileşiğinin $\beta=1$ °C/s ve $\beta=10$ °C/s ısıtma hızları için $f(D)$ eğrileri verilmektedir. Bu eğrilerden elde edilen $f(D)$ değeri 1 olarak hesaplanmıştır. $f(D)=1$ değeri bu bileşiğin lineer olduğunu göstermektedir.

$$f(D) = \left[\frac{S(D)/D}{S(D_1)/D_1} \right]$$





Şekil 12. $\text{LiB}_3\text{O}_5:\text{Ag,Cu}$ bileşiğinin $f(D)$ eğrileri ($\beta=1\text{ }^\circ\text{C/s}$ ve $\beta=10\text{ }^\circ\text{C/s}$)

5. Sonuçlar

Bu çalışmada $\text{LiB}_3\text{O}_5:\text{Ag,Cu}$ bileşiği katıhal sentez yöntemi ile sentezlendi. Bileşiğin karakteristik özellikleri için XRD ve FT-IR ölçümleri yapıldı. Dozimetrik özellikleri için farklı metotlar kullanılarak (PS, VHR, TPM ve CGCD) tuzak parametre değerleri (E , b ve s) hesaplanmıştır. CGCD metodu bu malzemenin ışıma eğrisinin genel dereceden ($b=1,5$) kinetiğe sahip olduğunu göstermiştir. Bulunan sonuçlar Tablo 1’de özetlenmiştir. Farklı bekleme süreleri sonucu elde edilen TL grafiklerinden görüldüğü üzere TL şiddetinde 1 hafta bekleme süresinde %30, 4 hafta sonunda ise %42’lik azalma olmuştur. Bu çalışmada ayrıca TL pikinin maksimum TL şiddeti değerinden yararlanılarak iki farklı ısıtma hızında $f(D)$ değerleri hesaplanmış ve

sonuçlar Şekil 12’ de verilmiştir. Yapılan deneylerin sonucundan görüldüğü gibi ısıtma oranları arttığı zaman pik sıcaklık değerleri yüksek sıcaklık tarafına doğru kaymaktadır. Bunu yanında maksimum pik şiddet değeri azalma göstermektedir. Bu durum termal sönüm (fading) olayından kaynaklanmaktadır. Birçok araştırmanın sonucu olarak ısıtma oranlarının artmasıyla termolüminesans şiddetinin azaldığı görülmüştür. Sıcaklığın artması ile etkisi artan bu olgu, termal sönüm ile bağlantılı olduğu belirlenmiştir. TL termal sönüm olgusu lüminesans etkisinin sıcaklığın artmasına bağlı olarak azalması olayıdır. Termolüminesans pik sıcaklığının ısıtma oranı artırılarak daha yüksek sıcaklık değerlerine doğru kayması sağlanır. Bundan dolayı düşük ısıtma oranlarında TL piki termal sönümün minimum olduğu bölgede gözlenirken, yüksek ısıtma oranlarında pik termal sönümün güçlü olduğu noktada görülebilir. $\text{LiB}_3\text{O}_5\text{:Ag,Cu}$ bileşiğinin parıldama eğrilerinin termolüminesans şiddeti artan doz miktarına bağlı olarak sürekli bir lineerlik göstermesi bu bileşiğin radyasyon dozimetrisinde (kişisel, klinik, ve çevresel) güvenli bir şekilde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Bu sonuçlar, $\text{LiB}_3\text{O}_5\text{:Ag,Cu}$ bileşiğinin değişik sentez yöntemleri ve metal iyon katkılarları yapılarak TL dozimetre için daha mükemmel ve ideal sonuçlara varabilmek için çalışmalar yapılmaya devam edilmesi gerektiğini göstermiştir.

Kaynaklar

- [1] S. Gorelik, A. V. Vdovin, and V. N. Moiseenko, 2003. Raman and Hyper-Rayleigh scattering in lithium tetraborate crystals. *J. Russ.Laser. Res.*, vol. 24, pp. 553-605.
- [2] A. S. Pradhan, 1981. Thermoluminescence dosimetry and its applications. *Radiat. Prot. Dosim.*, vol. 1, pp. 153-167.
- [3] Singh, L., Chopra, V., Lochab, S.P., 2011. Synthesis and characterization of thermoluminescent Li₂B₄O₇ nanophosphor. *J. Lumin.* 131, 1177–1183.
- [4] Thiagarajan, S., Vallejo, M.A., Kumar, S., et al., 2017. Thermoluminescence from Cu doped lithium tetraborate irradiated with X-ray and gamma using Cs radioactive source. *J. Nanosci. Nanotechnol.* 18, 6919–6927.
- [5] Ozdemir, "Z., Ozbayoglu, "G., Yilmaz, A., 2007. Investigation of thermoluminescence properties of metal oxide doped lithium triborate. *J. Math. Sci.* 42, 8501–8508.
- [6] Pekpak, E., Yilmaz, A., Ozbayoglu, " G., 2010. An overview on preparation and TL characterization of lithium borates for dosimetric use. *Open Miner. Process. J.* 3, 14–24.
- [7] Ranjan Singh, Th, Ragumani Singh, L., Nabadwip Singh, S., 2017. Thermoluminescence properties of doped lithium tetraborate phosphor. *Int. J. Eng. Technol. Sci. Res.* 4, 547–552.
- [8] Tiwari, B., Rawat, N.S., Desai, D.G., Singh, S.G., Tyagi, M., Ratna, P., Gadkari, S.C., 2010. Thermoluminescence studies on Cu-doped Li₂B₄O₇ single crystals. *J. Lumin.* 130, 2076–2083.
- [9] Prokic, M., 2002. Dosimetric characteristics of Li₂B₄O₇: Cu,Ag,P solid TL detectors. *Radiat. Protect. Dosim.* 100, 265–268.
- [10] Vij, D.R., Singh, N., 1997. Thermoluminescence dosimetric properties of beryllium oxide. *J. Mater. Sci. Lett.* 32, 2791–2796.

- [11] Sahare, P.D., Ranjan, R., Salah, N., Lochab, S.P., 2007. K₃Na (SO₄)₂:Eu nanoparticles for high dose of ionizing radiation. J. Phys. Appl. Phys. 40, 759–764.
- [12] Azorin, J., 2014. Preparation methods of thermoluminescent materials for dosimetric applications: an overview. Int. J. Appl. Radiat. Isot. 83, 187–191.
- [13] Celik, M.G., Yilmaz, A., Yazici, A.N., 2017. Synthesis and thermoluminescence characterization of lithium tetraborate (Li₂B₄O₇) doped with copper and silver metals. Radiat. Meas. 102, 16–26.
- [14] Depci, T., Ozbayoglu, G., Yilmaz, A., Yazic, A.N., 2008. The thermoluminescent properties of lithium triborate (LiB₃O₅) activated by aluminum. Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. B 266, 755–762.
- [15] Khalilzadeh, N., Saion, E.B., Mirabolghasemi, H., Soltani, N., Bin Shaari, A.H., Bin Hashim, M., Mod Ali, N., Dehzangi, A., 2016. Formation and characterization of ultrafine nanophosphors of lithium tetraborate (Li₂B₄O₇) for personnel and medical dosimetry. J. Mater. Res. Technol. 5, 206–212.
- [16] Zahedifar, M., Almasifard, F., Sadeghi, E., Harooni, S., Kashefi Biroon, M., 2017. Thermoluminescence dosimetry properties and kinetic analysis of MgSO₄:Dy microcrystalline prepared by solid state method. Radiat. Meas. 103, 26–32.
- [17] Kumar, D.S., Boobalan, K., Priya, T.S., Swarna, T., Vallejo, M.A., Ramirez, P.C., Navarro, R., Jayaramakrishnan, V., Sosa, M.A., 2019. Structural properties and luminescence characteristics of Eu³⁺ doped lithium triborate (LiB₃O₅) phosphors. J. Nanosci. Nanotechnol. 19, 5932–5936.
- [18] Depci, T., Ozbayoglu, G., Yilmaz, A.: ‘Comparison of different synthesis methods to produce lithium triborate and their effects on its thermoluminescent property’, Metall. Trans. A, 2010, 41, (10), pp. 2584–2594.

- [19] Senthil Kumar, D., Boobalan, K., Swarna Priya, T., et al.: ‘Structural properties and luminescence characteristics of Eu^{3+} doped lithium triborate (LiB_3O_5) phosphors’, J. Nanosci. Nanotechnol., 2019, 19, (9), pp. 5932–5936.
- [20] Kafadar, V.E., Yazici, A.N., Yildirim, R.G.: ‘Determination of trapping parameters of dosimetric thermoluminescent glow peak of lithium triborate (LiB_3O_5) activated by aluminum’, J. Lumin., 2009, 129, (7), pp. 710–714.
- [21] Kananen, B.E., McClory, J.W., Giles, N.C., Halliburton, L.E., 2017. Copper-doped lithium triborate (LiB_3O_5) crystals: a photoluminescence, thermoluminescence, and electron paramagnetic resonance study. J. Lumin. 194, 700–705.



