



e-ISSN 2149-6366

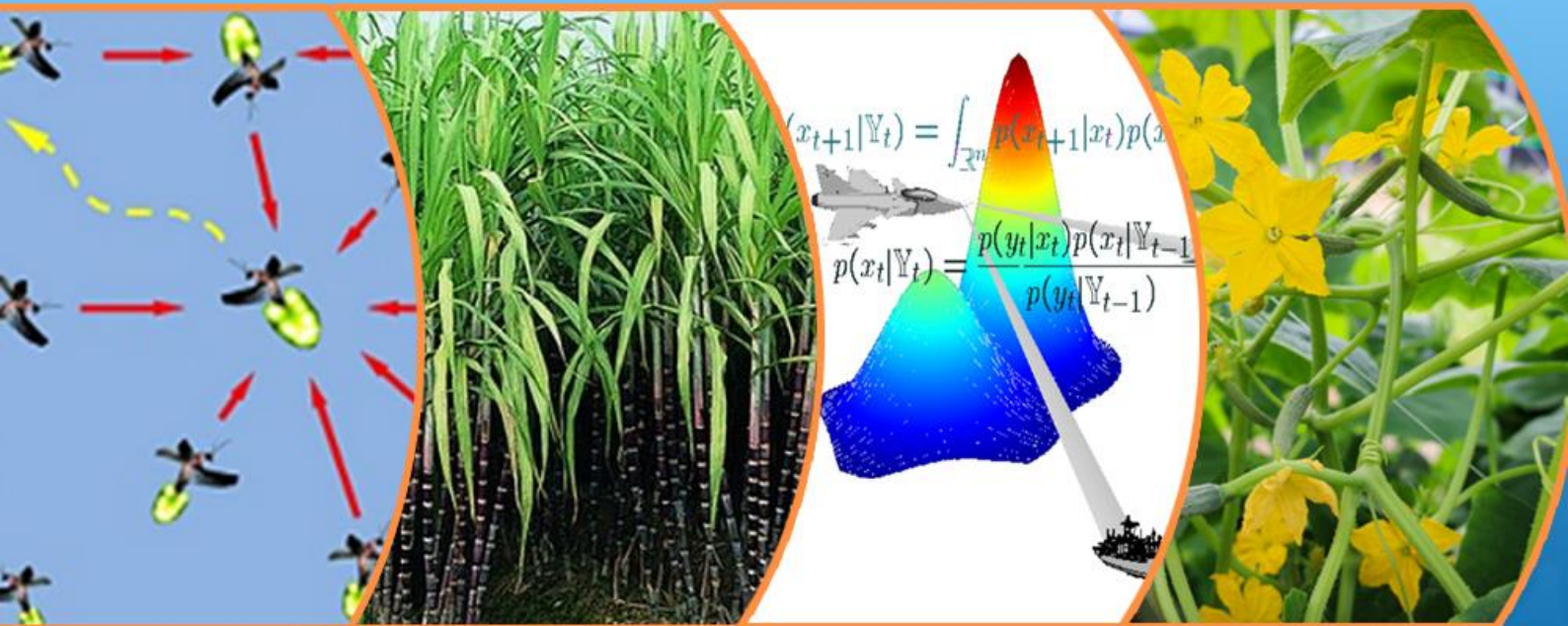
Cilt 8, Sayı 1, Haziran 2019  
Volume 8, Number 1, June 2019

# TDFD

## TÜRK DOĞA ve FEN DERGİSİ

TURKISH JOURNAL OF NATURE AND SCIENCE

# TJNS



[www.dergipark.gov.tr/tdfd](http://www.dergipark.gov.tr/tdfd)

Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından yayımlanmaktadır  
Published by Institute of Science of Bingol University





# TÜRK DOĞA VE FEN

## DERGİSİ

Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından yayımlanmaktadır

Published by Institute of Science of Bingol University

## Turkish Journal of Nature and Science

### Amaç

Türk Doğa ve Fen Dergisi, Dergipark tarafından yayınlanan Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne ait ulusal ve hakemli bir dergidir. Türk Doğa ve Fen Dergisi, Türkiye ve dünyanın her yerinden gelen doğa ve fen bilimlerinin her alanında özgün, yayımlanmamış, yayımlanmak üzere başka yere gönderilmemiş makale, derleme ve sempozyum değerlendirmesi gibi çalışmaların bilim alemine sunulması amacıyla kurulmuştur.

### Kapsam

Türk Doğa ve Fen Dergisinde Mühendislik, Ziraat, Veterinerlik, Fen ve Doğa Bilimleri alanlarından olmak üzere Türkçe ve İngilizce hazırlanmış orijinal makale, derleme ve sempozyum değerlendirmesi gibi çalışmalar yayımlanır. Türk Doğa ve Fen Dergisi sadece online sistemde yayımlanmakta olup ayrıca kağıt baskısı bulunmamaktadır.

### Merhaba...

Türk Doğa ve Fen Dergisi, Dergipark tarafından yayımlanmakta olup Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne aittir. Bahar ve güz dönemi olmak üzere yılda iki defa çıkarılan ulusal hakemli bir dergi olarak ilk sayısını 2012 bahar döneminde yayımlamıştır. Türk Doğa ve Fen Dergisi, Türkiye ve dünyanın her yerinden gelen doğa ve fen bilimlerinin her alanında özgün, yayımlanmamış, yayımlanmak üzere başka yere gönderilmemiş makale, derleme ve sempozyum değerlendirmesi gibi çalışmaların bilim alemine sunulması amacıyla kurulmuştur. İlk sayısından bugüne kesintisiz olarak faaliyetlerini sürdürmektedir.

Türk Doğa ve Fen Dergisi sadece online sistemde yayımlanmakta olup ayrıca kağıt baskısı bulunmamaktadır. Dergimize gelen her çalışma öncelikle Turnitin intihal programında taranmaktadır. Dergimizde editörlerin, hakemlerin ve yazarların, uluslararası yayım etik kurallarına uyması ve makalelerin yazım kurallarına uyumlu olması zorunluluğu vardır.

Yazarlar yayımlanmak üzere dergimize gönderdikleri çalışmalarını ile ilgili telif haklarını zorunlu olarak Bingöl Üniversitesi Türk Doğa ve Fen Dergisi'ne devretmiş sayılırlar. Yazarlardan herhangi bir ücret talep edilmemektedir. Yazarların değerlendirmeleri, dergimizin resmi görüşü olarak kabul edilemez. Çalışmaların her türlü sorumluluğu yazarlarına aittir. Araştırma ürünleri için etik kurul raporu gerekli ise, çalışma üzerinde bu raporun alınmış olduğu belirtilmeli ve kurul raporu sisteme kaydedilmelidir. Araştırma ile ilgili intihal, atıf manipülasyonu, sahte veri uydurma vb. suistimallerin tespit edilmesi halinde yayım ve etik ilkelerine göre davranılır. Bu durumda çalışmanın yayımlanmasını önlemek, yayımdan kaldırmak ya da başka işlemler yapmak için gerekli işlemler takip edilmektedir.

Dergimizde, kaynak gösteriminde uluslararası Vancouver sistemine geçilmiştir. Ayrıca dergimiz, Creative Commons ile lisanslanmak suretiyle dergimizde yayımlanan makalelerin paylaşımı, kaynak gösterimi ve yayımlanmasında dergi ve yazar haklarını korumaya almıştır. 2018 yılı güz döneminden itibaren makaleler, uluslararası yazar kimlik numarası ORCID No'su ile yayımlanmaktadır.

Dergi ekibi, dergimizin ulusal ve uluslararası indekslerce taranan bir dergi olması yönünde çalışmalarını titizlikle sürdürmektedir. Dergimize gösterilen ilgi bu yönde bizleri teşvik etmeye devam edecektir.



**Türk Doğa ve Fen Dergisi**  
**Turkish Journal of Nature and Science**

[www.dergipark.gov.tr/tdfd](http://www.dergipark.gov.tr/tdfd)



**EDİTÖRLER (YAYIN) KURULU/ EDITORIAL BOARD**

**Başeditör / Editor in Chief**

Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Ekrem DARENDELİOĞLU

Bingöl Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü  
E-Mail: [edarendelioglu@bingol.edu.tr](mailto:edarendelioglu@bingol.edu.tr)

**Alan Editörleri / Fields Editors**

Prof. Dr. / Prof. Dr. Kağan KÖKTEN

Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü  
E-Mail: [kahafe1974@yahoo.com](mailto:kahafe1974@yahoo.com)

Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. İkrım ORAK

Bingöl Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler  
E-Mail: [iorak@bingol.edu.tr](mailto:iorak@bingol.edu.tr)

Doç. Dr. / Assoc. Prof. Dr. Mustafa SÜRME

Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü  
E-Mail: [kahafe1974@yahoo.com](mailto:kahafe1974@yahoo.com)

Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Aydın Şükrü BENGÜ

Bingöl Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler  
E-Mail: [abengu@bingol.edu.tr](mailto:abengu@bingol.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Adnan AYNA

Bingöl Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü  
E-Mail: [aayna@bingol.edu.tr](mailto:aayna@bingol.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Kamuran DİLSİZ

Bingöl Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü  
E-Mail: [kdilsiz@bingol.edu.tr](mailto:kdilsiz@bingol.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Özgür ÖZGÜN

Bingöl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü  
E-Mail: [oozgun@bingol.edu.tr](mailto:oozgun@bingol.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Nurullah DEMİR

Bingöl Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü  
E-Mail: [ndemir@bingol.edu.tr](mailto:ndemir@bingol.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Cüneyt ÇAĞLAYAN

Bingöl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü  
E-Mail: [ccaglayan@bingol.edu.tr](mailto:ccaglayan@bingol.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Abdülcabbar YAVUZ

Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği  
E-Mail: [ayavuz@gantep.edu.tr](mailto:ayavuz@gantep.edu.tr)

Dr. İdris YAZGAN

Kastamonu Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji

E-Mail: [idrisyazgan@gmail.com](mailto:idrisyazgan@gmail.com)

Dr. Hasan OĞUL

Sinop Üniversitesi, Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi, Nükleer Enerji Mühendisliği

E-Mail: [hogul@sinop.edu.tr](mailto:hogul@sinop.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Mustafa Şükrü KURT

Erzurum Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Temel Bilimler

E-Mail: [mustafa.kurt@erzurum.edu.tr](mailto:mustafa.kurt@erzurum.edu.tr)

Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Sinan SAĞIR

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Fizik

E-Mail: [sinansagir@kmu.edu.tr](mailto:sinansagir@kmu.edu.tr) / [sinan.sagir@cern.ch](mailto:sinan.sagir@cern.ch)

Dr. Öğr. Üyesi / Assist. Prof. Dr. Murat AYDEMİR

Erzurum Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Temel Bilimler

E-Mail: [murat.aydemir@erzurum.edu.tr](mailto:murat.aydemir@erzurum.edu.tr)

#### **Teknik Editörler/Technic Editors**

Öğr. Gör./Lect. Mücahit ÇALIŞAN

Bingöl Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Teknolojileri

E-Mail: [mcalisan@bingol.edu.tr](mailto:mcalisan@bingol.edu.tr)

Arş. Gör./Res. Asst. Eray ÇALIŞKAN

Bingöl Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü

E-Mail: [ecaliskan@bingol.edu.tr](mailto:ecaliskan@bingol.edu.tr)

#### **Dil Editörü/Language Editor**

Öğr. Gör./Lect. Ahmet KESMEZ

Bingöl Üniversitesi, Yabancı Diller Yüksekokulu, İngilizce Bölümü

E-Mail: [akesmez@bingol.edu.tr](mailto:akesmez@bingol.edu.tr)



## İÇİNDEKİLER/CONTENTS

<p><b>Farklı Gelişme Dönemlerinde Biçilen Guar (<i>Cyamopsis tetragonoloba</i> (L.) Taub.)'ın Yem Verimi ve Kalitesi - Araştırma Makalesi</b></p> <p><b>Forage Yield and Quality of Guar (<i>Cyamopsis tetragonoloba</i> (L.) Taub.) Harvested at Different Growing Stages - Research Article</b></p> <p>Alpaslan KUŞVURAN<sup>1*</sup>, Ünzile UYSAL CAN<sup>2</sup>, Mustafa BOĞA<sup>3</sup></p> <p><sup>1</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Kızılırmak Meslek Yüksekokulu, Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, Çankırı, Türkiye</p> <p><sup>2</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım ve Yaşam Bilimleri Anabilim Dalı, Çankırı, Türkiye</p> <p><sup>3</sup> Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Bor Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Niğde, Türkiye</p> <p>Alpaslan KUŞVURAN ORCID No: 0000-0002-5252-6261</p> <p>Ünzile UYSAL CAN ORCID No: 0000-0003-0268-2669</p> <p>Mustafa BOĞA ORCID No: 0000-0001-9664-2902</p> <p>*Sorumlu yazar: <a href="mailto:akusvuran@gmail.com">akusvuran@gmail.com</a></p> <p>(Alınış: 13.05.2019, Kabul: 12.06.2019, Online Yayınlanma: 30.06.2019)</p>	<p><b>1</b></p>
<p><b>Kıraç Koşullarda Güzlük (Zamanında ve Geç Ekim) ve Yazlık Ekilen Buğdayın Tane Verimi İle Bazı Kalite Özelliklerinin Karşılaştırılması - Araştırma Makalesi</b></p> <p><b>Comparison of Grain Yield with some Quality Characteristics of Wheat at Autumn (Timely and Late Sowing) and Spring Sowing in Arid Conditions - Research Article</b></p> <p>Nesrin TÜLÜBAŞ<sup>1</sup>, Burhan KARA<sup>2*</sup></p> <p><sup>1</sup>Ziraat Mühendisi, Kayseri, Türkiye</p> <p><sup>2</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta, Türkiye</p> <p>Nesrin TÜLÜBAŞ ORCID No: 0000-0002-5252-6261</p> <p>Burhan KARA ORCID No: 0000-0003-0268-2669</p> <p>*Sorumlu yazar: <a href="mailto:burhankara@isparta.edu.tr">burhankara@isparta.edu.tr</a></p> <p>(Alınış: 12.03.2019, Kabul: 23.06.2019, Online Yayınlanma: 30.06.2019)</p>	<p><b>8</b></p>
<p><b>Evaluating Cucumber Fruit as a Health-giving Vegetable - Review</b></p> <p><b>Hıyar Meyvesinin Şifalı Bir Sebze Olarak Değerlendirilmesi - Derleme</b></p> <p>Muharrem Ergun<sup>*1</sup>, Zahide Süslüoğlu<sup>1</sup></p> <p><sup>1</sup> Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Bingöl</p> <p>Muharrem Ergun ORCID No: 0000-0002-0213-1245</p> <p>Zahide Süslüoğlu ORCID No: 0000-0002-3958-6374</p> <p>* Corresponding author: <a href="mailto:muharrem.ergun@yahoo.com">muharrem.ergun@yahoo.com</a></p> <p>(Received: 21.11.2018, Accepted: 02.05.2019, Published Online: 30.06.2019)</p>	<p><b>13</b></p>