Bölüm 3

BESLEYİCİ ÖZELLİKLERİYLE BİLİNE *AGARICUS* TÜRLERİNİN BİYOLOJİK POTANSİYELLERİ

Celal BAL¹

Emre Cem ERASLAN²

Mustafa SEVİNDİK³

Hasan AKGÜL

1 Gaziantep University, Oguzeli Vocational School, Gaziantep, Turkey.

2 Osmaniye Korkut Ata University, Bahçe Vocational School, Department of Food Processing, Osmaniye, Turkey

3 Akdeniz University, Science Faculty, Department of Biology, Antalya, Turkey.

Giriş

Mantarlar ekosistemin gözle görülen ve gözle görülmeyen değişmez parçalarındandır. Gözle görülen mantarlara makromantarlar adı verilmektedir (Sevindik vd., 2021). Gözle görülmeyen mantarlar ise mikroskobik büyüklüktedir. Makromantarları yenen, zehirli ve yenmeyen mantarlar olarak 3 gruba ayırabiliriz (Bal vd., 2017). Yenen mantarlar besleyici özellikleri ile ön plana çıkarlar. Yenen mantarlar yüksek protein, düşük yağ içeriği bakımından diyet ürünü tercih edilmektedir (Sevindik vd., 2018a; Mushtaq vd., 2020). Eski Çin’de mantarın insan vücudu ve sağlığını koruduğuna inanılarak, yiyecek ve ilaç olarak kullanılmaktaydı. Yunanlılar, mantarların savaşlarda savaşçılara güç sağladığına, Mısırlılar, tanrı Osiris’ten bir hediye olduklarına inanıyorlardı. Romalılar yenilebilir mantarları “Tanrının Yiyecekleri” olarak görüyorlardı ve şenliklerde sunulan yiyecek listesinde bulunduruyorlardı. Mayalar, psiko-aktif özellikteki mantarları dini ritüellerde kullanmış ve günümüzde bu kullanım dünyanın farklı bölgelerinde hala devam etmektedir (Atila vd., 2017; Sevindik vd., 2018b). Günümüzde ise mantarlar bütün toplumlarda değişmez diyet ürünü olarak kullanılmaktadır (Krupodorova and Sevindik, 2020; Sevindik vd., 2018c). Ayrıca, kardiyovasküler rahatsızlıkların azaltılmasında da önemli rol oynamaktadır. Lif bakımından yüksek orana sahip mantarların tüketimi sonucunda diyabetli kişilerin kanlarında düşük glikoz seviyeleri gözlenmiştir. Mantarları tüketen kişilerin kan şekeri, lipid ve insülin seviyelerinin de normale döndüğü araştırmalarla gözlenmiştir (Sevindik vd., 2018d; Selamoğlu vd., 2020).

Mantarlar besin değerleri bakımından oldukça zengin içeriklere sahiptir (Sevindik vd., 2016a). Bünyelerinde vitamin bakımından riboflavin, folat, tiamin, niasin ve patotenik asit içeriklerine rastlamaktadır. Ayrıca aktif bileşenler olarak polisakkaritler, diyet lifleri, oligosakkaritler, triterpenoidler, peptitler ve proteinler,

alkoller ve fenoller ve çinko, bakır, iyot, selenyum ve demir gibi mineral elementler bulunmaktadır (Pardeshi ve Pardeshi, 2009; Sevindik vd., 2016b). Mantarlar yetersiz beslenmelerde diyet ürünü olarak düşük maliyetli ve önemli bir protein kaynağıdır (Sevindik vd., 2020).

Besleyici özelliklerinden dolayı mantarların tüketimine bağlı olarak üretimi de giderek artmaktadır (Akgül vd., 2016; Sevindik, 2018a). 17. yüzyılda Fransa’da başlayan kültür mantarı üretimi günümüze kadar Avrupa, Amerika ve Uzak Doğu ülkelerinde bir endüstri dalı halini almıştır. Günümüzde 100’den fazla ülkede kültür mantarı yetiştiriciliği yapılmaktadır (Eren ve Pekşen 2014). Gelişmiş ülkelerde kişi başına yıllık mantar tüketimi 2.5 kg civarındadır. Mantarlar, düşük yağ oranına sahip, protein, karbonhidrat ve diyet lifleri açısından oldukça zengindir (Kalac 2013; Feeney vd., 2014; Akgül vd., 2017). Yenilen mantarlarda proteinin %70 gibi büyük bir oranı insan vücudu açısından oldukça kolay sindirilmektedir. Farklı mantar türlerinin proteinleri besleyici özellikler açısından kas proteinlerine eşit değerdedir. Ayrıca hayvansal proteinlerde bulunan bazı temel aminoasitleri içermektedir ve bu özellikleri nedeniyle vejetaryenler için oldukça popüler ve yararlı diyet ürünleridir (Lotfy vd., 2015; Ak vd., 2016; Sevindik, 2018b). Mantarlar kalsiyum, selenyum, demir, magnezyum, fosfor, potasyum, çinko, bakır ve manganez gibi mineralleri içermektedirler. Ayrıca riboflavin (B2), niasin (B3) ve pantotenik asit (B5), B12 vitamini, D vitamini ve konjuge linoleik asit kaynağıdır (Mithril vd., 2013; Feeney vd., 2014).

Zehirli mantarlar ise tüketildiklerinde sağlık açısından birçok sorun oluşturabilen mantarlardır (Sevindik, 2020a). Yenmeyen mantarlar ise zehirli ve besleyici özelliğe sahip olmayan, daha çok sert yapılarıyla ön plana çıkan mantarlardır. Ayrıca yenmeyen mantarlar tıbbi özellikleriyle dikkat çekerler (Sevindik vd., 2017a).

Eski tarihlerden beri dünyanın farklı bölgelerinde ve özellikle uzak doğu ülkelerinde mantarların tamamlayıcı tıpta kullanımı yaygındır (Sevindik, 2020b). Yapılan birçok araştırma mantarların tıbbi özelliğe sahip birçok bileşiği bünyesinde barındırdığını göstermiştir (Sevindik, 2021a). Yapılan birçok araştırma mantarların antitümör, antioksidan, antimikrobiyal, antiproliferatif, antikanser, DNA koruyucu, pıhtılaşma önleyici, antianjiyojenik, antienflamatuvar, immünomodülatör, antihipertansif, anti-gut ve hipoglisemik gibi aktivitelere sahip olduğu bildirilmiştir (Cheung vd., 2003; Yoon vd., 2003; Song vd., 2004; Han vd., 2006; Jeong vd., 2008; Zhang vd., 2009; Jedinak vd., 2011; Kang vd., 2011; Ren vd., 2012; Ma vd., 2013; Bal vd., 2019; Sevindik, 2019; Eraslan vd., 2021; Sevindik, 2021b). Mantarların önemli biyolojik aktivitelere sahip olması onları son yıllarda önemli doğal materyaller haline getirmiştir (Sevindik vd., 2017b). Bu çalışmamızda yenen, yenmeyen ve zehirli mantarları bünyesinde barındıran *Agaricus* cinsine ait türlerin biyolojik aktiviteleri değerlendirilmiştir.

***Agaricus* spp.**

Agaricus L. cinsi dünya genelinde yaklaşık 200-250 türü bünyesinde barındıran bir Agaricomycetes cinsidir. Cins Antarktika hariç dünyanın tüm bölgelerinde ve çeşitli iklimlerinde yayılış gösteren kozmopolit bir cinstir. *Agaricus* türleri saprotroftir. Yenen, yenmeyen ve zehirli türleri bünyesinde barındırır (Zhao vd., 2011). Daha önce yapılan çalışmalarda *Agaricus* türlerinin gallik asit, kafeik asit, p-hidroksibenzoik asit, p-kumarik asit, ferulik asit, klorojenik asit, sirینگik asit, trans-sinamik asit, protokateşuik asit gibi fenolik bileşikleri bünyelerinde barındırdıkları bildirilmiştir (Gąsecka vd., 2018). Ayrıca *Agaricus* cinsine ait farklı türlerin birçok biyolojik aktiviteye sahip olduğu bulunmuştur (Tablo 1).