<p><b>Robot Sistemlerinde Kullanılan Algoritmalar - Araştırma Makalesi</b> <b>Algorithms Used In Robot Systems - Research Article</b></p> <p>Gürkan GÜRGÜZE*<sup>1</sup>, İbrahim TÜRKOĞLU<sup>2</sup></p> <p><sup>1</sup>Fırat Üniversitesi, Yazılım Mühendisliği Anabilim Dalı, Elazığ, Türkiye <sup>2</sup>Fırat Üniversitesi Yazılım Mühendisliği Bölümü Elazığ, Türkiye</p> <p>Gürkan GÜRGÜZE ORCID No: 0000-0002-2831-498X İbrahim TÜRKOĞLU ORCID No: 0000-0003-4938-4167</p> <p>*Sorumlu yazar: <a href="mailto:gurkangurgoze@gmail.com">gurkangurgoze@gmail.com</a></p> <p>(Alınış: 11.12.2018, Kabul: 02.05.2019, Online Yayınlanma: 30.06.2019)</p>	17
<p><b>Sağlıklı Genç Bireylerde Pursed-Lip Solunum Egzersizinin Anksiyete, Depresyon, Uyku ve Yaşam Kalitesi Üzerine Etkisinin Araştırılması - Araştırma Makalesi</b> <b>Investigation of The Effect of Pursed-Lip Breathing Exercise on Anxiety, Depression, Sleep and Life Quality in Healthy Young Individuals - Research Article</b></p> <p>Aydın SEVER*<sup>1</sup>, Halil ŞİMŞEK<sup>1</sup>, Fatih ÇAKAR<sup>1</sup></p> <p><sup>1</sup> Bingöl Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Bingöl, Türkiye</p> <p>Aydın SEVER ORCID No: 0000-0002-6727-1556 Halil ŞİMŞEK ORCID No: 0000-0002-9637-1265 Fatih ÇAKAR ORCID No: 0000-0002-7551-4087</p> <p>*Sorumlu yazar: <a href="mailto:asever@bingol.edu.tr">asever@bingol.edu.tr</a></p> <p>(Alınış: 10.12.2018, Kabul: 27.12.2018, Online Yayınlanma: 30.06.2019)</p>	32
<p><b>Yaş Meyve ve Sebze Zararlıları ile Mücadelede Hasat Sonrası Sıcaklık Uygulamaları - Derleme</b> <b>Post-Harvest Temperature Applications in The Control Against Fresh Fruit and Vegetable Pests - Review</b></p> <p>Şule İSTEK*<sup>1</sup>, Ahmet Güray FERİZLİ<sup>2</sup></p> <p><sup>1</sup> Bornova Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İzmir, Türkiye <sup>2</sup> Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Ankara, Türkiye</p> <p>Şule İSTEK ORCID No: 0000-0002-5194-7259 Ahmet Güray FERİZLİ ORCID No: 0000-0003-4582-4380</p> <p>*Sorumlu yazar: <a href="mailto:s.i.ziraat@hotmail.com">s.i.ziraat@hotmail.com</a></p> <p>(Alınış: 09.11.2018, Kabul: 02.05.2019, Online Yayınlanma: 30.06.2019)</p>	37
<p><b>Geleneksel Şeker Kamışı Pekmezi - Derleme</b> <b>Traditional Sugar Cane Molasses - Review</b></p> <p>Pınar ŞEKERCİ KELEŞ<sup>1</sup>, Mustafa GÜRSES*<sup>2</sup>, Ahmet ERDOĞAN<sup>2</sup></p> <p><sup>1</sup>Ardahan Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Ardahan, Türkiye <sup>2</sup>Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye</p> <p>Pınar ŞEKERCİ KELEŞ ORCID No: 0000-0002-6225-4781 Mustafa GÜRSES ORCID No: 0000-0001-6859-4085 Ahmet ERDOĞAN ORCID No: 0000-0001-8349-0006</p> <p>*Sorumlu yazar: <a href="mailto:mgurses@atauni.edu.tr">mgurses@atauni.edu.tr</a></p> <p>(Alınış: 02.06.2018, Kabul: 29.04.2019, Online Yayınlanma: 30.06.2019)</p>	43



## Farklı Gelişme Dönemlerinde Biçilen Guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.)'ın Yem Verimi ve Kalitesi

Alpaslan KUŞVURAN<sup>1\*</sup>, Ünzile UYSAL CAN<sup>2</sup>, Mustafa BOĞA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Kızılırmak Meslek Yüksekokulu, Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, Çankırı, Türkiye

<sup>2</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım ve Yaşam Bilimleri Anabilim Dalı, Çankırı, Türkiye

<sup>3</sup> Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Bor Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Niğde, Türkiye

Alpaslan KUŞVURAN ORCID No: 0000-0002-5252-6261

Ünzile UYSAL CAN ORCID No: 0000-0003-0268-2669

Mustafa BOĞA ORCID No: 0000-0001-9664-2902

\*Sorumlu yazar: [akusvuran@gmail.com](mailto:akusvuran@gmail.com)

(Alınış: 13.05.2019, Kabul: 12.06.2019, Online Yayınlanma: 30.06.2019)

### Anahtar Kelimeler

ADF,  
Biçim zamanı,  
Guar,  
Hayvan besleme,  
NDF

**Öz** Bir baklagil türü olan guar, hayvanların kaba yem ihtiyacını karşılamak için başarılı bir şekilde yetiştiriciliği yapılan ve ülkemiz için de değerli bir bitki olma potansiyeline sahip önemli bir türdür. Bu çalışma, Çankırı Karatekin Üniversitesi Kızılırmak Meslek Yüksekokulu Araştırma ve Uygulama Alanı'nda, farklı biçim zamanlarının (erken vejetatif dönem, çiçeklenme başlangıcı, %50 çiçeklenme, tam çiçeklenme, çiçeklenme sonu, bakla bağlama başlangıcı, tam bakla bağlama ve baklada tanelerin şekil aldığı dönem) guarın yem verimi ve kalitesine etkisini belirlemek amacıyla, tesadüf blokları deneme desenine göre, 3 tekrarlamalı olarak, 2017 yılında yürütülmüştür. Araştırmada; bitki boyu 52,7-94,9 cm, dal sayısı 6,4-6,5 adet bitki<sup>-1</sup>, yaprak/sap oranı 0,54-1,10 sap kalınlığı 4,00-7,64 mm, yeşil ot verimi 838-3874 kg da<sup>-1</sup>, kuru ot verimi 252-989 kg da<sup>-1</sup>, ham protein oranı %16,2-19,8, ham protein verimi 120,0-196,1 kg da<sup>-1</sup>, ham selüloz oranı %48,5-55,0 ADF oranı %38,7-42,9 NDF oranı %43,5-49,8 ve RFV değeri 106,5-120,8 arasında değişim göstermiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; yem verimi ve kalitesi bakımından en uygun biçim zamanının çiçeklenme sonu veya bakla bağlama başlangıcı olduğu sonucuna varılmıştır.

1

## Forage Yield and Quality of Guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) Harvested at Different Growing Stages

### Keywords

ADF,  
Cutting stage,  
Guar,  
Animal feeding,  
NDF

**Abstract:** Guar which is a legume species that has been successfully cultivated to supply fodder crops of livestock and has also the potential to become an important the forage for our country. This study was conducted to determine the effects of different cutting stages (early vegetative stage, beginning of flowering, semi-flowering, full flowering, end of flowering, pod formation, full pod, and shape of the seeds in the pod) the forage yield and quality of guar at the Middle Kızılırmak Basin of Turkey (elevation 550 m), in a randomized complete block design with 3 replicates in 2017 year. According to different cutting stages; the results ranged from 52,7 to 94,9 cm in plant height, 6,4-6,5 item plant<sup>-1</sup> in number of brunch, 0,54-1,10 in ratio of leaf/stem, 4,00-7,64 mm in stem diameter, 838-3874 kg da<sup>-1</sup> in green herbage yield, 252-989 kg da<sup>-1</sup> in hay yield, 16,2-19,8% in ratio of crude protein, 120,0-196,1 kg da<sup>-1</sup> in crude protein yield, 48,5-55,0% in crude cellulose, 38,7-42,9% in ratio of ADF. 43,5-49,8% in ratio of NDF and 106,5-120,8 in RFV. As a result of the study, it was concluded that the optimal values, both in yield and quality, were obtained from the end of flowering or pod formation stage.

### 1. GİRİŞ

Guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub., 2n=14), Baklagiller (*Fabaceae*) familyasından, kendine döllenem tek yıllık bir bitki türüdür [1]. Yüksek sıcaklık ve düşük

hava neminde iyi bir gelişim gösteren bitki, kurağa dayanıklı bir tür olup, diğer bitkilerin gelişmesi için sınırlayıcı etkiye sahip olan yarı kurak alanlarda başarıyla yetiştirilmektedir. Bol güneşli, orta derecede sıcaklıkta ve vejetasyon süresince zaman zaman yağış



alan bölgelerde 14-16 haftalık bir sürede olgunluğa gelmektedir [2].

Guar Hindistan'da doğal vejetasyonda bulunmakta, bu ülkede ve Asya Kıtasında uzun yıllardır tarımı yapılmaktadır. Tarımsal olarak genellikle sebze, büyükbaş hayvanlar için yem, toprak özelliklerini iyileştirmek için yeşil gübreleme ya da örtü bitkisi olarak kullanılan yazlık bir baklagil türüdür [3, 4]. Yeşil taze baklaları sebze olarak tüketilmekte olup, özellikle Vitamin A, demir (Fe) ve Vitamin C bakımından zengin bir içeriğe sahiptir [5]. Hayvanların kaba yem ihtiyacını karşılamak için başarılı bir şekilde yetiştirilen guar bir baklagil olduğundan kendisi ve kendisinden sonraki ürün için atmosfer azotunu bağlamak suretiyle toprağın üretkenliğini de artırmaktadır [6, 7]. Ayrıca kazık kökleri ile toprağın havalanmasına katkı sağlamakta ve hasat sonrası artan kök ve toprak üstü artıkları da toprakta kısa sürede ayrışarak toprağın organik madde içeriğini iyileştirmektedir. Guar'dan elde edilen zambak ekstraksiyonundan sonra geriye kalan yan ürünler protein, besin elementleri ve yüksek sindirilebilirliğe sahip olduklarından büyük ve küçükbaş hayvan beslemesi ile balıkçılıkta yem olarak kullanılmaktadır [4,8].

Hayvan beslemede kaliteli kaba yemler, ucuz bir kaynak olmasının yanı sıra, geviş getiren hayvanların rumen mikro flora ve faunasının gelişimi için gerekli protein, yağ, selüloz içermesi, mineral ve vitaminlerce zengin olması, hayvanların performansını iyileştirmesi, beslemeye bağlı pek çok metabolik hastalığın önlenmesi ve yüksek kalitede hayvansal ürün sağlama bakımından da önemlidir [9,10]. Yemlerin sindirim dereceleri bitkinin yaşlanması sonucu selüloz ve lignin miktarının artmasına bağlı olarak azalmaktadır [11,12]. Benzer durum protein içeriği için de geçerlidir. Baklagil bitkilerinde protein içeriklerindeki ortalama düşüş 1 g kg<sup>-1</sup> KM gün<sup>-1</sup> olarak bildirilmiştir [13]. Hasat zamanının ilerlemesiyle birlikte, baklagil yem bitkilerinin kuru madde sindirim değerlerinde de azalma görülmektedir [14]. Kaba yemlerin kalitesini etkileyen en önemli faktörler hasat zamanı, çevre şartları ve agronomik özellikler olarak sıralanabilir [10,15].

Gerek ülkemizde ve gerekse bölgemizde yazlık olarak yetiştirilen yem bitkileri daha çok buğdaygiller familyasına ait türlerdir. Bu çalışma, kısa vejetasyon süresine sahip olma, kurak koşullara dayanım gösterme, sulanabilir koşullarda yüksek vejetatif aksam oluşturma ve baklagiller familyasından olma gibi tarımsal açıdan istenilen özelliklere sahip olan Guar'ın, bölgede yem amacıyla yetiştirilebilme potansiyeli saptanarak bölgemize yeni bir türün kazandırılması ve bitkinin farklı gelişme dönemlerinde uygulanan biçimler ile yem verimi ve kalitesinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

## 2. MATERYAL VE METOT

Araştırmada materyal olarak, 2014 yılında ülkemize Hindistan'dan getirilen ve dik gelişme formuna sahip

Guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) tohumu kullanılmıştır.