Tablo 1. Bazı Agaricus türleri üzerine yapılan biyolojik aktivite çalışmaları

Agaricus türleri	Aktiviteler	Kaynaklar
<i>A. arvensis</i>	Antioksidan ve Enzimatik aktiviteler	Barros vd., 2007; Barros vd., 2008; Munkhgerell vd., 2013; Hassan vd., 2015; Dogan vd., 2018
<i>A. bisporus</i>	Antiaromataz, Antidiyabetik, Antihiperglisemik, Antimikrobiyal, Antioksidan, Antiproliferatif, Antitümör, Antiviral, Enzimatik, İmmünomodülatör, Mitojenik aktiviteler	Paranjpe vd., 1979; Wong ve Preece, 1985; Baars vd., 1994; Calonje vd., 1997; Jolivet vd., 1998; Benoit vd., 2000; Pardo vd., 2002; Fu vd., 2002; Gopalakrishnan vd., 2003; Bernaş vd., 2006; Chen vd., 2006; Dubost vd., 2007; Alvarez-Parrilla vd., 2007; Wang vd., 2007; Elmastas vd., 2007; Kim vd., 2008; ; Barros vd., 2008; Sommer vd., 2009; Jagadish vd., 2009; Abah ve Abah, 2010; Akyuz et., 2010; Dama vd., 2010; Narasimha vd., 2011; Jahangir vd., 2011; Palacios vd., 2011; Kozarski vd., 2011; Surekha vd., 2011; He et., 2012; Vamanu, 2012; Suganya ve Suriyavathana, 2012; Dhamodharan ve Mirunalini, 2012; Boda vd., 2012; Tian vd., 2012; Ji vd., 2012; Guo vd., 2012; Liu vd., 2013; Babu ve Rao, 2013; Narasimha vd., 2013; Khan vd., 2014; Weiqin vd., 2014; Zhang vd., 2014; Taoying vd., 2014; Sharma vd., 2015; Hassan vd., 2015; Ashok vd., 2015; Jaworska vd., 2015; Tajalli vd., 2015; Rezaeian vd., 2015; Špoljarić vd., 2015; Alispahić vd., 2015; Ghahremani ve Dashti, 2015; Jurak vd., 2015; Muszyńska vd., 2015; Muna vd., 2015; Liu vd., 2015; Bubueanu vd., 2015; Mircea vd., 2015; Szabó vd., 2016; Gautam vd., 2016; Soltanian vd., 2016; Kumar vd., 2016; Zhou vd., 2016; Risan vd., 2017; Gençcelep ve Zorba, 2017; Kimatu vd., 2017; Vos vd., 2017; Yıldız vd., 2017; Waithaka vd., 2017; Singh ve Dutta, 2017; Xiang vd., 2017; Eskandari-Nojedehe vd., 2018; Soković vd., 2018; Pipriya vd., 2018; Kertesz ve Thai, 2018; Vairamuthu vd., 2018; Balakrishnan vd., 2018; Elsharawy, 2018; Golak-Siwulska vd., 2018; Hussein vd., 2018; Sevindik vd., 2018e; Zhang vd., 2019; Patinho vd., 2019; Pewlong vd., 2019; Bose vd., 2019; Gürgen vd., 2019

<i>A. bitorquis</i>	Antihipoksi ve Antioksidan aktiviteler	Jiao vd., 2019; Kuang vd., 2020
<i>A. blazei</i>	Analjezik, Antibiyofilm, Antiklastojenik, Antidepresan, Antidiyabetik, Antienflamatuvar, Antimikrobiyal, Antioksidan, Kemopreventif, Sitotoksik, Enzimatik, İmmünomodülatör, Leishmanicidal aktiviteler	Ahn vd., 2004; Oliveira vd., 2007; Matuo vd., 2007; Tsai vd., 2007; Ribeiro-Santos vd., 2008; Kozarski vd., 2009; Valadares vd., 2011; da Silva ve Jorge, 2011; Lin vd., 2012; Guo vd., 2012; Biedron vd., 2012; Gan vd., 2013; Gonzaga vd., 2013; Carneiro vd., 2013; Soković vd., 2014; de Jesus Pereira vd., 2015; Berven vd., 2015; Val vd., 2015; Hassan vd., 2015; Fanhani vd., 2016; Shimizu vd., 2016; Hetland vd., 2016; Jiang vd., 2018; Tontowiputro vd., 2018; Wei vd., 2020; Soares vd., 2020
<i>A. brasiliensis</i>	Antiherpetik, Antioksidan, İmmünomodülatör, Antimikrobiyal aktiviteler	Liu vd., 2008; Martins vd., 2008; Kozarski vd., 2011; Mourão vd., 2011; de Sousa Cardozo vd., 2014
<i>A. campestris</i>	Antidiyabetik, Antimikrobiyal, Antioksidan, Sitotoksik, Enzimatik aktiviteler	Gray ve Flatt, 1998; Bubueanu vd., 2015; Hassan vd., 2015; Yilmaz vd., 2016; Kosanić vd., 2017; Özcan vd., 2019
<i>A. devoniensis</i>	Antimikrobiyal ve Antioksidan aktiviteler	Rezaeian vd., 2015; Soltanian vd., 2016;
<i>A. gennadii</i>	Antimikrobiyal ve Antioksidan aktiviteler	Rezaeian vd., 2015; Soltanian vd., 2016;
<i>A. heterocystis</i>	Antibakteriyel ve Antioksidan aktiviteler	Jagadish vd., 2011; Manimozhi ve Kaviyarasan, 2013;
<i>A. pilatianus</i>	Enzimatik aktivite	Hassan vd., 2015
<i>A. romagnesii</i>	Antioksidan aktivite	Barros vd., 2008
<i>A. sylvaticus</i>	Antioksidan aktivite	Percário vd., 2009; Munkhgerel vd., 2013
<i>A. silvicola</i>	Antioksidan aktivite	Barros vd., 2008
<i>A. subrufescens</i>	Antioksidan aktivite	Wang ve Xu, 2014
<i>A. sylvaticus</i>	Antioksidan aktivite	Orsine vd., 2014
<i>A. xanthodermus</i>	Antimikrobiyal ve Antioksidan aktiviteler	Özaltun ve Sevindik, 2020

Agaricus türleri üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde Tablo 1’de görüldüğü gibi farklı birçok araştırmacı tarafından antioksidan, enzimatik, antiaromataz, antidiyabetik, antihiperglisemik, antimikrobiyal, antiproliferatif, antitümör, antiviral, immünomodülatör, mitojenik, antihipoksi, analjezik, antibiyofilm, antiklastojenik, antidepresan, antienflamatuar, kemopreventif, sitotoksik, leishmanicidal ve antiherpetik aktivitelere sahip oldukları bildirilmiştir. Bu kapsamda *Agaricus* türlerinin besleyici özelliklerinin yanı sıra önemli biyolojik aktivitelere sahip oldukları görülmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Mantarlar alemi içerisinde önemli cinslerden biri olan *Agaricus* cinsi yenen, zehirli ve yenmeyen türleri bünyelerinde barındırır. Yenen türleri dünyanın farklı kültürlerinde düşük kalorili diyetlerin değişmez parçalarıdır. Besleyici olmalarının yanı sıra *Agaricus* türleri tıbbi özellikleriyle de dikkat çeker. Yaptığımız bu çalışmada farklı araştırmacılar tarafından *Agaricus* türlerinin biyolojik aktiviteleri vurgulanmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda farklı *Agaricus* türlerinin önemli aktivitelere sahip oldukları belirlenmiştir. Son yıllarda sentetik ilaçların olası yan etkileri ve yetersiz etkilerinden dolayı insanlar doğal ürünlere yönelmektedir. Çalışmamızda biyolojik aktiviteleri vurgulanan *Agaricus* türlerinin bu kapsamda doğal ürün olarak kullanılabilmesi düşünülmektedir. Ayrıca farmakolojik araştırmalarda doğal kaynak olabileceği düşünülmektedir. Bunun yanı sıra bünyesinde zehirli mantarları da barındıran *Agaricus* cinsinin doğal alanlarından toplanarak tüketilmesinde oldukça dikkatli olunmalıdır. Bilinçsiz ve bilgisiz bir şekilde tüketiminin oluşturacağı sağlık sorunlarına karşı uzman kişiler tarafından toplanarak tüketilmesi önerilmektedir.

Kaynakça

- Abah, S.E., Abah, G. (2010). Antimicrobial and antioxidant potentials of *Agaricus bisporus*. *Advances in Biological Research*, 4(5), 277-282.
- Ahn, W.S., Kim, D.J., Chae, G.T., Lee, J.M., Bae, S.M., Sin, J.I., Kim, Y.W., Namkoong, S.E., Lee, I.P. (2004). Natural killer cell activity and quality of life were improved by consumption of a mushroom extract, *Agaricus blazei* Murill Kyowa, in gynecological cancer patients undergoing chemotherapy. *International Journal of Gynecologic Cancer*, 14(4), 589-594.
- Ak, E.E., Tüzel, Y., Eren, E., Atilla, F. (2016). Evaluation of Turkey mushroom export. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 4(3), 239-243.
- Akgül, H., Sevindik, M., Coban, C., Alli, H., Selamoglu, Z. (2017). New approaches in traditional and complementary alternative medicine practices: *Auricularia auricula* and *Trametes versicolor*. *J Tradit Med Clin Natur*, 6(239), 1-4.
- Akgül, H., Nur, A.D., Sevindik, M., Dogan, M. (2016). *Tricholoma terreum* ve *Coprinus micaceus*' un bazı biyolojik aktivitelerinin belirlenmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 17(2), 158-162.
- Akyuz, M., Onganer, A.N., Erecevit, P., Kirbag, S. (2010). Antimicrobial activity of some edible mushrooms in the eastern and southeast Anatolia region of Turkey. *Gazi University Journal of Science*, 23(2), 125-130.
- Alispahić, A., Šapčanin, A., Salihović, M., Ramić, E., Dedić, A., Pazalja, M. (2015). Phenolic content and antioxidant activity of mushroom extracts from Bosnian market. *Bulletin of the Chemists and Technologists of Bosnia and Herzegovina*, 44, 5-8.
- Alvarez-Parrilla, E., De la Rosa, L.A., Martínez, N.R., González, G.A. (2007). Total Phenols and Antioxidant Activity of

Commercial and Wild Mushrooms from Chihuahua, Mexico Fenoles Totalesy Capacidad Antioxidante De Hongos Comercialesy Silvestres De Chihuahua, México. *CYTA-Journal of Food*, 5(5), 329-334.