Araştırma, Çankırı Karatekin Üniversitesi Kızılırmak Meslek Yüksekokulu Tarımsal Araştırma ve Uygulama Alanı'nda, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak, 2017 yılı yaz sezonunda yürütülmüştür. Ekimler; sıra arası 30 cm ve dekara 4 kg tohum hesabıyla [1], her bir parselde 8 sıra olacak şekilde (parsel eni 2,4 m, parsel boyu 4 m, toplam 9,6 m<sup>2</sup>) 27.05.2017 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Ekimle birlikte, dekara saf olarak 4 kg N ve 10 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> gelecek şekilde kompoze taban gübresi (DAP, 18.46.0) uygulanmış, daha sonra bitkilere herhangi bir gübre verilmemiştir.

Gözlemler; parselin başından ve sonundan birer sıra, üzerinden ise 50'şer cm kenar tesiri olarak çıkarıldıktan sonra geriye kalan 1,8 m x 3 m = 5,4 m<sup>2</sup>'lik alanda gerçekleştirilmiştir. Ot amacıyla biçim/hasat bitkinin gelişme evrelerine göre, 8 farklı dönemde (erken vejetatif dönem, çiçeklenme başlangıcı, %50 çiçeklenme, tam (%100) çiçeklenme, çiçeklenme sonu, bakla bağlama başlangıcı, tam (%100) bakla bağlama ve baklaların içinde tanelerin şekillendiği dönem) yapılmıştır. Deneme süresince, bitkinin ihtiyaç duyduğu zamanlarda salma sulama yapılmış, ayrıca yabancı otlar ile belli aralıklarla mekanik olarak mücadele edilmiş ve bir kez de bitkilerin erken gelişme döneminde dar yapraklı yabancı otlara karşı kimyasal mücadele yapılmıştır.

Deneme alanı toprak yapısı; killi (suyla doygunluk %71-110), hafif alkali yapıda (pH 7,5-8,0), eriyebilir tuz bakımından ihmal edilebilir düzeyde (%0,0-0,15), orta kireçli (%4-8), organik madde bakımından iyi (%3-4), fosfor oranı düşük (%3,6-5,3) potasyum bakımından ise (%109,4-112,1) zengindir [16].

Araştırmanın yürütüldüğü Kızılırmak/Çankırı lokasyonu Kızılırmak Nehri'nin kıyısında, Çankırı il merkezinden (730 m) daha düşük bir rakıma (550 m) sahip olup Orta Kızılırmak Havzası'nda yer almaktadır. Havzada İç Anadolu Bölgesi'nin karasal iklim özellikleri egemendir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve sert geçmektedir. Uzun yıllar iklim verilerine göre (1929-2017) Bölge'de Ekim 15'ten sonra ilk donlar, Nisan 15'e kadar da son donlar görülebilmektedir. Yıllık toplam yağış miktarı 411,9 mm'dir. Yılın ortalama 106,3 günü yağışlı geçer. Yağışlar %30,0 kışın (123,7 mm), %34,1 ilkbaharda (140,45 mm), %17,0 sonbaharda (69,9 mm), %18,9 yazın (77,9 mm) düşer [17]. Çankırı iline ait uzun yıllar (1929-2017) ve Kızılırmak ilçesinin 2017 yılı Mayıs-Eylül dönemini kapsayan bazı iklim değerleri Tablo 1.'de verilmiştir [18].



**Tablo 1.** Kızılırmak/Çankırı lokasyonu 2017 yılı Mayıs-Eylül ayları ve uzun yıllar (1929-2018) bazı iklim

Aylar	En Düşük Sıcaklık Ortalaması (°C)		En Yüksek Sıcaklık Ortalaması (°C)		Ortalama Sıcaklık Değerleri (°C)		Ortalama Nispi Nem Değerleri (%)		Toplam Yağış Değerleri (mm)	
	Uzun yıllar	2017	Uzun yıllar	2017	Uzun yıllar	2017	Uzun yıllar	2017	Uzun yıllar	2017
Mayıs	8,7	10,1	22,9	24,6	15,8	16,9	62,4	57,0	58,5	25,5
Haziran	11,8	13,9	27,1	29,8	19,9	21,6	57,4	58,8	43,1	50,1
Temmuz	14,2	17,2	31,0	34,5	23,2	26,1	49,0	43,4	17,7	4,4
Ağustos	13,9	17,8	31,2	33,5	22,7	25,5	44,1	51,7	17,8	24,7
Eylül	9,6	13,1	26,6	32,1	17,8	22,7	50,8	40,7	17,3	9,2
Ort/Top	11,6	14,4	27,8	30,9	19,9	22,5	52,7	50,3	154,4	113,9

\*Uzun yıllar ortalama değerleri Çankırı il merkezine ait verilerdir.

Değerlerin verildiği Tablo 1. incelendiğinde, denemenin yürütüldüğü döneme ait en düşük, en yüksek ve ortalama sıcaklık değerlerinin uzun yıllar ortalamalarından; sırasıyla 2,8 °C, 3,1 °C ve 2,6 °C daha yüksek olduğu, ortalama nispi nem değerinin %2,4 ve toplam yağışın ise 40,5 mm daha düşük olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, düşen yağış miktarının guarın sulama yapılmadan yetiştirilmesine yeterli olmadığı görülmektedir. Singh et al. [19] bazı araştırmacıların, yüksek verim için bir veya iki kez sulama yapılmasını tavsiye ettiklerini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Pathak [20], bitkinin erken vejetasyon evresinde ilkbahar yağışlarından dolayı suya ihtiyaç duymadığını ancak çiçeklenme ve bakla bağlama döneminde yapılan sulamanın yüksek verim ve üretkenlik için gerekli olduğunu bildirmiştir.

Araştırmada, bitkinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi için, biçimler öncesinde her bir parselde kenar tesiri dışında kalan alandan rastgele seçilen 10 bitkide; yerden bitkinin en üst noktasına kadar kısmın ölçülmesi ile bitki boyu (cm), ana gövdeden ayrılan dalların sayılması ile dal sayısı (adet bitki<sup>-1</sup>), yaprak ve sapları ayrılan bitkilerin ayrı ayrı tartılması ile yaprak/sap oranı ve alttan 2. ve 3. boğum arasında kalan kısımda sayısal kumpas yardımı ile sap kalınlığı (mm) değerleri belirlenmiştir. Kenar tesiri dışında kalan 5,4 m<sup>2</sup>'lik alanın orak yardımı ile dipten biçilmesi ve sayısal terazide tartılarak birim alana oranlanması ile yeşil ot verimleri (kg da<sup>-1</sup>), hasat edilen her bir parselden 500 g yeşil ot örneğinin, 78 °C'de 24 saat süreyle (ağırlıkları

sabit kalıncaya kadar) kurutulması ve yaş ağırlığa oranlanması ile kuru ot verimleri (kg da<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir. Kurutulan bitki örnekleri 1 mm çapında eleklerle sahip bitki öğütme değirmeninden geçirilmiş ve elde edilen numuneler Kjeldahl yöntemi kullanılarak [21] ham protein oranları (%), ham protein oranlarının kuru ot verimleri ile çarpılmasıyla da ham protein verimleri (kg da<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir. Öğütülen örneklerin lif içerikleri ise (%) (ham selüloz, ADF (asit deterjan çözünmeyen lif), NDF (nötr deterjan çözünmeyen lif) Van Soest [22], Van Soest and Wine [23], Van Soest et. al. [24]'ün bildirdiği şekilde belirlenmiştir. NYD/RfV (nispi yem değeri) ise aşağıdaki formül kullanılarak belirlenmiştir [25].

$$\begin{aligned} \%SKM \text{ (sindirilebilir kuru madde)} &= 88,9 - (0,779 * \%ADF) \\ \%KMA \text{ (kuru madde alımı)} &= 120 / NDF \\ NYD &= (\%SKM) * (\%KMA) * (0,775) \end{aligned}$$

Elde edilen NYD değerlerinin kuru ot standartlarına göre değerlendirilmesi ise Tablo 2.'de yer alan esaslara göre yapılmıştır [26].

Deneme verileri JMP 5.1 istatistik paket programında varyans analizine tabii tutulmuş ve uygulamalar arasındaki farkın önemli olduğu durumlarda (p<0,05) bu farklılık Duncan çoklu karşılaştırma yöntemi ile gruplandırılarak ortaya konulmuştur.

**Tablo 2.** Nispi yem değeri (NYD) standartları

Kalite Standartları	Ham Protein (%)	ADF (%)	NDF (%)	RfV
En yüksek kalite	>19	<31	<40	>151
1	17-19	31-40	40-46	151-125
2	14-16	36-40	47-53	124-103
3	11-13	41-42	54-60	102-87
4	8-10	43-45	61-65	86-75
5	<8	>45	>65	<75

\*ADF %41 ve NDF %53 olduğunda, NYD'nin 100 olduğu varsayılır.

### 3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Farklı biçim zamanlarının, guarın bazı verim ve kalite özelliklerine etkisini incelemek amacıyla yürütülen bu çalışmadan elde edilen bazı değerler ve istatistik analiz sonuçlarına göre oluşan gruplar Tablo 3., Tablo 4. ve Tablo 5.'te verilmiştir.

Tablo 3. incelendiğinde, bitki boyu, yaprak/sap oranı ve sap kalınlığı değerleri bakımından farklı biçim zamanları

arasında istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bir farklılık bulunduğu, dal sayısı bakımından ise herhangi bir farklılık olmadığı görülmektedir. En yüksek bitki boyu değerleri (94,9 cm) tam bakla bağlama ve baklada tanelerin şekil aldığı dönemde, en yüksek sap kalınlığı (7,64 mm) değeri baklada tanelerin şekil aldığı dönemde elde edilirken, yaprak/sap oranı ise erken vejetatif evrede en yüksek olarak (1,10) saptanmıştır. Bir diğer ifade ile bitki gelişme dönemi ilerledikçe bitki boyu ve sap kalınlığı değerlerinin artış gösterdiği, yaprak/sap

oranının azaldığı, dal sayısının ise değişkenlik göstermediği belirlenmiştir.

**Tablo 3.** Bitki boyu, dal sayısı, yaprak/sap oranı ve sap kalınlığı değerleri, ortalamaları ve istatistiksel gruplar

Biçim dönemleri	Bitki boyu (cm)	Dal sayısı (adet bitki <sup>-1</sup> )	Yaprak/sap oranı	Sap kalınlığı (mm)
Erken vejetatif dönem	52,7 <sup>e</sup>	6,5	1,10 <sup>a</sup>	4,00 <sup>e</sup>
Çiçeklenme başlangıcı (%10-25)	81,5 <sup>f</sup>	6,5	0,90 <sup>b</sup>	4,99 <sup>f</sup>
%50 çiçeklenme	85,8 <sup>e</sup>	6,3	0,86 <sup>b</sup>	5,33 <sup>e</sup>
Tam (%100) çiçeklenme	87,9 <sup>d</sup>	6,4	0,86 <sup>b</sup>	6,32 <sup>d</sup>
Çiçeklenme sonu	90,1 <sup>c</sup>	6,4	0,79 <sup>c</sup>	6,40 <sup>d</sup>
Bakla bağlama başlangıcı	92,1 <sup>b</sup>	6,5	0,81 <sup>c</sup>	7,03 <sup>c</sup>
Tam (%100) bakla bağlama	94,9 <sup>a</sup>	6,5	0,65 <sup>d</sup>	7,37 <sup>b</sup>
Baklada tanelerin şekil alması	94,9 <sup>a</sup>	6,4	0,54 <sup>e</sup>	7,64 <sup>a</sup>
<b>Ortalama</b>	<b>85,0</b>	<b>6,4</b>	<b>0,81</b>	<b>6,14</b>
EGF (%5)	1,48 <sup>**</sup>	0,32 <sup>O.D.</sup>	0,04 <sup>**</sup>	0,23 <sup>**</sup>
VK (%)	1,00	2,84	2,91	2,16

\*: %5 hata sınırları içinde farklıdır. \*\*: %1 hata sınırları içinde farklıdır. Ö.D.: Önemli değil.

EGF : En güvenilir fark VK : Varyasyon katsayısı

Bitki boyu, sap kalınlığı ve yaprak/sap oranı değerleri bitkinin gelişimi ile doğrudan ilişkilidir. Bitki uygun koşullarda büyümeye devam ettikçe kendi potansiyeli çerçevesinde boyu uzamakta, sapları kalınlaşmakta ve buna bağlı olarak da bitki sap oranı yaprak oranına kıyasla artış göstermektedir. Araştırmacılar guarın bitki boyunu 50-150 cm, bitki başında dal sayısını ise 4-10 adet arasında bildirmektedirler [20, 27]. Cebeci [7], Cebeci ve ark. [28] yapmış oldukları çalışmalarında; ortalama bitki boyunu 98,5 cm, dal sayısını 7,1 adet bitki<sup>-1</sup>, yaprak/sap oranını 0,75 ve sap kalınlığını 10,3 mm olarak belirlerken, Batırca ve ark. [29] bu değerleri

sırasıyla 101 cm, 6,2 adet bitki<sup>-1</sup>, 0,91 ve 6,5 mm şeklinde bildirmişlerdir. Bu çalışmada ortalama bitki boyu ve yaprak/sap oranı değerleri önceki çalışmalarda elde edilen ortalamaların altında kalırken, dal sayısı ve sap kalınlığı değerleri benzer sonuçlar vermiştir. Bu çalışmada, diğer çalışmalarda olduğu gibi aynı gelişme döneminde değil de sekiz farklı gelişme döneminde yapılan biçimlerden elde edilen değerlerin ortalamasının alınması, araştırmaların farklı ekolojilerde ve farklı yetiştirme koşullarında yürütülmüş olmasının bu durum üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir.