- Ashok, A., Shabudeen, P.S.S. (2015). Phytochemical qualitative analysis and immunomodulator activity of *Agaricus bisporous* ethanol extract by carbon clearance technique. *Biochem Pharmacol (Los Angel)*, 4(168), 2167-0501.
- Atila, F., Owaid, M.N., Shariati, M.A. (2017). The nutritional and medical benefits of *Agaricus bisporus*: a review. *The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 7(3), 281.
- Baars, J.J., den Camp, H.J.O., Hermans, J.M., Mikeš, V., Van der Drift, C., Van Griensven, L. J., Vogels, G.D. (1994). Nitrogen assimilating enzymes in the white button mushroom *Agaricus bisporus*. *Microbiology*, 140(5), 1161-1168.
- Babu, D.R., Rao, G.N. (2013). Antioxidant properties and electrochemical behavior of cultivated commercial Indian edible mushrooms. *Journal of food science and technology*, 50(2), 301-308.
- Bal, C., Akgul, H., Sevindik, M., Akata, I., Yumrutas, O. (2017). Determination of the anti-oxidative activities of six mushrooms. *Fresenius Envir Bull*, 26(10), 6246-6252.
- Bal, C., Sevindik, M., Akgul, H., Selamoglu, Z. (2019). Oxidative stress index and antioxidant capacity of *Lepista nuda* collected from Gaziantep/Turkey. *Sigma*, 37(1), 1-5.
- Balakrishnan, P., and Loganayagi, C.T. (2018). Antihyperglycemic activity of *Agaricus bisporus* mushroom extracts on Alloxan induced diabetic rats. *Int J Pharma Res Health Sci*, 6(2), 2475-79.
- Barros, L., Falcão, S., Baptista, P., Freire, C., Vilas-Boas, M., Ferreira, I. C. (2008). Antioxidant activity of *Agaricus* sp. mushrooms by chemical, biochemical and electrochemical assays. *Food chemistry*, 111(1), 61-66.

- Barros, L., Ferreira, M. J., Queiros, B., Ferreira, I. C., Baptista, P. (2007). Total phenols, ascorbic acid, β -carotene and lycopene in Portuguese wild edible mushrooms and their antioxidant activities. *Food chemistry*, 103(2), 413-419.
- Benoit, M.A., D'Aprano, G., Lacroix, M. (2000). Effect of γ -irradiation on phenylalanine ammonia-lyase activity, total phenolic content, and respiration of mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Journal of agricultural and food chemistry*, 48(12), 6312-6316.
- Bernaś, E., Jaworska, G., Lisiewska, Z. (2006). Edible mushrooms as a source of valuable nutritive constituents. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 5(1), 5-20.
- Berven, L., Karpainen, P., Hetland, G., Samuelsen, A.B.C. (2015). The polar high molecular weight fraction of the *Agaricus blazei* Murill extract, AndoSan™, reduces the activity of the tumor-associated protease, legumain, in RAW 264.7 cells. *Journal of medicinal food*, 18(4), 429-438.
- Biedron, R., Tangen, J.M., Maresz, K., Hetland, G. (2012). *Agaricus blazei* Murill-immunomodulatory properties and health benefits. *Functional Foods in Health and Disease*, 2(11), 428-447.
- Boda, R.H., Wani, A.H., Zargar, M.A., Ganie, B.A., Wani, B.A., Ganie, S.A. (2012). Nutritional values and antioxidant potential of some edible mushrooms of Kashmir valley. *Pak. J. Pharm. Sci*, 25(3), 623-627.
- Bose, S., Mandal, S.K., Hossain, P., Das, A., Das, P., Nandy, S., Giri, S.K., Chakraborti, C. K. (2019). Phytochemical and pharmacological potentials of *Agaricus bisporus*. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 12(8), 3811-3817.
- Bubueanu, C., Popa, G., Pirvu, L. (2015). Comparative analysis of polyphenolic profiles and antioxidant activity of *Agaricus bisporus* and *Agaricus campestris*. *Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies*, 19, 29-33.

- Calonje, M., Mendoza, C.G., Galan, B., Novaes-Ledieu, M. (1997). Enzymic activity of the mycoparasite *Verticillium fungicola* on *Agaricus bisporus* fruit body cell walls. *Microbiology*, 143(9), 2999-3006.
- Carneiro, A.A., Ferreira, I.C., Dueñas, M., Barros, L., Da Silva, R., Gomes, E., Santos-Buelga, C. (2013). Chemical composition and antioxidant activity of dried powder formulations of *Agaricus blazei* and *Lentinus edodes*. *Food Chemistry*, 138(4), 2168-2173.
- Chen, S., Oh, S.R., Phung, S., Hur, G., Ye, J.J., Kwok, S.L., Shrode G.E., Belury M., Adams L.S., Williams, D. (2006). Anti-aromatase activity of phytochemicals in white button mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Cancer research*, 66(24), 12026-12034.
- Cheung, L.M., Cheung, P.C., Ooi, V.E. (2003). Antioxidant activity and total phenolics of edible mushroom extracts. *Food chemistry*, 81(2), 249-255.
- Da Silva, A.C., Jorge, N. (2011). Antioxidant properties of *Lentinus edodes* and *Agaricus blazei* extracts. *Journal of food quality*, 34(6), 386-394.
- Dama, C.L., Kumar, S., Mishra, B.K., Shukla, K.B., Mathur, S., Doshi, A. (2010). Antioxidative enzymatic profile of mushrooms stored at low temperature. *Journal of food science and technology*, 47(6), 650-655.
- De Jesus Pereira, N.C., Régis, W.C.B., Costa, L.E., de Oliveira, J.S., da Silva, A.G., Martins, V.T., Duarte M.C., De Souza J.R.R., Lage, Ğ.S., Schneider, M.S., Melo, M. N., Soto, M., Soares, S.A., Tavares, C.A.P., Chavez-Fumagalli, M.A., Coelho, E.A.F. (2015). Evaluation of adjuvant activity of fractions derived from *Agaricus blazei*, when in association with the recombinant LiHyp1 protein, to protect against visceral leishmaniasis. *Experimental parasitology*, 153, 180-190.
- De Sousa Cardozo, F.T.G., Camelini, C.M., Leal, P.C., Kratz, J.M., Nunes, R. J., De Mendonça, M.M., Simões, C.M.O. (2014). Antiherpetic mechanism of a sulfated

- derivative of *Agaricus brasiliensis* fruiting bodies polysaccharide. *Intervirology*, 57(6), 375-383.
- Dhamodharan, G., Mirunalini, S. (2010). A novel medicinal characterization of *Agaricus bisporus* (white button mushroom). *Pharmacol Online*, 2, 456-463.
- Dogan, A., Dalar, A., Sadullahoglu, C., Battal, A., Uzun, Y., Celik, I., Demirel, K. (2018). Investigation of the protective effects of horse mushroom (*Agaricus arvensis* Schaeff.) against carbon tetrachloride-induced oxidative stress in rats. *Molecular biology reports*, 45(5), 787-797.
- Dubost, N.J., Ou, B., Beelman, R.B. (2007). Quantification of polyphenols and ergothioneine in cultivated mushrooms and correlation to total antioxidant capacity. *Food Chemistry*, 105(2), 727-735.
- Elmastas, M., Isildak, O., Turkecul, I., Temur, N. (2007). Determination of antioxidant activity and antioxidant compounds in wild edible mushrooms. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(3-4), 337-345.
- Elsharawy, N.T. (2018). Protein Content and Antibacterial effect of *Agaricus bisporus* additive on chicken minced meat. *Merit Research Journal of Microbiology and Biological Sciences*, 6(7), 94-102.
- Eraslan, E.C., Altuntas, D., Baba, H., Bal, C., Akgul, H., Akata, I., Sevindik, M. (2021). Some biological activities and element contents of ethanol extract of wild edible mushroom *Morchella esculenta*. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 39(1), 24-28.
- Eren, E., ve Peksen, A. (2016). Türkiye’de kültür mantarı sektörünün durumu ve geleceğine bakış. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(3), 189-196.
- Eskandari-Nojedehe, M., Jafarizadeh-Malmiri, H., Rahbar-Shahrrouzi, J. (2018). Hydrothermal green synthesis of gold nanoparticles using mushroom (*Agaricus bisporus*) extract: physico-chemical characteristics and antifungal activity studies. *Green Processing and Synthesis*, 7(1), 38-47.