**Tablo 4.** Yeşil ot verimi, kuru ot verimi, ham protein oranı ve ham protein verimi değerleri, ortalamaları ve istatistiksel gruplar

Biçim dönemleri	Yeşil ot verimi (kg da <sup>-1</sup> )	Kuru ot verimi (kg da <sup>-1</sup> )	Ham protein oranı (%)	Ham protein verimi (kg da <sup>-1</sup> )
Erken vejetatif dönem	838 <sup>e</sup>	252 <sup>e</sup>	17,8 <sup>c</sup>	44,8 <sup>e</sup>
Çiçeklenme başlangıcı (%10-25)	2558 <sup>f</sup>	455 <sup>f</sup>	18,6 <sup>b</sup>	84,6 <sup>f</sup>
%50 çiçeklenme	2660 <sup>e</sup>	501 <sup>e</sup>	14,8 <sup>c</sup>	89,4 <sup>f</sup>
Tam (%100) çiçeklenme	3640 <sup>b</sup>	631 <sup>d</sup>	17,6 <sup>c</sup>	111,0 <sup>e</sup>
Çiçeklenme sonu	3874 <sup>a</sup>	769 <sup>c</sup>	18,0 <sup>c</sup>	138,4 <sup>c</sup>
Bakla bağlama başlangıcı	3637 <sup>b</sup>	989 <sup>a</sup>	19,8 <sup>a</sup>	196,1 <sup>a</sup>
Tam (%100) bakla bağlama	3310 <sup>c</sup>	853 <sup>b</sup>	18,7 <sup>b</sup>	159,5 <sup>b</sup>
Baklada tanelerin şekil alması	3069 <sup>d</sup>	741 <sup>c</sup>	16,2 <sup>d</sup>	120,0 <sup>d</sup>
<b>Ortalama</b>	<b>2948</b>	<b>649</b>	<b>18,1</b>	<b>118,0</b>
EGF (%5)	100,2 <sup>**</sup>	27,8 <sup>**</sup>	0,44 <sup>**</sup>	6,14 <sup>**</sup>
VK (%)	1,96	2,48	1,39	3,01

\*: %5 hata sınırları içinde farklıdır. \*\*: %1 hata sınırları içinde farklıdır. Ö.D.: Önemli değil. EGF : En güvenilir fark VK : Varyasyon katsayısı

Tablo 4. incelendiğinde, yeşil ot verimi, kuru ot verimi, ham protein oranı ve ham protein verimi değerleri bakımından farklı biçim zamanları arasında istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bir farklılık bulunduğu görülmektedir. En yüksek yeşil ot verimi 3874 kg da<sup>-1</sup> ile çiçeklenme sonunda elde edilirken, en yüksek kuru ot verimi (989 kg da<sup>-1</sup>), ham protein oranı (%19,8) ve ham protein verimi (196,1 kg da<sup>-1</sup>) değerleri bakla bağlama başlangıcında tespit edilmiştir.

Guar'dan elde edilen yeşil ve kuru ot verimi; başta çeşit olmak üzere iklim ve kültürel uygulamalar gibi birçok etmenin etkisi altında değişiklik göstermektedir. Jain et al. [30] yeşil ot verimini 1750-2250 kg da<sup>-1</sup> arasında bildirirken, Cebeci ve ark. [28] yeşil ve kuru ot verimlerini sırasıyla; 1198-2324 kg da<sup>-1</sup> ve 368-714 kg da<sup>-1</sup>, Batırca ve ark. [31] ise 2022-2414 kg da<sup>-1</sup> ve 505-638 k kg da<sup>-1</sup> olarak bildirmişlerdir. Araştırmadan elde edilen ortalama yeşil ot (2948 kg da<sup>-1</sup>) ve kuru ot (649 kg

da<sup>-1</sup>) verimi değerleri, önceki çalışmalardan elde edilen değerlerden daha yüksektir. Öte yandan bitkinin en fazla yetiştiriciliğinin yapıldığı Hindistan'ın Güney

Bölgesi'nde birçok farklı çeşit ve genotip ile farklı lokasyonlarda yapılan çalışmalarda yeşil ot verimlerinin 400 kg da<sup>-1</sup>'den 4500 kg da<sup>-1</sup>'a kadar geniş bir değişim gösterdiği, ortalama yeşil ot veriminin 2500-3000 kg da<sup>-1</sup>, kuru ot veriminin ise 450-600 kg da<sup>-1</sup> arasında olduğunu bildirmişlerdir [20].

Guarın ham protein oranı ve ham protein verimi değerleri de değişkenlik göstermektedir. Ortalama ham protein oranı ve değerlerini sırasıyla; Jain et al. [30] %15,6-16,0 ve 110-115 kg da<sup>-1</sup>, Pathak [20] %16-18 ve 115-150 kg da<sup>-1</sup>, Cebeci [7] %11,8-12,3 ve 43-88 kg da<sup>-1</sup>, Batırca et al. [31] ise %13,1-16,0 ve 66-102 kg da<sup>-1</sup> arasında bildirmişlerdir. Araştırmadan elde edilen ortalama ham protein oranı (%18,1) ve ham protein

verimi (118 kg da<sup>-1</sup>) değerleri önceki çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

Faklı biçim zamanları dikkate alındığı zaman, vejetatif olarak büyüme devam ettikçe, incelenen özelliklerin belli bir yere kadar artış gösterdiği, özellikle çiçeklenme sonu ve bakla bağlama başlangıcına kadar bu durumun devam ettiği, bu dönemden sonra olgunlaşmaya bağlı olarak değerlerde azalmalar ortaya çıktığı görülmektedir. Bitki olgunlaştıkça proteine zengin olan yaprakların oranı, protein bakımından fakir olan sap kısmına kıyasla azalmaktadır. Dolayısıyla bitkinin olgunlaşmasıyla birlikte protein içeriği azalmaktadır [10, 15]. Jain et al. [30] guardan en iyi kalitede yeşil ve kuru ot elde etmek için biçimin çiçeklenme döneminden bakla bağlama başlangıcına kadar yapılabileceğini bildirirken, Pathak [20] hasadın %50 çiçeklenme döneminde yapılması gerektiğini bildirmiştir. Çalışmadan elde edilen

sonuçlara göre, ot verimi ve kalitesi bakımından en yüksek değerlerin çiçeklenme sonu ile tam (%100) bakla bağlama dönemi arasında elde edildiği, verim ve protein kalitesi bakımından en ideal biçim zamanının ise bakla bağlama başlangıcı olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5. incelendiğinde, ham selüloz oranı değerleri bakımından farklı biçim zamanları arasında istatistiksel olarak %1, NDF oranı bakımından ise %5 düzeyinde önemli bir farklılık bulunduğu, ADF oranı ve RFV değeri bakımından ise herhangi bir farklılık olmadığı görülmektedir. En düşük ham selüloz oranı (%48,5) bakla bağlama başlangıcında elde edilirken, en düşük NDF oranı (%43,5) çiçeklenme sonunda elde edilmiştir. Biçim zamanları arasında istatistiksel olarak bir fark olmamasına karşın, en düşük ADF oranı (%38,7) erken vejetatif dönemde saptanırken, en yüksek RFV değeri (120,8) çiçeklenme sonunda tespit edilmiştir.

**Tablo 5.** Ham selüloz oranı, ADF oranı, NDF oranı ve RFV değerleri, ortalamaları ve istatistiksel gruplar

Biçim dönemleri	Hamselüloz oranı (%)	ADF oranı (%)	NDF oranı (%)	RFV değeri
Erken vejetatif dönem	<b>55,0<sup>a</sup></b>	<b>38,7</b>	<b>49,8<sup>a</sup></b>	109,8
Çiçeklenme başlangıcı (%10-25)	<b>54,6<sup>a</sup></b>	42,5	47,1 <sup>a</sup>	110,8
%50 çiçeklenme	<b>53,2<sup>ab</sup></b>	40,9	48,8 <sup>a</sup>	108,8
Tam (%100) çiçeklenme	<b>53,7<sup>a</sup></b>	39,7	47,5 <sup>a</sup>	113,7
Çiçeklenme sonu	51,0 <sup>bc</sup>	41,7	<b>43,5<sup>b</sup></b>	<b>120,8</b>
Bakla bağlama başlangıcı	<b>48,5<sup>d</sup></b>	<b>42,9</b>	48,4 <sup>a</sup>	<b>106,5</b>
Tam (%100) bakla bağlama	51,2 <sup>bc</sup>	42,6	48,2 <sup>a</sup>	107,8
Baklada tanelerin şekil alması	49,8 <sup>cd</sup>	42,8	47,5 <sup>a</sup>	109,4
<b>Ortalama</b>	<b>52,1</b>	<b>41,4</b>	<b>47,6</b>	<b>111,0</b>
EGF (%5)	2,28 <sup>**</sup>	3,09 <sup>0.D.</sup>	3,13 <sup>*</sup>	9,67 <sup>0.D.</sup>
VK (%)	2,52	4,31	3,80	5,04

\*: %5 hata sınırları içinde farklıdır. \*\*: %1 hata sınırları içinde farklıdır. Ö.D.: Önemli değil. EGF : En güvenilir fark VK : Varyasyon katsayısı

Yem bitkilerinin besleme değerini etkileyen en önemli etmenlerin başında biçim (hasat) zamanı, yemlerin besin değeri içeriğine ve sindirilebilirlik oranına doğrudan etki etmektedir. Van Soest [11] ve Wilson et al. [12] ve bitkilerin gelişim göstermesi ve doğal süreçte yaşlanmasına bağlı olarak selüloz ve lignin miktarının artış gösterdiğini ve yemlerin sindirim derecelerinin azaldığını bildirmişlerdir. Hasat zamanının ilerlemesiyle birlikte, baklagil yem bitkilerinin kuru madde sindirim derecelerinde azalma görüldüğü ve bu azalmanın, yapısal komponentlerin koruyucu etkisinden kaynaklandığı bildirilmiştir [10,14]. Pathak [20], NDF ve ADF gibi yapısal karbonhidratlardaki artışın, invitro kuru madde sindirilmeye değerinin daha fazla azalmasına yol açtığını ve bunun da hayvan beslemede istenilmeyen bir özellik olduğunu bildirmiştir. Cebeci [7] ortalama ADF oranını %18,2-23,3, NDF oranını ise %38,4-45,3 aralığında tespit ederken, Batırca ve ark. [31] ADF oranını %20,2-25,4 ve NDF oranını ise %33,2-36,7 arasında bildirmişlerdir. Bu çalışmada; ham selüloz oranının (%48,5) bakla bağlama başlangıcında, NDF oranının (%43,5) çiçeklenme sonu döneminde en düşük olduğu ve aynı dönemde RFV değerinin (120,8) ise en yüksek olduğu görülmektedir. Nispi yem değeri standartlarının verildiği Tablo 2.'ye göre guarın 2. grupta yer aldığı ve farklı biçim zamanlarının diğer özellikler üzerinde istatistiksel olarak etkisi olmasına karşın, RFV değeri üzerinde etkisi olmadığı görülmektedir.

#### 4. SONUÇLAR

Orta Kızılırmak Havzası ekolojik koşullarında yürütülen bu çalışmada, bitkinin vejetatif olarak ilerleyen dönemlerinde biçim yapılmasına bağlı olarak; bitki boyu, sap oranı ve sap kalınlığı gibi vejetatif özelliklere ait değerlerin bitki gelişimine paralel olarak artış gösterdiği, guarın verim ve kalite özelliklerinde belirleyici olan yeşil ve kuru ot verimi ile ham protein oranı ve ham protein verimi gibi değerlerde ise çiçeklenme sonu ile bakla bağlama başlangıcı dönemine kadar artış görüldüğü ve sonrasında olgunlaşmaya bağlı olarak değerlerde azalmalar ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Bitkinin yem kalitesine etki eden en önemli özellikler arasında yer alan ham selüloz, NDF ve ADF oranları ile RFV değerlerinin ise, değişkenlik göstermekle birlikte, çiçeklenme sonu ve bakla bağlama başlangıcı dönemlerinde uygun değerler verdiği saptanmıştır. Dolayısıyla; yem verimi ve kalite özellikleri dikkate alındığında, guarın Orta Kızılırmak Havzası ve benzer ekolojilerde çiçeklenme sonu veya bakla bağlama başlangıcında biçilmesinin diğer dönemlere kıyasla daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

#### Teşekkür

Bu çalışma, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım ve Yaşam Bilimleri Anabilim Dalı yüksek lisans öğrencisi Ünzile (UYSAL) CAN'ın



tezinden üretilmiştir. Ayrıca, guar bitkisi ile tanışmamıza ve bilimsel çalışmalar yapmamıza vesile olan Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Mevlüt AKÇURA hocama çok teşekkür ederim.