- Fanhani, J.C., Murakami, A.E., Guerra, A.F.Q.G., do Nascimento, G.R., Pedroso, R.B., Alves, M.C.F. (2016). Effect of *Agaricus blazei* in the diet of broiler chickens on immunity, serum parameters and antioxidant activity. *Semina: Ciências Agrárias*, 37(4), 2235-2246.
- Feeney, M.J., Miller, A.M., Roupas, P. (2014). Mushrooms—biologically distinct and nutritionally unique: exploring a “third food kingdom”. *Nutrition today*, 49(6), 301.
- Fu, H.Y., Shieh, D.E., Ho, C.T. (2002). Antioxidant and free radical scavenging activities of edible mushrooms. *Journal of food lipids*, 9(1), 35-43.
- Gan, C.H., Amira, N.B., Asmah, R. (2013). Antioxidant analysis of different types of edible mushrooms (*Agaricus bisporus* and *Agaricus brasiliensis*). *International Food Research Journal*, 20(3), 1095.
- Gąsecka, M., Magdziak, Z., Siwulski, M., Mleczek, M. (2018). Profile of phenolic and organic acids, antioxidant properties and ergosterol content in cultivated and wild growing species of *Agaricus*. *European Food Research and Technology*, 244(2), 259-268.
- Gautam, C.K., Madhav, M., Sinha, A., Osborne, W.J. (2016). VIT-CMJ2: endophyte of *Agaricus bisporus* in production of bioactive compounds. *Iranian journal of biotechnology*, 14(2), 19.
- Gençcelep, H., and Zorba, Ö. (2017). The effect of dried mushroom (*Agaricus bisporus*) addition on microbiological quality and biogenic amine contents in Sucuk production. *GIDA/The Journal of Food*, 42(6).
- Ghahremani-Majd, H., and Dashti, F. (2015). Chemical composition and antioxidant properties of cultivated button mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 56(3), 376-382.
- Golak-Siwulska, I., Kałużewicz, A., Wdowienko, S., Dawidowicz, L., Sobieralski, K. (2018). Nutritional value and health-promoting properties of *Agaricus*

bisporus (Lange) Imbach. *Herba Polonica*, 64(4), 71-81.

- Gonzaga, M.L.C., Menezes, T.M., de Souza, J.R., Ricardo, N.M., Freitas, A.L., Soares, S.D.A. (2013). Analgesic Activity of a glucan polysaccharide isolated from *Agaricus blazei* Murill. *International Journal of Carbohydrate Chemistry*, 2013.
- Gopalakrishnan, C., Pawar, R.S., Bhutani, K.K. (2003, February). Development of *Agaricus bisporus* as a nutraceutical of tomorrow. In *III WOCMAP Congress on Medicinal and Aromatic Plants-Volume 6: Traditional Medicine and Nutraceuticals* 680 (pp. 45-47).
- Gray, A.M., Flatt, P.R. (1998). Insulin-releasing and insulin-like activity of *Agaricus campestris* (mushroom). *Journal of Endocrinology*, 157(2), 259-266.
- Guo, Y.J., Deng, G.F., Xu, X.R., Wu, S., Li, S., Xia, E. Q., Li, F., Chen, F., Ling, W.H., Li, H. B. (2012). Antioxidant capacities, phenolic compounds and polysaccharide contents of 49 edible macro-fungi. *Food & function*, 3(11), 1195-1205.
- Gürgen, A., Yıldız, S., Çevik, U., Çelik, A. (2019). Radionuclide activity concentrations of *Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus* mushrooms cultivated in different commercial companies. *Journal of International Environmental Application and Science*, 14(1), 13-20.
- Han, C., Yuan, J., Wang, Y., Li, L. (2006). Hypoglycemic activity of fermented mushroom of *Coprinus comatus* rich in vanadium. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 20(3), 191-196.
- Hassan, M., Rouf, R., Tiralongo, E., May, T., Tiralongo, J. (2015). Mushroom lectins: specificity, structure and bioactivity relevant to human disease. *International journal of molecular sciences*, 16(4), 7802-7838.
- He, J.Z., Ru, Q.M., Dong, D.D., Sun, P.L. (2012). Chemical characteristics and antioxidant properties of crude water

soluble polysaccharides from four common edible mushrooms. *Molecules*, 17(4), 4373-4387.

Hetland, G., Eide, D.M., Tangen, J.M., Haugen, M.H., Mirlashari, M.R., Paulsen, J.E. (2016). The *Agaricus blazei*-based mushroom extract, Andosan™, protects against intestinal tumorigenesis in the A/J Min/+ Mouse. *PloS one*, 11(12), e0167754

Hussein, A.R., Ali, E.M., Hamid, E. (2018). Antibacterial activity of alcoholic and aqueous extracts of *Agaricus bisporus* against food borne bacterial pathogens. *Al-Nahrain Journal of Science*, 21(1), 111-114.

Jagadish, L.K., Hemalatha, M., Gunasundari, D., Shenbhagaraman, R., Kaviyarasan, V. (2011). Antioxidant activity of hot water soluble fraction from *Agaricus heterocystis* and its effect on apple browning. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 23(4), 381.

Jagadish, L.K., Krishnan, V.V., Shenbhagaraman, R., Kaviyarasan, V. (2009). Comparative study on the antioxidant, anticancer and antimicrobial property of *Agaricus bisporus* (JE Lange) Imbach before and after boiling. *African Journal of Biotechnology*, 8(4).

Jahangir, M.M., Jiang, T., Jiang, Z., Amjad, M., Ying, T. (2011). Effect of spermine on bioactive components and antioxidant properties of sliced button mushroom (*Agaricus bisporus*) during Storage. *International Journal of Agriculture & Biology*, 13(5).

Jaworska, G., Pogoń, K., Bernaś, E., Duda-Chodak, A. (2015). Nutraceuticals and antioxidant activity of prepared for consumption commercial mushrooms *Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus*. *Journal of Food Quality*, 38(2), 111-122.

Jedinak, A., Dudhgaonkar, S., Wu, Q. L., Simon, J., Sliva, D. (2011). Anti-inflammatory activity of edible oyster mushroom is mediated through the inhibition of NF-κB and AP-1 signaling. *Nutrition Journal*, 10(1), 1-10.

- Jeong, Y.T., Yang, B.K., Jeong, S.C., Kim, S.M., Song, C.H. (2008). *Ganoderma applanatum*: a promising mushroom for antitumor and immunomodulating activity. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 22(5), 614-619.
- Ji, H., Du, A., Zhang, L., Li, S., Yang, M., Li, B. (2012). Effects of drying methods on antioxidant properties and phenolic content in white button mushroom. *International Journal of Food Engineering*, 8(3).
- Jiang, L., Yu, Z., Lin, Y., Cui, L., Yao, S., Lv, L., Liu, J. (2018). Low-molecular-weight polysaccharides from *Agaricus blazei* Murrill modulate the Th1 response in cancer immunity. *Oncology letters*, 15(3), 3429-3436.
- Jiao, Y., Kuang, H., Wu, J., Chen, Q. (2019). Polysaccharides from the edible mushroom *Agaricus bitorquis* (Quel.) Sacc. Chaidam show anti-hypoxia activities in pulmonary artery smooth muscle cells. *International journal of molecular sciences*, 20(3), 637.
- Jolivet, S., Mooibroek, H., Wichers, H.J. (1998). Space-time distribution of γ -glutamyl transferase activity in *Agaricus bisporus*. *FEMS microbiology letters*, 163(2), 263-267.
- Jurak, E., Patyshakuliyeva, A., De Vries, R.P., Gruppen, H., Kabel, M.A. (2015). Compost grown *Agaricus bisporus* lacks the ability to degrade and consume highly substituted xylan fragments. *PloS one*, 10(8), e0134169.
- Kalač, P. (2013). A review of chemical composition and nutritional value of wild-growing and cultivated mushrooms. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(2), 209-218.
- Kang, M.G., Bolormaa, Z., Lee, J.S., Seo, G.S., Lee, J.S. (2011). Antihypertensive activity and anti-gout activity of mushroom *Sarcodon aspratus*. *The Korean Journal of Mycology*, 39(1), 53-56.

- Kertesz, M.A., and Thai, M. (2018). Compost bacteria and fungi that influence growth and development of *Agaricus bisporus* and other commercial mushrooms. *Applied microbiology and biotechnology*, 102(4), 1639-1650.
- Khan, A.A., Adil, G., Masoodi, F.A., Shaheen, K., Mudasir, A. (2014). Antioxidant and functional properties of β -glucan extracted from edible mushrooms *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus* and *Coprinus atramentarius*. In *Proceedings of 8th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products (ICMBMP8), New Delhi, India, 19-22 November 2014. Volume I & II* (pp. 210-214). ICAR-Directorate of Mushroom Research.
- Kim, M.Y., Seguin, P., Ahn, J.K., Kim, J.J., Chun, S.C., Kim, E.H., Seo, S.H., Kang, E.Y., Kim, S.L., Park, Y.J., Ro, H.M., Chung, I.M. (2008). Phenolic compound concentration and antioxidant activities of edible and medicinal mushrooms from Korea. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(16), 7265-7270.
- Kimatu, B.M., Zhao, L., Biao, Y., Ma, G., Yang, W., Pei, F., Hu, Q. (2017). Antioxidant potential of edible mushroom (*Agaricus bisporus*) protein hydrolysates and their ultrafiltration fractions. *Food Chemistry*, 230, 58-67.
- Kosanić, M., Ranković, B., Rančić, A., Stanojković, T. (2017). Evaluation of metal contents and bioactivity of two edible mushrooms *Agaricus campestris* and *Boletus edulis*. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 98-103.
- Kozarski, M.S., Klaus, A.S., Nikšić, M.P. (2009). Influence of structural features on immunostimulating activity of glucans extracted from *Agaricus blazei* mushroom. *Matica Srpska Proceedings for Natural Sciences*, (116), 225-233.
- Kozarski, M., Klaus, A., Niksic, M., Jakovljevic, D., Helsper, J.P., Van Griensven, L.J. (2011). Antioxidative and immunomodulating activities of polysaccharide extracts of the medicinal mushrooms *Agaricus bisporus*,

Agaricus brasiliensis, *Ganoderma lucidum* and *Phellinus linteus*. *Food Chemistry*, 129(4), 1667-1675.

- Krupodorova, T., and Sevindik, M. (2020). Antioxidant potential and some mineral contents of wild edible mushroom *Ramaria stricta*. *AgroLife Sci. J*, 9, 186-191.
- Kuang, H., Jiao, Y., Wang, W., Wang, F., Chen, Q. (2020). Characterization and antioxidant activities of intracellular polysaccharides from *Agaricus bitorquis* (QuéL.) Sacc. Chaidam ZJU-CDMA-12. *International journal of biological macromolecules*, 156, 1112-1125.
- Kumar, V.S., Sathishkumar, G., Sivaramakrishnan, S., Sujatha, K., Razia, M. (2016). Evaluation of phytoconstituents, in vitro antioxidant and antimicrobial activities of edible white button mushroom *Agaricus bisporus*. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 8, 67-71.
- Lin, J.G., Fan, M.J., Tang, N.Y., Yang, J.S., Hsia, T.C., Lin, J.J., Lai, K.C., Wu, R.S.C., Ma, C.Y., Wood, W.G., Chung, J. G. (2012). An extract of *Agaricus blazei* Murill administered orally promotes immune responses in murine leukemia BALB/c mice in vivo. *Integrative cancer therapies*, 11(1), 29-36.
- Liu, C., Sheng, J., Chen, L., Zheng, Y., Lee, D.Y.W., Yang, Y., Xu, M., Shen, L. (2015). Biocontrol activity of *Bacillus subtilis* isolated from *Agaricus bisporus* mushroom compost against pathogenic fungi. *Journal of agricultural and food chemistry*, 63(26), 6009-6018.
- Liu, J., Jia, L., Kan, J., Jin, C.H. (2013). In vitro and in vivo antioxidant activity of ethanolic extract of white button mushroom (*Agaricus bisporus*). *Food and chemical toxicology*, 51, 310-316.
- Liu, Y., Fukuwatari, Y., Okumura, K., Takeda, K., Ishibashi, K.I., Furukawa, M., Ohno, N., Mori, K., Gao, M., Motoi, M. (2008). Immunomodulating activity of *Agaricus brasiliensis* KA21 in mice and in human volunteers. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 5(2), 205-219.

- Lotfy, S.N., Fadel, H.H., El-Ghorab, A.H., Shaheen, M.S. (2015). Stability of encapsulated beef-like flavourings prepared from enzymatically hydrolysed mushroom proteins with other precursors under conventional and microwave heating. *Food chemistry*, 187, 7-13.
- Ma, L., Chen, H., Dong, P., Lu, X. (2013). Anti-inflammatory and anticancer activities of extracts and compounds from the mushroom *Inonotus obliquus*. *Food Chemistry*, 139(1-4), 503-508.
- Manimozhi, M., and Kaviyarasan, V. (2013). Nutritional composition and antibacterial activity of indigenous edible mushroom *Agaricus heterocystis*. *Int. J. Adv. Biotechnol. Res*, 4(1), 78-84.
- Martins, P.R., Gameiro, M.C., Castoldi, L., Romagnoli, G.G., Lopes, F.C., Pinto, A.V.F.D.S., Loyola, W., Kaneno, R. (2008). Polysaccharide-rich fraction of *Agaricus brasiliensis* enhances the candidacidal activity of murine macrophages. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 103(3), 244-250
- Matuo, R., Oliveira, R.J., Silva, A.F., Mantovani, M.S., Ribeiro, L.R. (2007). Anticlastogenic activity of aqueous extract of *Agaricus blazei* in drug-metabolizing cells (HTCs) during cell cycle. *Toxicology mechanisms and methods*, 17(3), 147-152.
- Mircea, C., Cioanca, O., Iancu, C., Tataringa, G., Hancianu, M. (2015). In vitro antioxidant activity of some extracts obtained from *Agaricus bisporus* brown, *Pleurotus ostreatus* and *Fomes fomentarius*. *Farmacia*, 63(6), 927-933.
- Mithril, C., Dragsted, L.O., Meyer, C., Tetens, I., Biloft-Jensen, A., Astrup, A. (2013). Dietary composition and nutrient content of the New Nordic Diet. *Public health nutrition*, 16(5), 777-785.
- Mourão, F., Umeo, S.H., Takemura, O.S., Linde, G.A., Colauto, N.B. (2011). Antioxidant activity of *Agaricus brasiliensis* basidiocarps on different maturation phases. *Brazilian Journal of Microbiology*, 42(1), 197-202.

- Muna, G.A., John, M., Benson, M., Ogoyi, D. (2015). Antioxidant properties of cultivated edible mushroom (*Agaricus bisporus*) in Kenya. *African Journal of Biotechnology*, 14(16), 1401-1408.
- Munkhgerel, L., Erdenechimeg, N., Tselmuungarav, B., Amartuvshin, B., Bolor, T., Regdel, D., Odonmajig, P. (2013). Chemical composition and biological activities of the *Agaricus* mushrooms. *Mongolian Journal of Chemistry*, 14, 41-45.
- Mushtaq, W., Baba, H., Akata, I., Sevindik, M. (2020). Antioxidant potential and element contents of wild edible mushroom *Suillus granulatus*. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(3), 592-595.
- Muszyńska, B., Kała, K., Sułkowska-Ziaja, K., Szewczyk, A., Łojewski, M., Rojowski, J. (2015). Analysis of the content of phenolic compounds in in vitro culture of some edible mushrooms (Basidiomycota). *Medicina Internacia Revuo-International Medicine Review*, (104), 146-152.
- Narasimha, G., Papaiah, S., Praveen, B., Sridevi, A., Mallikarjuna, K., Raju, B.D.P. (2013). Fungicidal activity of silver nanoparticles synthesized by *Agaricus bisporus* (White Button Mushrooms). *Nano Science and Nano Technology*, 7(3), 114-115.
- Narasimha, G., Praveen, B., Mallikarjuna, K., Deva, P.R.B. (2011). Mushrooms (*Agaricus bisporus*) mediated biosynthesis of silver nanoparticles, characterization and their antimicrobial activity. *International Journal for Nano Dimension (IJND)*, 2(5), 29-36.
- Oliveira, O.M.M.D.F., Velloso, J.C.R., Fernandes, A.S., Buffa-Filho, W., Hakime-Silva, R.A., Furlan, M., Brunetti, I.L. (2007). Antioxidant activity of *Agaricus blazei*. *Fitoterapia*, 78(3), 263-264.
- Orsine, J.C., Novaes, M.R.C.G., Asquiere, E.R., Cañete, R. (2014). Determination of chemical antioxidants and

- phenolic compounds in the Brazilian mushroom *Agaricus sylvaticus*. *The West Indian medical journal*, 63(2), 142.
- Özaltun, B., and Sevindik, M. (2020). Evaluation of the effects on atherosclerosis and antioxidant and antimicrobial activities of *Agaricus xanthodermus* poisonous mushroom. *The European Research Journal*. 6(6), 539-544.
- Özcan, Ö., Ertan, F., Tunçakın, B. (2019). *Agaricus campestris*, *Pleurotus Eryngii* ve *Lactarius deliciosus* Mantarlarının antioksidan özelliklerinin belirlenmesi. *Kırklareli Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 5(1), 58-67.
- Palacios, I., Lozano, M., Moro, C., D'arrigo, M., Rostagno, M.A., Martínez, J.A., Lafuente, A.G., Guillamon E., Villares, A. (2011). Antioxidant properties of phenolic compounds occurring in edible mushrooms. *Food Chemistry*, 128(3), 674-678.
- Paranjpe, M.S., Chen, P.K., Jong, S.C. (1979). Morphogenesis of *Agaricus bisporus*: changes in proteins and enzyme activity. *Mycologia*, 71(3), 469-478
- Pardeshi, B.M., and Pardeshi, P.M. (2009). The edible medicinal mushrooms as supportive natural nutrients: Study of nonvolatile mineral contents of some edible medicinal mushrooms from India; eastern remedies for modern western maladies. Proc. 5th Int. Medicinal Mushroom Conference, Mycological Society of China, Nantong, China. pp. 514-18.
- Pardo, A., De Juan, J.A., Pardo, J.E. (2002). Bacterial activity in different types of casing during mushroom cultivation (*Agaricus bisporus* (Lange) Imbach). *Acta Alimentaria*, 31(4), 327-342.
- Patinho, I., Saldaña, E., Selani, M.M., de Camargo, A.C., Merlo, T.C., Menegali, B.S., de Souza Silva, A.P., Contreras-Castillo, C.J. (2019). Use of *Agaricus bisporus* mushroom in beef burgers: antioxidant, flavor enhancer and fat replacing potential. *Food Production, Processing and Nutrition*, 1(1), 7.