## KAYNAKLAR

- [1] Arain GN, Cluster bean (Guar) cultivation in Pakistan.<http://www.valleyirrigationpakistan.com/wp-content/uploads/2012/09/Guar-Cultivation-in-Pakistan.pdf> 7p, 2013.
- [2] Singh Santosh K. An analysis of guar crop in India, GAIN Report Number: IN4035, USDA Foreign Agricultural Services, 2014.
- [3] Rao NK, Shahid M. Potential of cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] and guar [*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.] as alternative forage legumes for the United Arab Emirates, Emirates Journal of Food and Agriculture, 2011;23(2),147.
- [4] Rai DK. Trends and economic dynamics of guar in India, Working Paper, 311, 2015.
- [5] Deka KK, Das MR, Bora P, Mazumder N. Effect of sowing dates and spacing on growth and yield of cluster bean (*Cyamopsis tetragonoloba*) in subtropical climate of Assam, India, Indian Journal of Agricultural Research, 2015;49(3).
- [6] Bewal S, Purohit J, Kumar A, Khedasana R, Rama Rao S. Cytogenetical investigations in colchicine-induced tetraploids of *Cyamopsis tetragonoloba* L., Czech J. Genet. Plant Breed, 2009;45(4),143-154.
- [7] Cebeci G. Çanakkale koşullarında sakız fasülyesinde (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) farklı sıra aralıklarının verim ve kalite özelliklerine etkisi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 67s., 2016.
- [8] NRAA, Potential of rainfed guar (Cluster beans) cultivation, processing and export in India, Policy paper No.3 National Rainfed Area Authority, NASC Complex.DPS Marg, New Delhi-110012, India, 109p, 2014.
- [9] Alçiçek A, Karaayvaz K, Sığır besisinde mısır silajı kullanımı, Animalia, 2003;20 (3),18-76.
- [10] Aydoğan S, Işık Ş, Şahin M, Akçacık AG, Hamzaoğlu S, Doğan Ş, ve ark. Farklı biçim zamanlarının yem bitkilerinin besin maddesi kompozisyonuna etkisi, Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi, 2015;1(2),45-49.
- [11] Van Soest PJ. Nutritional ecology of the ruminant (2<sup>nd</sup> Ed.). Ithaca, N.Y. Cornell University Pres, 1994.
- [12] Wilson Jr, Deinum H, Engels E. Temperature effects on anatomy and digestibility of leaf and stem of tropical and temperate forage species, Netherlands Journal of Agricultural Science, 1991;39,31-48.
- [13] Minson DJ. Forage in ruminant nutrition. Academic Pres, San Diego, Ca, Pp.482, 1990.
- [14] Christen AM, Seoane JR, Leroux GD. The nutritive value for sheep of quackgrass and timothy hays harvested at two stage of growth, Journal of Animal Science, 1990;68:3350-3359.
- [15] Buxton DR. Quality related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors, Animal Feed Science and Technology, 1996;40,109-119.
- [16] Anonim, Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Laboratuvarı, Adana, 2015.
- [17] Anonim, T.C. Kızılırmak Kaymakamlığı, İlçe Tarım Müdürlüğü 2005 Yılı Çalışma Raporu. 10s, 2005.
- [18] Anonim, Çankırı Meteoroloji İstasyonu İklim Değerleri (1929-2017). Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Meteorolojik Veri Bilgi Sunum ve Satış Sistemi (MEVBİS) Kayıtları, Ankara. <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=undefined&m=CANKIRI>, 2017. Erişim Tarihi: 11.05.2019
- [19] Singh V, Sharma SK, Deo R, Siag RK, Verma BL. Performance of different crop sequences under various irrigation levels, Indian Journal of Agronomy, 1998;43(1),38-44.
- [20] Pathak R. Clusterbean: Physiology, genetics and cultivation, Springer, 157s, 2015.
- [21] Kaçar B, İnal A. Bitki analizleri. Nobel Yayınları, Ankara, 2008.
- [22] Van Soest PJ. The use of detergents in the analysis of fibre feeds. II. A rapid method for the determination of fibre and lignin. J. of the Assoc. of Official Analytical Chemists, 1963;46,829-835.
- [23] Van Soest PJ, Wine RH. The use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell wall constituents, J. of the Assoc. of Official Anal. Chemists, 1967;50,50-55.
- [24] Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition, Journal of Dairy Science, 1991;74,3583-3597.
- [25] Van Dyke NJ, Anderson PM. Interpreting a forage analysis. Alabama cooperative extension, Circular ANR-890, 2000.
- [26] Rohweder DA, Barnes RF, Jorgensen N. Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality, J. of Animal Sci. 1978;47:747-759.
- [27] Menon U. A comparative review on crop improvement and utilization of clusterbean (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub), Department of Agriculture, Rajasthan, Jaipur. Monogr Ser, 1973;2,1-51.
- [28] Cebeci G, Gökkuş A, Alatürk F. Farklı ekim sıklığının sakız fasülyesinde (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) ot verimi ve bazı verim özelliklerine etkisi. Alinteri Zirai Bilimler Dergisi, 2016a;30(1),53-59.
- [29] Batırca M, Gökkuş A, Alatürk F, Birer S. Gübrelemenin sakız fasülyesinin (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) ot verimi ve kalitesine etkileri. KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi, 2017b; 20,130-134.

- [30] Jain PK, Hansra BS, Chakraborty KS, Kurup JM. Sustainable food security. Mittal Publications. ISBN 978-8183243568, New Delhi, 2010.
- [31] Batırca M, Alatürk F, Gökkuş A. Gübrelemenin sakız fasulyesinin [*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.] ot verimi ve bazı özelliklerine etkisi, Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 2017a;4(1),79-87.



## Kıraç Koşullarda Güzlük (Zamanında ve Geç Ekim) ve Yazlık Ekilen Buğdayın Tane Verimi İle Bazı Kalite Özelliklerinin Karşılaştırılması

Nesrin TÜLÜBAŞ<sup>1</sup>, Burhan KARA<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Ziraat Mühendisi, Kayseri, Türkiye

<sup>2</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta, Türkiye

Nesrin TÜLÜBAŞ ORCID No: 0000-0001-5942-1318

Burhan KARA ORCID No: 0000-0002-4207-0539

\*Sorumlu yazar: [burhankara@isparta.edu.tr](mailto:burhankara@isparta.edu.tr)

(Alınış: 12.03.2019, Kabul: 23.06.2019, Online Yayınlanma: 30.06.2019)

### Anahtar Kelimeler

Buğday,  
Geç ekim,  
Yazlık ekim,  
Verim

**Öz** Araştırma, kıraç koşullarda güzlük (zamanında ve geç ekim) ve yazlık olarak ekilen buğdayın verim ve bazı kalite özelliklerinin karşılaştırılması amacıyla 2017-18 vejetasyon döneminde Isparta kıraç koşullarında yürütülmüştür. Deneme Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Desenine göre üç tekerrürlü olarak ana parsellere ekim zamanları ve alt parsellere buğday çeşitleri gelecek şekilde kurulmuştur. Alternatif tabiatlı Koç-2015, Seki, Ziyabey-98, Meta-2002 ve Tosunbey ekmeklik buğday çeşitleri kullanılmıştır.

Tane verimi, protein oranı, yaş gluten oran, çıkış oranı ve canlı kalma oranı bakımından ekim zamanları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ( $P \leq 0.05$  ve  $P \leq 0.01$ ) olmuştur. Güzlük ekimlerde elde edilen tane verimi yazlık ekimden daha yüksek olmuştur. Buna karşın, protein oranı ve yaş gluten oranı ise yazlık ekimde güzlük ekimlerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

En yüksek tane verimi güzlük zamanında ekimde (300,1 kg/da) belirlenmiş, bunu güzlük geç ekim (261,7 kg/da) takip etmiş, en düşük yazlık ekimde (234,1 kg/da) elde edilmiştir. Çeşitler karşılaştırıldığında, tane verimi 246,7 kg/da (Tosunbey) ile 286,5 kg/da (Meta-2002) arasında değişmiştir.

Sonuç olarak, Isparta koşullarında güzlük ekimler için buğdayın Ekim ayının ortasında ekilmesi, çeşitler arasında ise kışlık ekimlerde Meta-2002 ve Ziyabey-98 çeşitleri, yazlık olarak ise Meta-2002, Koç-2015 ve Ziyabey-98 çeşitleri önerilmektedir.

8

## Comparison of Grain Yield with some Quality Characteristics of Wheat at Autumn (Timely and Late Sowing) and Spring Sowing in Arid Conditions

### Keywords

Wheat,  
Late sowing,  
Spring sowing,  
Yield

**Abstract:** The research was conducted with aim to compare of yield and some quality characteristics of wheat that sown as autumn (timely and late sowing) and spring arid conditions of Isparta arid conditions during 2017-18 growing season. The experiment was set up as randomized complete block design with a split-plot design with three replications where sowing dates were in the main plots while the wheat cultivars were in subplots. Koç-2015, Seki, Ziyabey-98, Meta-2002 and Tosunbey bread wheat cultivars with alternative characters were used.

Differences among sowing times in point of grain yield, protein content, fresh gluten content, emergence rate and survival rate were statistically significant ( $P \leq 0.05$  ve  $P \leq 0.01$ ). Grain yield obtained from autumn sowings were higher than spring sowing. However, protein and fresh gluten content from spring sowing were higher than spring autumn.

The highest grain yield was determined in autumn timely sowing (300.1 kg da<sup>-1</sup>), it was followed by autumn late sowing (261.7 kg da<sup>-1</sup>) and the lowest grain yield was obtained from spring sowing (234.1 kg da<sup>-1</sup>). Compare to cultivars, grain yield varied between 246.7 kg da<sup>-1</sup> (Tosunbey) and 286.5 kg da<sup>-1</sup> (Meta-2002).

As a result, it was advised to autumn timely sowing and Meta-2002 and Ziyabey-98 cultivar as autumn sowing, and Meta-2002, Koç-2015 and Ziyabey-98 as spring sowing because of their higher grain yield and in the Isparta conditions.



## 1. GİRİŞ

Ekim zamanı bir çeşidin verim potansiyelini ve kalitesini ortaya koymada belirleyici faktörlerden birisidir. Bitkilerde verim ve kaliteyi çeşit özelliği, iklim faktörleri, uygun ekim tarihi ve yetiştirme koşulları gibi birçok faktör etkilemektedir [1]. Uygun ekim zamanı, ekilen tohumların optimum düzeyde çimlenerek toprak yüzeyine çıkmasını ve birim alanda optimum bitki sayısının oluşmasını sağlar. Kuru tarım bölgelerinde ekim zamanı daha çok yağışa bağlı olarak uygun toprak nemini yakalamakla yakından ilgili olduğundan yıllara göre önemli farklılıklar gösterebilmektedir. Orta Anadolu'nun bazı kısımlarında, geçiş bölgelerinde, Akdeniz bölgesinin bazı alanlarında kışlık ekimler, bazı yıllarda yağmurun yağmaması, bazı yıllarda ekim zamanlarında fazla yağmur yağmasıyla araziye girilememesi ve bazı durumlarda ise erken ekimlerde çıkış sağlamamasından dolayı zaman zaman geç kalabilmektedir (Akkaya ve Kara, 2018). Geç ekimlerde tohumların düşük sıcaklıklardan dolayı tohum ya çimlenememekte ya da zayıf çıkış olmaktadır. Bu durumda kıştan zarar görüp birim alandaki bitki sayısı düşük kalmaktadır. Dolayısıyla verimde olumsuz yönde etkilenmektedir. Ekim zamanının gecikmesine bağlı olarak başakta tane sayısının [1], 1000 tane ağırlığının ve m<sup>2</sup>'deki başak sayısının [3] azaldığını bildirilmiştir.

Ülkemizde buğday ekim alanlarının çok büyük kısmını sulanmayan, kıraç alanların oluşturduğu, buğday ekili alanların %75,0'nin doğal yağışlara dayalı koşullarda, %25,0'nin ise sulanabilir koşullarda yapıldığı bildirilmiştir [4]. Buğday yetiştiriciliğinin yapıldığı alanlar daha çok karasal iklimin görüldüğü ve yağış rejiminin düzensiz olduğu bölgelerdir. Orta Anadolu ve göller yöresinin de için olduğu kışlık tahıl ekim alanlarında bazı yıllarda yağmurun yağmaması ya da çok

düşük olması nedeniyle kışlık ekimler Kasım ayının ortaları veya sonlarına kadar ertelenmektedir. Ekimin geç yapıldığı dönemlerde tohumlar düşük sıcaklık ve yetersiz nemden dolayı çoğunlukla çimlenmemekte veya çıkışlar şubat ayının sonlarına doğru olmaktadır. Bu durumda bitki çıkışları olsa bile fideler zayıf kalmaktadır. Her iki durumda da bitkiler kış soğuklarından zarar görmekte ve birim alandaki bitki sayısı azalmakta ve bu durum verimi olumsuz etkilemektedir.

Buğday kışa rozet şeklinde 3-5 yapraklı olacak şekilde girmelidir, geç ekimlerde 1-2 yapraklı dönemdeki bitkiler kıştan zarar görürler [5]. Bu çalışma, ekimlik buğdayda farklı ekim zamanlarının (güzlük normal ekim, güzlük geç geç ekim ve yazlık ekim) tane verimi ve kalitesi üzerine etkisini belirlemek ve söz konusu ekim dönemlerini karşılaştırmak amacıyla yapılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

Araştırma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Araştırma ve Uygulama alanında, 2017-2018 yetiştirme mevsiminde Koç-2015, Seki, Ziyabey-98, Meta-2002 ve Tosunbey ekimlik buğday çeşitleri kullanılarak Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak doğal yağışlara dayalı koşullarda yürütülmüştür. Denemede kullanılan çeşitler alternatif tabiatlıdır.

Denemenin yürütüldüğü 2017-18 Ekim-Temmuz aylarına ilişkin toplam yağış miktarı 481,30 mm, uzun yıllar ortalaması ise 466,20 mm olarak gerçekleşmiştir. Aynı dönem içerisinde ortalama sıcaklık 11,04 °C olup uzun yıllar sıcaklık ortalaması ile (10,90 °C) benzer olmuştur (Tablo 1).

**Tablo 1.** Deneme yılına ve uzun yıllara ait iklim verileri\*

	Yıllar	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ort./Top
Sıcaklık (°C)	2017/18	13,2	0,3	2,1	3,1	6,3	9,2	14,8	16,8	20,3	24,3	11,04
	Uzun yıllar	12,0	7,5	3,0	2,5	5,1	9,3	10,8	15,6	20,1	23,4	10,90
Yağış (mm)	2017/18	1,6	45,9	82,1	75,7	75,0	65,9	51,0	43,3	36,8	4,0	481,30
	Uzun yıllar	28,9	76,9	98,0	46,9	28,0	42,9	56,6	50,8	24,4	12,8	466,20

\*Isparta Meteoroloji İstasyonu iklim verileri

Deneme alanı toprağının 0-30 cm derinliği alınan toprak örneği; kumlu-tınlı bir yapıya sahip olup, bazik (pH: 8.43), kireç oranı yüksek (%18.84) ve organik madde oranı (%1.44) düşüktür.