- Percário, S., Naufal, A.S., Gennari, M.S., Gennari, J.L. (2009). Antioxidant activity of edible blushing wood mushroom, *Agaricus sylvaticus* Schaeff.(Agaricomycetideae) in vitro. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 11(2), 133-139.
- Pewlong, W., Sajjabut, S., Eamsiri, J., Chookaew, S., Kemthong, K. (2019, August). Effects of gamma irradiation on antioxidant activities and chemical properties in *Agaricus bisporus* mushrooms. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1285, No. 1, p. 012005). IOP Publishing.
- Pipriya, S., Kundu, N., Tiwari, U. (2018). Green Synthesis, Characterization and antioxidant activity of silver nanoparticles in extracts of *Acorus calamus* and *Agaricus bisporus*. *International Journal of Biochemistry Research & Review*, 1-15.
- Ren, L., Perera, C., Hemar, Y. (2012). Antitumor activity of mushroom polysaccharides: a review. *Food & function*, 3(11), 1118-1130.
- Rezaeian, S., Saadatmand, S., Sattari, T.N., Mirshamsi, A. (2015). Antioxidant potency of Iranian newly cultivated wild mushrooms of *Agaricus* and *Pleurotus* species. *Biomedical Research*. 27(1), 240-247.
- Ribeiro-Santos, G., Barbisan, L.F., Lopes, F.C., Spinardi-Barbisan, A.L.T., da Eira, A.F., Kaneno, R. (2008). Lack of chemopreventive activity of *Agaricus blazei* mushroom on the development of 1, 2-dimethylhydrazine-induced colonic aberrant crypt foci in rats. *Nutrition and cancer*, 60(6), 768-775.
- Risan, M.H., Taemor, S.H., Muhsin, A.H., Hussan, S. (2017). Antibacterial activity of *Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus* extracts against some gram negative and positive bacteria. *European Journal of Biomedical*, 4(12), 09-15.

- Selamoglu, Z., Sevindik, M., Bal, C., Ozaltun, B., Sen, İ., Pasdaran, A. (2020). Antioxidant, antimicrobial and DNA protection activities of phenolic content of *Tricholoma virgatum* (Fr.) P. Kumm. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 10(3), 5500-5506.
- Sevindik, M. (2018a). Investigation of antioxidant/oxidant status and antimicrobial activities of *Lentinus tigrinus*. *Advances in pharmacological sciences*, <https://doi.org/10.1155/2018/1718025>.
- Sevindik, M. (2018b). Investigation of oxidant and antioxidant status of edible mushroom *Clavariadelphus truncatus*. *Mantar Dergisi*, 9(2), 165-168.
- Sevindik, M. (2019). The novel biological tests on various extracts of *Cerioporus varius*. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(5), 3713-3717.
- Sevindik, M. (2020a). Poisonous Mushroom (Nonedible) as an Antioxidant Source. *Plant Antioxidants and Health*, 1-25. https://doi.org/10.1007/978-3-030-45299-5_8-2.
- Sevindik, M. (2020b). Antioxidant and antimicrobial capacity of *Lactifluus rugatus* and its antiproliferative activity on A549 cells. *Indian Journal of Traditional Knowledge (IJTK)*, 19(2), 423-427.
- Sevindik, M. (2021a). Phenolic content, antioxidant and antimicrobial Potential of *Melanoleuca melaleuca* Edible Mushroom. *JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences*, 31(3), 824-830.
- Sevindik, M. (2021b). Antioxidant and oxidant potentials and element contents of *Chroogomphus rutilus* (Agaricomycetes). *Mantar Dergisi*, 12(1), 29-32.
- Sevindik, M., Ozdemir, B., Bal, C., Selamoglu, Z. (2021). Bioactivity of EtOH and MeOH Extracts of Basidiomycetes Mushroom (*Stereum hirsutum*) on Atherosclerosis. *Archives of Razi Institute*, 76(1), 87-94.
- Sevindik, M., Akgul, H., Akata, I., Alli, H., Selamoglu, Z. (2017a). *Fomitopsis pinicola* in healthful dietary

- approach and their therapeutic potentials. *Acta alimentaria*, 46(4), 464-469.
- Sevindik, M., Akgül, H., Bal, C. (2017b). Determination of oxidative stress status of *Ompholatus olearius* gathered from Adana and Antalya provinces in Turkey. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(3), 324-327.
- Sevindik, M., Akgul, H., Bal, C., Selamoglu, Z. (2018a). Phenolic contents, oxidant/antioxidant potential and heavy metal levels in *Cyclocybe cylindracea*. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 52(3), 437-441.
- Sevindik, M., Akgul, H., Bal, C., Altuntas, D., Korkmaz, A.I., Dogan, M. (2018b). Oxidative stress and heavy metal levels of *Pholiota limonella* mushroom collected from different regions. *Current Chemical Biology*, 12(2), 169-172.
- Sevindik, M., Akgul, H., Dogan, M., Akata, I., Selamoglu, Z. (2018c). Determination of antioxidant, antimicrobial, DNA protective activity and heavy metals content of *Laetiporus sulphureus*. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(3), 1946-1952.
- Sevindik, M., Akgul, H., Korkmaz, A.I., Sen, I. (2018d). Antioxidant potentials of *Helvella leucomelaena* and *Sarcosphaera coronaria*. *J Bacteriol Mycol Open Access*, 6(2), 00173.
- Sevindik, M., Bal, C., Akgül, H. (2018e). Comparison of antioxidant potentials of the wild and cultivated forms of edible *Pleurotus ostreatus* and *Agaricus bisporus* mushrooms. *Türk Yaşam Bilimleri Dergisi*, 3(2), 263-266.
- Sevindik, M., Akgul, H., Selamoglu, Z., Braidı, N. (2020). Antioxidant and antigenotoxic potential of *Infundibulicybe geotropa* mushroom collected from Northwestern Turkey. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/5620484>

- Sevindik, M., Akgül, H., Akata, I., Altuntaş, D., Bal, C., Doğan, M. (2016a). *Macrolepiota procera* (Scop.) Singer. mantarının ağır metal içeriklerinin ve oksidatif stres durumunun belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20(3), 504-508.
- Sevindik, M., Akgül, H., Günal, S., Doğan, M. (2016b). *Pleurotus ostreatus*' un doğal ve kültür formlarının antimikrobiyal aktiviteleri ve mineral madde içeriklerinin belirlenmesi. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 16(1), 153-156.
- Sharma, M.V., Sagar, A., Joshi, M. (2015). Study on antibacterial activity of *Agaricus bisporus* (Lang.) imbach. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci*, 4, 553-558.
- Shimizu, T., Kawai, J., Ouchi, K., Kikuchi, H., Osima, Y., Hidemi, R. (2016). Agarol, an ergosterol derivative from *Agaricus blazei*, induces caspase-independent apoptosis in human cancer cells. *International Journal of Oncology*, 48(4), 1670-1678.
- Singh, A., and Dutta, P.K. (2017). Extraction of chitin-glucan complex from *Agaricus bisporus*: characterization and antibacterial activity. *Journal of Polymer Materials*, 34(1), 1.
- Soares, A.A., Ramos, F.A.P., Favetta, P.M., Dorneles, I.C., Otutumi, L.K., de Melo Germano, R., Marques de Souza, C.G., Peralta, R.M. (2020). Comparison of total phenolic content and antioxidant activity of different extracts of *Agaricus blazei* Murril/Comparação do conteúdo fenólico total e atividade antioxidante de diferentes extratos de *Agaricus blazei* Murril. *Brazilian Journal of Development*, 6(3), 13561-13573.
- Soković, M., Ćirić, A., Glamočlija, J., Nikolić, M., van Griensven, L. (2014). *Agaricus blazei* hot water extract shows anti quorum sensing activity in the nosocomial human pathogen *Pseudomonas aeruginosa*. *Molecules*, 19(4), 4189-4199.