Ekim zamanları; 1. Önerilen güzlük ekim zamanı (Kontrol): Araştırmanın yürütüldüğü Isparta koşullarında buğday için önerilen güzlük ekim zamanı, Ekim ayının ortalarıdır [3]. Bu nedenle, güzlük zamanında ekim 16 Ekim 2017'de, 2. Güzlük geç ekim: 17 Kasım 2017'de, 3. Yazlık ekim: Toprak nemi bakımından arazi kontrol edildikten sonra 16 Şubat 2018'de yapılmıştır. Deneme Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak, ana parsellere ekim zamanları ve alt parsellere buğday çeşitleri gelecek şekilde kurulmuştur. Her alt parsel 8 m uzunluğunda, 6 sıra, 17 cm sıra aralığında ve m<sup>2</sup>'ye 500 tohum düşecek şekilde markörle açılan sıralara elle ekim yapılmıştır.

Çalışmada, ekim ile beraber saf madde üzerinden 6 kg da<sup>-1</sup> fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 5 kg da<sup>-1</sup> N uygulanmıştır. Ayrıca, buğday kardeşlenme dönemindeyken üst gübre olarak 5 kg da<sup>-1</sup> amonyum sülfat kullanılmıştır [6]. Tohum nemi %13-14'e düştüğü zaman her parselin yanlarından birer sıra ve başlarından 50'şer cm'lik kısımlar kenar tesiri olarak atıldıktan sonra geri kalan kısım orakla hasat edilmiştir. Güzlük ekimler 1 Temmuz 2018, yazlık ekim ise 10 Temmuz 2017'de hasat edilmiştir. Hasattan sonra bitkiler demet yapılarak 2-3 gün kurutulduktan sonra patoz ile harman yapılmıştır.

Çıkış oranı; kışlık (kontrol, geç ekim) ve yazlık ekimlerde 1 m uzunluğunda 4 sırada çıkan bitkiler kıştan önce ve ilkbaharın sayılmış ve %'ye çevrilmiştir. Kıştan zarar görme oranı; kışlık ekimlerde sonbaharın çıkış oranı belirlendikten sonra ilkbaharın aynı alandaki bitkiler sayılmış ve canlı kalma oranı belirlenmiştir.

Tane verimi; hasat alanı içerisindeki bitkiler harman edildikten sonra tane ürünü temizlenmiş, tartılmış ve elde edilen değerler kg da<sup>-1</sup> olarak kaydedilmiştir. Tanede protein oranı; harman yapıldıktan sonra her parselden alınan buğday örnekleri 70 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş [7] ve öğütülerek total azot içeriğini saptamak için Mikro Kjeldahl yöntemi kullanılmıştır. Toplam N miktarı bulunduktan sonra 6,25 faktörü [8] ile çarpılarak % protein hesaplanmıştır. Yaş gluten miktarı; AACC Metod 38-10, 2000 yöntemine göre analiz edilmiştir.

Elde edilen verilerin varyans analizleri SAS istatistik paket programından faydalanılarak yapılmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar DUNCAN testine göre karşılaştırılmıştır.

### 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Araştırmada; çıkış oranı, canlı kalma oranı, tane verimi, protein oranı ve yaş gluten oranına ekim zamanlarının etkisi P≤0.01 düzeyinde önemli olmuştur. Çeşitler arasında çıkış oranı bakımından P≤0.05, canlı kalma oranı, tane verimi ve yaş gluten oranı bakımından da P≤0.01 düzeyinde önemli farklılıklar belirlenmiştir (Tablo 2).

**Tablo 2.** Ekim zamanlarının buğdayın incelenen özelliklerine etkisine ait F değerleri

Varyasyon Kaynakları	Çıkış oranı	Canlı kalma oranı	Tane verimi	Protein oranı	Yaş gluten oranı
Tekerrür	0,47 <sup>öd</sup>	1,67 <sup>öd</sup>	1,91 <sup>öd</sup>	3,11 <sup>öd</sup>	0,18 <sup>öd</sup>
Ekim Zamanı (E.Z)	61,64**	97,33**	283,72**	11,57**	9,26 **
Hata 1	-	-	-	-	-
Çeşit (Ç)	4,50*	7,20**	40,96**	0,28 <sup>öd</sup>	7,99**
E.Z x Ç	0,50 <sup>öd</sup>	1,84 <sup>öd</sup>	10,47**	1,20 <sup>öd</sup>	1,39 <sup>öd</sup>
Hata 2	-	-	-	-	-
Genel	-	-	-	-	-
V.K (%)	3,84	3,20	4,86	7,23	3,26

\*, \*\*: Sırasıyla P≤0.05, P≤0.01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Araştırmada, en yüksek çıkış oranı %83,12 ile yazlık ekimde olurken, bunu kışlık zamanında ekim (%79,43) takip etmiş ve en düşük günlük geç ekimde (%71,26) belirlenmiştir (Tablo 3). Yazlık ekimde toprak sıcaklığının nispeten yüksek olması çıkış oranını artırdığı, günlük geç ekimde ise yine toprak sıcaklığının düşük olmasına bağlı olarak, çimlenme oranının azaldığı düşünülmektedir. Çeşitler arasında ise çimlenme oranı %75,22 (Ziyabey-98) - %80,01 (Meta-2002) arasında değişmiştir (Tablo 3). Çimlenme oranındaki farklılık çeşit özelliğine bağlanabilir [9].

Günlük geç ekimdeki buğdayın canlı kalma oranı (%72,33), günlük zamanında ekime (%81,20) göre daha düşük olmuştur (Tablo 3). Bu düşme geç ekimdeki çıkan fidelerin nispeten zayıf olması ve kışın düşük sıcaklıklardan zarar görmesinden kaynaklanmış olabilir. Çeşitlerin canlı fide oranı %72,67 (Ziyabey-98) - %79,66 (Meta-2002) arasında değişmiştir. En yüksek tane verimi günlük zamanında ekimde (300,1 kg/da) belirlenmiş, bunu günlük geç ekim takip etmiş (261,7 kg/da) ve en düşük yazlık ekimde (234,1 kg/da) olmuştur (Tablo 3).

Günlük ekimler arasındaki farklılık, günlük zamanında ekimde canlı kalma oranının, geç ekime göre yüksek olmasından kaynaklanabilir. Son yıllarda buğdayın ekim zamanı olan Ekim-Kasım aylarında yağmurun yağmaması yada çok düşük olması nedeniyle kışlık ekilen buğdayın düşük çimlenmesi nedeniyle birim alanda optimum bitki sayısında azalma dolayısıyla tane veriminde bir düşme görülebilmektedir. Bu nedenle çalışmanın asıl hedefi kışlık ekimler ile yazlık ekimi tane verimi bakımından karşılaştırmaktır. Fakat denemenin yürütüldüğü 2017-18 döneminde özellikle Kasım ayında yağmurun yüksek olması (45,9 mm/aylık) çimlenmeyi

olumlu sağlamış ve önceki yıllarda oluşan çimlenme ve çıkış sorunu yaşanmamıştır. Bu nedenle kışlık ekimler yazlık ekimlerden yüksek olmuştur. Akkaya ve Kara [10] Isparta koşullarında 2016 yılında yürütülen bir çalışmada buğdayın sonbaharın düşük yağmurlardan dolayı çıkmaması nedeniyle, aynı denemeyi 2017 yılında yazlık olarak ekmişler ve 348,3 kg/da tane verimi elde ettiklerini bildirmişlerdir. [11] 15 Kasım'dan 15 Aralık'a doğru ekim geciktikçe tane veriminin %32,0 ve %27,4 oranında ve ortalama 45 kg/da azaldığını, Yıldız ve Topal [12] Konya koşullarında kışlık ekilen buğdayın 649,6 kg/da, yazlık ekimde ise 144,5 kg/da olduğunu bildirmişlerdir. Kırıl ve Çelik [13] ekim zamanı geciktikçe çeşitlerin tek başak verimleri ve tane verimleri azaldığını bildirmişlerdir. Öztürk ve ark. [14] kışlık ekimde tane veriminin ve verimi etkileyen faktörlerin yazlık ekime göre önemli oranda daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar kışlık geç ekim (dondurma ekim) ve yazlık ekimdeki verim düşüklüğünün çiçeklenme dönemindeki yüksek sıcaklıklardan dolayı döllenme sorunundan kaynaklandığını rapor etmişlerdir. Buğdayın günlük geç ekimi ve yazlık ekiminde, kışlık ekime göre vejetasyon süresini daha hızlı tamamlaması nedeniyle su ve sıcaklığı yeterince değerlendirilemeyeceği için verimde azalmaların olacağı bildirilmiştir [5,14,15].

Buğday çeşitlerinin tane verimleri 246,7 kg/da (Tosunbey) ile 286,5 kg/da (Meta-2002) arasında değişmiştir (Tablo 3). Ekim zamanı x Çeşit interaksyonunda ise en yüksek tane verimi 338,3 kg/da ile günlük zamanında ekimde ve Meta-2002 çeşidinde, en düşük 228,1 kg/da ile yazlık ekimde ve Tosunbey çeşidinde belirlenmiştir. Bu farklılık çeşitlerin genetik özelliklerinden, kök yapılarından, iklim özelliklerine

karşı tepkilerinin farklı olmasından kaynaklanmış olabilir [13,16,17,18].

Protein oranı ve yaş glüten oranı bakımından güzlük ve yazlık ekimler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar olmuştur. Protein oranı ve yaş glüten oranı güzlük ekim zamanları arasında istatistiksel olarak fark çıkmamış (aynı istatistik grupta) ve yazlık ekime göre daha düşük olmuştur. Kün [19] yazlık ekimlerde nişasta dolum evresi olan sarı olum döneminin kısa sürmesi protein oranını artırdığını bildirmişlerdir. Kendal [16] yazlık bazı ekmeklik buğday genotiplerin protein oranının %9.8-11.2 arasında değiştiğini, Akkaya ve Kara [10] yazlık ekilen buğdayın protein oranının %14.6

olduğunu, Dirik ve Sakin [18] buğdayın protein içeriği kışlık ekimde %12,3-14,0 ve yazlık ekimde %13,1-16,0 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Buğday çeşitlerinin protein oranı bakımından çeşitler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli olmamıştır. Yaş glüten oranı bakımından %42,71 (Meta-2002 )-%39,17 (Koç-2015) çeşidi en yüksek değerlere sahip olmuştur (Tablo 3). Buğdayda bitkisel ve kalite özellikleri üzerine başta genetik yapının daha etkili olmasının yanısıra yetiştirme tekniklerinin, ekolojik özelliklerin etkisinin de önemli olduğu araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir [20,21,22,23].

**Tablo 3.** Farklı ekim zamanlarında incelenen özelliklere ait ortalama değerler

Ekim zamanları	Çeşitler	Çıkış oranı (%)	Canlı fide oranı (%)	Tane verimi (kg/da)	Protein oranı (%)	Yaş glüten oranı (%)
Güzlük ekim	Tosunbey	80,83	85,00	262,0 cd	14,63	41,10
	Meta-2002	81,66	83,66	338,3 a	14,80	41,20
	Seki	79,00	83,00	291,2 b	14,70	40,05
	Koç-2015	78,30	79,5	287,3 bc	14,20	38,53
	Ziyabey-98	77,25	75,3	321,4 a	14,90	39,20
Güzlük geç ekim	Tosunbey	73,66	74,4	250,3 ef	15,20	41,00
	Meta-2002	75,00	72,00	278,2 bcd	15,10	44,00
	Seki	71,66	73,6	263,6 e	14,76	40,20
	Koç-2015	68,33	72,4	240,5 fg	14,80	38,45
	Ziyabey-98	67,60	70,0	276,1 bcd	14,63	41,10
Yazlık ekim	Tosunbey	85,04	-	228,1 h	15,15	42,20
	Meta-2002	83,35	-	243,3 fg	16,50	43,05
	Seki	84,40	-	231,2 g	15,80	42,15
	Koç-2015	82,20	-	235,3 g	15,40	41,30
	Ziyabey-98	80,66	-	233,5 g	15,10	42,50
Ekim zamanları	Güzlük ekim	79,43 B	81,20 A	300,1 A	14,64 B	39,99 B
	G. geç ekim	71,26 C	72,33 B	261,7 B	14,89 B	40,80 B
	Yazlık ekim	83,12 A	-	234,1 C	15,59 A	42,10 A
Çeşitler	Tosunbey	79,83 A	79,66 A	246,7 E	14,99	41,36 B
	Meta-2002	80,01 A	77,83 AB	286,5 A	15,46	42,71 A
	Seki	78,33AB	78,00 AB	262,0 C	15,08	40,66 B
	Koç-2015	76,30BC	75,66 BC	254,4 D	14,80	39,17 C
	Ziyabey-98	75,22 C	72,67 C	276,7 B	14,87	40,90 B

Sonuç olarak; araştırmada, güzlük ekimlerde (zamanında ve geç ekim) elde edilen tane verimi yazlık ekimden daha yüksek olmuştur. Protein oranı ve yaş glüten oranı ise yazlık ekimde güzlük ekimlerden daha yüksek olmuştur.

Güzlük zamanında ekim yapılan ekimde elde edilen ortalama buğday tane verimi, geç ekime göre %12,79 ve yazlık ekime göre ise %21,99 daha yüksek olmuştur.

Protein ve yaş glüten oranı değerleri güzlük ekimlerde birbirine yakın bulunmuş olup, istatistiki olarak çeşitler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur.

Çeşitler karşılaştırıldığında, ortalama tane verimi 254,4-286,5 kg/da arasında değişmiştir.

Bir yıllık araştırma sonuçlarına göre, en yüksek tane veriminden dolayı, buğdayın zamanında (Ekim ayının ortası) ekilmesi önerilmektedir. Buna ilaveten herhangi bir nedenden dolayı ekimin zamanında yapılamadığı durumunda tatminkar tane veriminden dolayı geç de olsa

buğdayın güzlük ekim şeklinde yapılması gerektiği düşünülmektedir. Isparta koşullarında denemeye alınan çeşitler arasında kışlık ekimler için Meta-2002 ve Ziyabey-98 çeşitleri, yazlık olarak ise Meta-2002, Koç-2015 ve Ziyabey-98 çeşitleri ön plana çıktığı görülmektedir. Kesin sonuçlara ulaşabilmek için çalışmanın ileriki yıllarda sürdürülmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

### Teşekkür

Bu çalışma; Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tarafından kabul edilen Nesrin TULUBAŞ'ın "Kıraç Koşullarda Güzlük ve Yazlık Ekilen Buğdayın Tane Verimi İle Bazı Kalite Özelliklerinin Karşılaştırılması" isimli Yüksek Lisans Tez çalışmasından üretilmiştir. Protein ve yaş glüten analizinin yapılmasına yardımlarında dolayı Isparta Hediye Un Fabrikasına teşekkür ederiz.



**KAYNAKLAR**

- [1] Nagy J. Effect of sowing date on the yield and quality of maize hybrids with different growing seasons. *Acta Agron Hungarica* 2009;57(4):389-399.
- [2] Gençtan T, Sağlam N. Ekim zamanı ve ekim sıklığının üç ekmeklik buğday çeşidinde verim ve verim unsurları üzerine etkisi. *Türkiye Tahıl Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 6-9 Ekim 1987, Bursa, 1987. s. 83-90.
- [3] Akgün İ, Altındal D, Kara B. Isparta ekolojik koşullarında ekmeklik ve makarnalık bazı buğday çeşitlerinin uygun ekim zamanlarının belirlenmesi. *Tarım Bilim Der.* 2011;17(4):300-309.
- [4] Serpi Y, Topal A, Sade B, Ögüt H, Soylu, B, Boyraz N, ve ark. Buğday Raporu, Ulusal Hububat Konseyi, Mayıs 2011.
- [5] Akkaya A. Buğday Yetiştiriciliği. K.S.Ü. Genel Yayın No:1, Zir. Fak. Genel Yayın No:1, Ders Kitapları Yayın No:1. Kahramanmaraş; 1994.
- [6] Kara B. Influence of late-season nitrogen application on grain yield, nitrogen use efficiency and protein content of wheat under Isparta ecological conditions. *Turk J of Field Crops.* 2010;15(1):1-6.
- [7] Walsh LM, Beaton JD. *Soil Testing and Plant Analysis.* Soil Sci. Soc. of Am. Inc. Madison, Wisconsin, USA; 1973.
- [8] Miller SB. *Variety Breads in The United States.* Access Pages, 158; 1980.
- [9] Atar B, Kara B. Bazı Kışlık buğday çeşitlerinin erken fide dönemindeki gelişimleri. Süleyman Demirel Üni. Ziraat Fak. Der. 2017;12(1):34-38.
- [10] Akkaya S, Kara B. Ekmeklik buğdayda ahır ve yeşil (Karabuğday, Fiğ) gübre uygulamalarının verim ve kaliteye etkisi. Süleyman Demirel Üni. Ziraat Fak Der. 2018;13(1):1-8.
- [11] Virender S, Sharma SK, Randhawa AS. Performance of wheat (*Triticum aestivum*) varieties under different sowing dates and nitrogen levels in the submontane region of Punjab. *Indian J of Agron.* 2002;47:372-377.
- [12] Yıldız C, Topal A. Selçuklu-97 makarnalık buğday çeşidinde kışlık ve yazlık ekimde farklı azot dozları ile sulama seviyelerinin verim, bazı verim unsurları ve kalite faktörlerine etkisi. *Selçuk Üni Ziraat Fak Der.* 2002;16:5-13.
- [13] Kırıl AS, Çelik A. Tokat-Kazova koşullarında ekmeklik buğday çeşitlerinin (*Triticum aestivum*) verim ve diğer özelliklerine ekim zamanının etkisi. *Gaziosmanpaşa Üni Ziraat Fak Der.* 2012; 29(1):75-79.
- [14] Öztürk A, Çağlar O, Bulut S. Growth and yield response of facultative wheat to winter sowing, freezing sowing and spring sowing at different seeding rates. *J Agron & Crop Sci.* 2006;192:10-16.
- [15] Dahlke BJ, Oplnoer ES, Gaska JM, Martinka MJ. Influence of planting date and seeding rate on winter wheat grain yield and yield components. *J of Produc Agric.* 1993;6(3):408-414.
- [16] Kendal E. Yazlık bazı ekmeklik buğday genotiplerinin Diyarbakır koşullarında verim ve kalite yönünden değerlendirilmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üni Doğa Bilimleri Der.* 2013;16(3):16-24.
- [17] Atar B, Kara B, Şener A. Yurtdışı orijinli bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin Isparta koşullarında performansları. *Black Sea Journal of Agric.* 2018;1(4):122-126.
- [18] Dirik KÖ, Sakin MA. Kışlık ve yazlık olarak yetiştirilen bazı makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) çeşit ve hatlarının bazı kalite özelliklerinin karşılaştırılması. *Gaziosmanpaşa Üni Ziraat Fak Der.* 2018;35(2):119-126.
- [19] Kün E. Serin İklim Tahılları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1032, Ders Kitabı: 299, Ankara; 1988.
- [20] Peterson CJ, Graybosch RA, Boenziger PS, Grambacher AW. Genotype and environment effects on quality characteristics of hard red winter wheat. *Crop Sci.* 1992;32:98-103.
- [21] Borghi B, Corbellini M, Minoia C, Palumbo M, Di Fonzo N, Perenzin M. Effects of mediterranean climate on wheat bread-making quality. *European J of Agron.* 1997;6:145-154.
- [22] Mladenow N, Przulj N, Hristov N, Djuric V, Milovanovic M. Cultivar-by-environment interactions for wheat quality traits in semiarid conditions. *Cereal Chem.* 2011;78:363-367.
- [23] Singh S, Gupta AK, Gupta SK, Kaur N. Effect of sowing time on protein quality and starch pasting characteristics in wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes grown under irrigated and rain-fed conditions. *Food Chem.* 2010;122:559-565.



## Evaluating Cucumber Fruit as a Health-giving Vegetable

Muharrem Ergun\*<sup>1</sup>, Zahide Süslüoğlu<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Bingöl  
 Muharrem Ergun ORCID No: 0000-0002-0213-1245  
 Zahide Süslüoğlu ORCID No: 0000-0002-3958-6374

\* Corresponding author [muharrem.ergun@yahoo.com](mailto:muharrem.ergun@yahoo.com)

(Received: 21.11.2018, Accepted: 02.05.2019, Published Online: 30.06.2019)

### Keywords

Functional food,  
 Medicinal plant,  
 Folk medicine,  
 Anti-aging,  
 Cucurbitacin

**Abstract:** Cucumber vegetable (*Cucumis sativus* L.) is one of the very widely cultivated agricultural crops not only in Turkey but in the World as well. Cucumber has become a very popular fruit especially, in the Western Countries due to its high water and low calorie contents. The vegetable has been using in traditional medicine in India and China since ancient times. The fruit cosmetically used for nourishing the skin. The fruit has a soothing effect against skin irritations, swellings and sunburns. The fruit also carries refrigerant, haemostatic and tonic properties. A number of bioactive compounds have been found in cucumbers including cucurbitacins, cucumegastigmanes I and II, cucumerin A and B, vitexin, orientin, etc. This review explores phytochemical and pharmacological facts of cucumber fruits and points out some their therapeutic potential.

## Hıyar Meyvesinin Şifalı Bir Sebze Olarak Değerlendirilmesi

### Anahtar Kelimeler

Fonksiyonel gıda,  
 Tıbbi bitki,  
 Halk hekimliği,  
 Yaşlanma geciktirici,  
 Kukurbitasin

**Öz** Hıyar sebzesi hem dünyada hem de Türkiye’de oldukça yüksek miktarda üretilen tarımsal ürünlerden bir tanesidir. Hıyar yüksek su içeriği ve düşük kalori değeri ile Batı Ülkeleri’nde popüler bir sebze haline gelmiştir. Sebze Hindistan ve Çin’de uzun zamandır halk hekimliğinde kullanılmaktadır. Kozmetik olarak, hıyar meyvesi özellikle cilt besleyici olarak kabul görmektedir. Hıyar meyvesi tahriş/kaşıntı, şişme ve güneş yanıklığına karşı deride rahatlatıcı bir etkiye neden olabilmektedir. Hıyar ayrıca serinletici, tonik ve kanama durdurucu etkiye sahiptir. Hıyarlardan kukurbitasin, cucumegastigman I and II, cucumerin A and B, vitexin, orientin gibi çok sayıda biyoaktif bileşenler izole edilmiştir. Bu derleme ile hıyarın fitokimyasal ve farmakolojik özelliğini incelenmiş ve terapötik potansiyeline dikkat çekilmiştir.

### 1. INTRODUCTION

The therapeutic value of the cucumbers has been known in India and China from ancient times [1,2]. In India, the fruit is generally used for arresting skin aging, and for several skin problems such as swelling under eyes and sun-burns [2,3]. In China, cucumber leaves, stems or roots are used for anti-diarrhea and anti-gonorrhoea agent, and detoxification [4].

Pharmacological studies of cucumbers have revealed that cucumber carries a potential of antimicrobial, antidiabetic and hypolipidemic agent traits [2]. Moreover, the vegetable may suppress the activities of elastase and hyaluronidase enzymes, which increases its cosmetic values [5]. A number of bioactive compounds have been isolated from cucumbers including

cucurbitacins, cucumegastigmanes I and II, cucumerin A and B, vitexin, orientin etc.

This review aims to explore phytochemical and pharmacological potential of cucumber fruits and to point out some their therapeutic effects.

### 2. CUCUMBER PLANT

Cucumber plant is the only species bearing only 7 chromosomes in Cucurbitace family, and the plant is thought be evolved a 12-chromosome karyotype [6]. The plant is thought be originated from Northern India, Himalayas [7]. In India, two types of cucumber are cultivated; the first one creeping form is grown during the hot season, and the second one climbing form is grown during the rainy season [2]. Cucumbers have also

been cultivated in China for 2000 years and cover the second largest area among vegetables after Chinese cabbage [8]. Cucumber cultivars may be divided into 4 categories: (1) exotic group cultivated in Europe and America, (2) xerophytic group from Northern India, (3) Chinese group with long fruits and shiny skin, (4) Himalayan group with rusty skin [7]. In Turkey, the vegetable is annually grown and its cultivars are usually climbing types when grown for fresh consumption.

The cucumber leaf is consisted of three to five lobes and bears prickly hairs. The plants bear both male and female flowers which are yellow in color. Cucumber fruit varies in size and shape ranging from compressed, elongated, ellipsoid, dorsoventrally, convex and laterally ridged type. Seeds are cream or white in color and the testa hard and smooth [2].

### 3. NUTRITIONAL VALUE OF CUCUMBER FRUIT

Cucumber fruit contains water (96%), protein (0.4%), fat (0.1%), carbohydrate (3%), mineral (0.3%), calcium (0.01%), phosphorus (0.03%), iron (1.5 mg 100 g<sup>-1</sup>) and vitamin B (30 IU 100 g<sup>-1</sup>) [2]. The fruit also carries crepsin, proteolytic enzyme, ascorbic acid, oxidase, succinic and malic dehydrogenase [9]. The fruit mesocarp is rich in ascorbic acid while its peel in lactic acid [10]. More than 35 volatiles have been isolated from cucumber fruit, and nonenol and its derivatives the more prominent aromatic substances are among the volatiles [10,11]. Some of the major fatty acids isolated from cucumber fruits are linoleic, lauric, oleic, stearic, palmitic and myristic [12,13].

### 4. PHYTOCHEMICAL PROFILE OF CUCUMBERS

More than 30 phytochemicals have been extracted from cucumber fruit, leaf or seed (Table 1). Cucurbitacins, well-known for bitterness and toxicity, their derivatives are the leading compounds in cucumbers [14]. All forms of cucurbitacins have been isolated from cotyledons of cucumber seedlings [15]. Cucurbitacins in fruits are hydrolyzed by elaterase enzyme during maturation. Thus, bitterness fades away with fruit maturity [16]. *Bt* gene promotes cucurbitacin formation while *bi* gene suppresses [17]. Ecological factors can affect the activity of elaterase; such as cool temperatures restrict the activity, thereby, causing a bitter fruit formation [18].