- Soković, M., Glamočlija, J., Ćirić, A., Petrović, J., Stojković, D. (2018). Mushrooms as sources of therapeutic foods. In *Therapeutic Foods* (pp. 141-178). Academic Press.
- Soltanian, H., Rezaeian, S., Shakeri, A., Janpoor, J., Pourianfar, H.R. (2016). Antibacterial activity of crude extracts and fractions from Iranian wild-grown and cultivated *Agaricus* spp. *Biomedical Research*, 27(1), 56-59.
- Sommer, I., Schwartz, H., Solar, S., Sontag, G. (2009). Effect of γ -irradiation on agaritine, γ -glutaminy-4-hydroxybenzene (GHB), antioxidant capacity, and total phenolic content of mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Journal of agricultural and food chemistry*, 57(13), 5790-5794.
- Song, Y.S., Kim, S.H., Sa, J.H., Jin, C., Lim, C.J., Park, E.H. (2004). Anti-angiogenic and inhibitory activity on inducible nitric oxide production of the mushroom *Ganoderma lucidum*. *Journal of ethnopharmacology*, 90(1), 17-20.
- Špoljarić, D., Srećec, S., Kardum Paro, M.M., Čop, M.J., Mršić, G., Šimpraga, B., Sokolovic, M., Crnjac, J., Spiranec, K., Popović, M. (2015). The effects of feed supplemented with *Agaricus bisporus* on health and performance of fattening broilers. *Veterinarski arhiv*, 85(3), 309-322.
- Suganya, M., and Suriyavathana, M. (2012). Antioxidant profile of *Agaricus bisporus* and *Calocybe indica*. *International Journal of Pharmacy & Life Sciences*, 3(6).
- Surekha, C., Kaladhar, D.S.V.G.K., Raju, S.J.R. (2011). Evaluation of antioxidant and antimicrobial potentiality of some edible mushrooms. *Int. J. Adv. Biotech. Res*, 2(1), 130-134.
- Szabó, A., Geösel, A., Kókai, Z., Orbán, C., Tőreki, K., Szőke, A. (2016). Antioxidant activity as indicator of UV radiation and other abiotic stress factors on *Agaricus bisporus* (Lange/Imbach) and *Sedum hybridum* (L.). *Acta Universitatis Sapientiae, Alimentaria*, 9(1), 90-100.

- Tajalli, F., Malekzadeh, K., Soltanian, H., Janpoor, J., Rezaeian, S., Pourianfar, H. R. (2015). Antioxidant capacity of several Iranian, wild and cultivated strains of the button mushroom. *Brazilian Journal of Microbiology*, 46(3), 769-776.
- Taoying, Z., Xingyuan, L., Nianyou, C., Zilin, W., Liangbin, Y., Huide, Y., Yu, B. (2014). Anti-diabetic activity of polysaccharides from *Agaricus bisporus* mycelia. *Advanced Materials Research*, 1073(1076) 1808-1811.
- Tian, Y., Zeng, H., Xu, Z., Zheng, B., Lin, Y., Gan, C., Lo, Y.M. (2012). Ultrasonic-assisted extraction and antioxidant activity of polysaccharides recovered from white button mushroom (*Agaricus bisporus*). *Carbohydrate Polymers*, 88(2), 522-529.
- Tontowiputro, D.K., Sargowo, D., Tjokroprawiro, A., Rifa'i, M. (2018). Anti-inflammatory activity of *Agaricus blazei* Murill extract in the spleen of mice fed a high-fat diet. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 17(3), 483-489.
- Tsai, S.Y., Tsai, H.L., Mau, J.L. (2007). Antioxidant properties of *Agaricus blazei*, *Agrocybe cylindracea*, and *Boletus edulis*. *LWT-Food Science and Technology*, 40(8), 1392-1402.
- Vairamuthu, G.M., Peter, J.J.R., Jerley, A., Dhandapani, S. (2018). Effect of chitosan in radical scavenging and bactericidal activity isolated from *Agaricus bisporus* mushroom. *Int. J. Life. Sci. Scienti. Res. eISSN*, 2455(1716), 1716.
- Val, C.H., Brant, F., Miranda, A.S., Rodrigues, F.G., Oliveira, B.C., Santos, E.A., Assis, D.R.R., Esper, L., Silva, B.C., Rachid, M., Tanowitz, H.B., Teixeira, A., Teixeira, M.M., Regis, W.C.B., Machado, F.S. (2015). Effect of mushroom *Agaricus blazei* on immune response and development of experimental cerebral malaria. *Malaria Journal*, 14(1), 1-13.

- Valadares, D.G., Duarte, M.C., Oliveira, J.S., Chávez-Fumagalli, M.A., Martins, V.T., Costa, L. E., Leite, PV., Santoro, M.M., Regis, W.C.B., Tavares, A.P., Coelho, E.A. (2011). Leishmanicidal activity of the *Agaricus blazei* Murill in different Leishmania species. *Parasitology international*, 60(4), 357-363.
- Vamanu, E. (2012). Determination of antioxidant and antimicrobial properties of *Agaricus bisporus* from Romanian markets. *Ovidius University Annals of Chemistry*, 23(1), 47-52.
- Vos, A.M., Jurak, E., Pelkmans, J.F., Herman, K., Pels, G., Baars, J.J., Hendrix, E., Kabel, M.A., Lugones, L.G., Wösten, H. A. (2017). H₂O₂ as a candidate bottleneck for MnP activity during cultivation of *Agaricus bisporus* in compost. *AMB Express*, 7(1), 124.
- Waithaka, P. N., Gathuru, E. M., Githaiga, B. M., Onkoba, K. M. (2017). Antimicrobial activity of mushroom (*Agaricus bisporus*) and fungal (*Trametes gibbosa*) extracts from mushrooms and fungi of egerton main campus, njoro kenya. *Journal of Biomedical Sciences*, 6(3), 20-25.
- Wang, Q., Qiu, L., Chen, X.R., Song, K.K., Shi, Y., Chen, Q.X. (2007). Inhibitory effects of phloridzin dihydrate on the activity of mushroom (*Agaricus bisporus*) tyrosinase. *Bioorganic & medicinal chemistry*, 15(3), 1568-1571.
- Wang, Y., and Xu, B. (2014). Distribution of antioxidant activities and total phenolic contents in acetone, ethanol, water and hot water extracts from 20 edible mushrooms via sequential extraction. *Austin Journal of Nutrition and Food Sciences*, 2(1), 5.
- Wei, Q., Zhan, Y., Chen, B., Xie, B., Fang, T., Ravishankar, S., Jiang, Y. (2020). Assessment of antioxidant and antidiabetic properties of *Agaricus blazei* Murill extracts. *Food Science & Nutrition*, 8(1), 332-339.
- Weiqin, L., Qin. L., Jianglian, D., Jianguo, X. (2014). The effects of different drying methods on nutrients and

antioxidant activities of *Agaricus bisporus*. *Advances in Sciences and Engineering*, 6(2), 35-39.

- Wong, W.C. and Preece, T.F. (1985). *Pseudomonas tolaasii* in mushroom (*Agaricus bisporus*) crops: activity of formulations of 2-bromo-2-nitropropane-1, 3-diol (bronopol) against the bacterium and the use of this compound to control blotch disease. *Journal of applied bacteriology*, 58(3), 275-281.
- Xiang, Q. J., Luo, L.H., Liang, Y.H., Chen, Q., Zhang, X.P., Gu, Y.F. (2017). The diversity, growth promoting abilities and anti-microbial activities of bacteria isolated from the fruiting body of *Agaricus bisporus*. *Pol J Microbiol*, 66(2), 201-207.
- Yıldız, S., Yılmaz, A., Can, Z., Tabbouche, S.A., Kılıç, A.O., Sesli, E. (2017). Some bioactive properties of wild and commercial mushroom species. *Food and health*, 3(4), 161-169.
- Yılmaz, A., Yıldız, S., Çelik, A., Çevik, U. (2016). Determination of heavy metal and radioactivity in *Agaricus campestris* mushroom collected from Kahramanmaraş and Erzurum provinces. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 4(3), 208-215.
- Yoon, S.J., Yu, M.A., Pyun, Y.R., Hwang, J.K., Chu, D.C., Juneja, L.R., Mourão, P.A. (2003). The nontoxic mushroom *Auricularia auricula* contains a polysaccharide with anticoagulant activity mediated by antithrombin. *Thrombosis Research*, 112(3), 151-158.
- Zhang, G.Q., Sun, J., Wang, H.X., Ng, T.B. (2009). A novel lectin with antiproliferative activity from the medicinal mushroom *Pholiota adiposa*. *Acta Biochimica Polonica*, 56(3), 415-421.
- Zhang, H.L., Wei, J.K., Wang, Q.H., Yang, R., Gao, X.J., Sang, Y.X., Cai, P.P., Zhang, G.Q., Chen, Q. J. (2019). Lignocellulose utilization and bacterial communities of millet straw based mushroom (*Agaricus bisporus*) production. *Scientific reports*, 9(1), 1151.

- Zhang, Y., Ma, G., Fang, L., Wang, L., Xie, J. (2014). The immunostimulatory and anti-tumor activities of polysaccharide from *Agaricus bisporus* (brown). *Journal of Food and Nutrition Research*, 2(3), 122-126.
- Zhao, R., Karunarathna, S., Raspé, O., Parra, L.A., Guinberteau, J., Moinard, M., de Kesel, A., Barroso, G., Courtecuisse, R., Hyde, K.D., Guelly, A.K., Desjardin, D.E., Callac, P. (2011). Major clades in tropical *Agaricus*. *Fungal Diversity*, 51(1), 279-296.
- Zhou, L., Liu, W., Xiong, Z., Zou, L., Liu, J., Zhong, J., Chen, J. (2016). Effect of ultrasound combined with malic acid on the activity and conformation of mushroom (*Agaricus bisporus*) polyphenoloxidase. *Enzyme and microbial technology*, 90, 61-68.