**Table 1.** Phytochemicals isolated from cucumbers [2].

No	Phytochemicals
1	Cucurbitacin A
2	Cucurbitacin B
3	Cucurbitacin C
4	Cucurbitacin D
5	Cucurbitacin E
6	Cucurbitacin I
7	Cucumerin A
8	Cucumerin B
9	Vitexin
10	Isovitexin

11	Orientin
12	Isorientin
13	Cucumegastigmanes I
14	Cucumegastigmanes II
15	(+)-Dehydrovomifoliol
16	Indole-3-aldehyde
17	Indole-3-carboxylic acid
18	Isovitexin 2''- O - (6'''-(E)-p-cou maroyl) glucoside
19	Isovitexin 2''- O - (6'''-(E)-p-cou maroyl) glucoside-4'-O-glucoside
20	Isovitexin 2''- O - (6'''-(E)-feruloyl) glucoside-4'-O-glucoside
21	soscoparin 2''- O - (6'''-(E)-p-cou maroyl) glucoside
22	Isoscoparin 2''- O - (6'''-(E)-feruloyl) glucoside-4'-O-glucoside
23	Isovitexin 2''- O - (6'''-(E)-feruloyl) glucoside
24	Isoscoparin 2''- O - (6'''-(E)-feruloyl) glucoside
23	Saponarin
26	Saponarin 4-O-glucoside
27	Vicenin-2
28	Apigenin 7- O - (6''-O-p-coumaroyl)glucoside
29	Quercetin 3- O -glucoside
30	Kaempferol - 3 - O - glucoside
31	Kaempferol 3- O - rhamnos

### 5. PHARMACOLOGICAL PROPERTIES

Cucumber fruits have been traditionally used for various skin ailments and for nourishing the skin. Cucumber fruit contains an abundant amount of water, ascorbic acid and caffeic acid, which creates a soothing effect on the skin and alleviates swellings [2]. Cucumber fruit has been reported to suppress elastase and hydroxyacid enzyme activities in the skin, which proves it might carry a potential role on the skin care, especially preventing wrinkles [5]. Fruit is rich in lactic acid which is a member of alpha-hydroxy acid family. The cosmetic use of alfa hydroxyl acid includes healing or reducing several skin ailments including xeroderma, keratosis, etc [10,19,20].

The cucumber fruit pulp is also used for curing warts, xerosis and chemical peeling of the skin [21]. Cucumber fruit extract demonstrated a sun protective factor (SPF) value of 0.06 to 100 at a concentration of 100 µg ml<sup>-1</sup>, thus, can be used in skin care products [22]. Fresh cucumber extract contains cucurbitacin D, 23, 24-dihydrocucurbitacin D and rans cis-2, 6-nonadienal that can subdue tyrosine and melanin synthesis, which may have a potential to inhibit darkening on the skin [23,24]. Cucumber fruit bears an abundant amount of fiber, and a variety of valuable minerals such as silica, potassium and magnesium, which depicts cooling effects on the skin, hence, it may be used as anti-wrinkle agent in cosmetic products [5].

Some clinical studies have shown that cosmetic products containing cucumber fruit extract may be used for skin care and alleviating various skin problems. A topical skin-care cream carrying hydro-alcoholic extracts of cucumber has been reported to decrease skin moisture loss and melatonin amount [25]. Skin massage agents bearing cucumber fruit extract have demonstrated to be

potentially beneficial for skin aging and improving skin elasticity [26-28].

Besides against skin ailments, few studies related to their pharmacological activities exist and summarized as follows: Clinical works have indicated that cucurbitacins exerted cytotoxicity and anti-cancer activity [2]. Cucurbitacin B has been found to suppress prostate cancerous cell growth in vivo [29]. Cucurbitacins have also wielded wide ranges of pharmacological effects including being a purgative, anti-inflammatory and anti-fertility agent [30]. Cucumber leaf and stem MeOH extracts have been reported to suppress melanin production in B16 cancerous cells [31,32].

Aromatic compounds isolated from cucumbers have been found to effective against some gram-negative bacteria including *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumonia* and *Enterobacter cloacae*; against some gram-positive bacteria including *Staphylococcus epidermidis* and *Staphylococcus aureus*, and against some fungi including *Candida tropicalis*, *Candida albicans* and *Candida glabrata* [10]. Furthermore, (*E*)-2-nonenal and (*E*, *Z*)-2, 6-nonadienal chemical substances extracted from cucumbers have shown to exert antibacterial properties against some deadly pathogens such as *Salmonella typhimurium*, *Listeria monocytogenes* and *Bacillus cereus* [33].

Extract from cucumber leaves showed that it might be used against encephalitis [34]. Cucumber may be used against burning sensation, constipation, tonic and intermittent fevers [35].

To conclude, cucumber fruit and plant including root, stem, leaf, seed and especially leaf possess important therapeutic value especially for the skin. However, farther clinical studies are required to optimize the application of cucumbers for skin care or cure other ailments.

## REFERENCES

- [1] Franco P, Vittorio S, Robert A. Plants in cosmetics. Press-Council of Europe; 2002.
- [2] Mukherjee PK, Nema NK, Maity N, Sarkar BK. Phytochemical and therapeutic potential of cucumber. *Fitoterapia*. 2003;84:227-236.
- [3] Mukherjee PK, Maity N, Nema NK, Sarkar BK. Bioactive compounds from natural resources against skin aging. *Phytomedicine*. 2011;19:64-73.
- [4] Chuyaku-Daijiten. Shanghai Technology. Tokyo: Shogakukan Press; 1985.
- [5] Nema NK, Maity N, Sarkar B, Mukherjee PK. *Cucumis sativus* fruit potential antioxidant, anti-hyaluronidase, and anti-elastase agent. *Arch Dermatol Res*. 2011;303:247-52.
- [6] Renner SS, Schaefer H, Kocyan A. Phylogenetics of *Cucumis* (Cucurbitaceae): cucumber (*C. sativus*) belongs in an Asian/Australian clade far from melon (*C. melo*). *BMC Evol Biol*. 7: 1-11.

- [7] Peter KV, Abraham Z. Biodiversity in horticultural crops. New Delhi. Daya Publishing House; 2007.
- [8] Whitaker TW, Davis GN. Cucurbits - Botany, Cultivation, Utilization. New York: Interscience Publication; 1996.
- [9] Kapoor LD. CRC Handbook of Ayurvedic Medicinal Plants. Florida: CRC Press LLC; 1990.
- [10] Sotiroidis G, Melliou Sotiroidis E, Chinou I. Chemical analysis, antioxidant and antimicrobial activity of three Greek cucumbers (*Cucumis sativus*) cultivars. *J Food Biochem*. 2010;34:61-78.
- [11] Kemp TR, Knavel DE, Stoltz LP. Identification of some volatile compounds from cucumber. *J Agric Food Chem*. 1974; 22:717-718.
- [12] Peng AC, Geisman JR. Lipid and fatty acid composition of cucumbers and their changes during storage of fresh-pack pickles. *J Food Sci*. 1978;41:859-862.
- [13] Zhou WA, Mcfeeters RF. Volatile compounds in cucumbers fermented in low-salt conditions. *J Agric Food Chem*. 1988;46:2117-2122.
- [14] Hideki H, Hidekazu ITO, Katsunari I, Keiko A, Yoshiteru S, Isamu I. Cucurbitacin C-bitter principle in cucumber plants. *Jpn Agric Res Q*. 2007;41:65-68.
- [15] Chen JC, Chiu MH, Nie RL, Cordell GA, Qiu SX. Cucurbitacins and cucurbitane glycosides: structures and biological activities. *Nat Prod Rep*. 2005;22:386-99.
- [16] Enslin PR, Joubert FJ, Rehm S. Bitter principles of the cucurbitaceae. III.-Elaterase, an active enzyme for the hydrolysis of bitter principle glycosides. *J Sci Food Agric*. 1956;7:646-55.
- [17] Peerce LK, Wehner TC. Review of gene and linkage groups in cucumber. *HortSci*. 1990;25:605-615.
- [18] Pittenger DR. California master gardener handbook, Volume 3382. California: University of California. Division of Agriculture and Natural Resources Publication; 2002.
- [19] Scott EV, Yu R. Hyperkeratinization, corneocyte cohesion and alpha-hydroxy acid. *J Am Acad Dermatol*. 1984;5:867-879.
- [20] Scott EV, Yu R. Alpha-hydroxy acids: procedures for use in clinical practice. *Cutis*. 1989;43:222-228.
- [21] Murad H, Shamban AT, Premo PS. The use of glycolic acid as a peeling agent. *Dermatol Clin*. 1995;13:285-307.
- [22] Hogade MG, Patil BS, Prashant D. Competitive sun protection factor determination of fresh fruit extract of Cucumber vs marketed cosmetic formulation. *Res J Pharm Biol Chem Sci*. 2010;1:55-59.
- [23] Fernando GH, Mercedes JN, Juana C, Francisco GC, Josefa E. Tyrosinase inhibitory activity of cucumber compounds: enzymes responsible for browning in cucumber. *J Agric Food Chem*. 2003;51:7764-7769.
- [24] Jian CC, Ming C, Rui LN, Geoffrey AC, Samuel XQ. Cucurbitacins and cucurbitane glycosides: structures and biological activities. *Nat Prod Rep*. 2005;22:386-399.



- [25] Akhtar N, Mehmood A, Khan BA, Mahmood T, Muhammad H, Khan S, Saeed T. Exploring cucumber extract for skin rejuvenation. *Afr J Biotechnol* 2011;10:1206-1216.
- [26] Su CJ. A skin massage agent containing Succus Cucumidis sativi, lemon, and Eupolyphaga Seu Steleophaga juice for preventing skin aging and improving moisture retention and preparation method thereof. Repub. Korean Kongkae Taeho Kongbo; CODEN: KRXXA7 KR 2003005078; 2003.
- [27] Hwa CJ. Method for preparing massage pack containing plant extracts for preventing skin keratin trouble. Repub. Korean Kongkae Taeho Kongbo; CODEN: KRXXA7 KR 2007121272 A 20071227; 2007.
- [28] Yeong YJ. Method for preparing cosmetic pack containing minerals and extracts from mulberry and cucumber. Repub. Korean Kongkae Taeho Kongbo; CODEN: KRXXA7 KR 2010026644 A 20100310; 2010.
- [29] Gao Y, Islam MS, Tian J, Lui, VW, Xiao D. Inactivation of ATP citrate lyase by Cucurbitacin B: A bioactive compound from cucumber, inhibits prostate cancer growth. *Cancer Lett* 2014;349(1):15-25.
- [30] Guha J, Sen SP. The cucurbitacins: a review plant. *Biochem.* 1975;2:12-28.
- [31] Kamkaen N, Mulsri N, Treesak C. Screening of some tropical vegetables for anti-tyrosinase activity. *Thai Pharm Health Sci J.* 2007;2:15-19.
- [32] Cho MJ, Buescher RW, Johnson M, Janes M. Inactivation of pathogenic bacteria by cucumber volatiles (E, Z)-2, 6- nonadienal and (E)-2-nonenal. *J Food Prot.* 2004;67:1014-1046.
- [33] Kai H, Baba M, Okuyama T. Inhibitory effect of *Cucumis sativus* on melanin production in melanoma B16 cells by downregulation of tyrosinase expression. *Planta Med.* 2008;74:1785-1788.
- [34] Jevtic B, Djedović N, Stanisavljević S, Gašić U, Mišić D, Despotović J, Samardžić J, Miljković D, Timotijević G. Anti-encephalitogenic effects of cucumber leaf extract. *J Func Foods.* 2017;37:249–262
- [35] Warriar PK, Nambiar VPK, Ramamkuty C. Indian medicinal plants: A Aompendium of 500 Species. Chennai: Press Orientlongman; 1994.



## Robot Sistemlerinde Kullanılan Algoritmalar

Gürkan GÜRGÜZE\*<sup>1</sup>, İbrahim TÜRKOĞLU<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fırat Üniversitesi, Yazılım Mühendisliği Anabilim Dalı, Elazığ, Türkiye

<sup>2</sup>Fırat Üniversitesi Yazılım Mühendisliği Bölümü Elazığ, Türkiye

Gürkan GÜRGÜZE ORCID No: 0000-0002-2831-498X

İbrahim TÜRKOĞLU ORCID No: 0000-0003-4938-4167

\*Sorumlu yazar: [gurkangurgoze@gmail.com](mailto:gurkangurgoze@gmail.com)

(Alınış: 11.12.2018, Kabul: 02.05.2019, Online Yayınlanma: 30.06.2019)

### Anahtar Kelimeler

Robot algoritmaları, Robot algoritma başarımları, Parçacık sürüsü, Olasılıksal, İstatistiksel, Analitik

**Öz** Robot sistemlerindeki donanımsal ilerlemeler birçok alanda farklı kullanım fikirlerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu düşüncelerin başarılı bir şekilde hayata geçebilmesi donanımsal gelişmelerin paralelinde hızlı, pratik ve fazla güç tüketimi sarf ettirmeyen yazılımsal çözümlerini zorunlu hale getirmiştir. Bu anlamda etkin yazılımların oluşması ve optimum çözümlerin sunulması için robot algoritmaları geliştirilmiştir. Günümüzde olasılıksal, istatistiksel, sezgisel, analitik ve farklı türlerde yapay zekâya dayalı birçok algoritma ve yöntem mevcuttur. Her algoritmanın problemlere yaklaşımları ve çözümleri farklı olduğundan özelliklerinin iyi bilinmesi doğru yerde ve şekilde kullanılmasını sağlayacaktır. Bu amaçla, robot çalışmalarında hangi algoritmaların kullanıldığı, kullanım amaçları, alanları, etkinlikleri, eksiklikleri, başarımları ve hangi alanda daha etkin oldukları incelenen literatür ışığında karşılaştırmalı olarak irdelenmiştir.

## Algorithms Used In Robot Systems

### Keywords

Robot algorithms, Robot algorithm performances, Particle swarm, Probabilistic, Statistical, Analytical

**Abstract:** Hardware developments in robot systems reveal different usage ideas in many areas. The success of these ideas has made it necessary for software solutions that fast, practical and do not require high power consumption in parallel with hardware developments. In this sense, robot algorithms have been developed to produce effective software and to provide optimum solutions. Today, there are many algorithms and methods based on probabilistic, statistical, intuitive, analytical and artificial intelligence in different genres. Each algorithm has different approaches and solutions to the problems. For this reason, a good knowledge of the properties of the algorithms will ensure that the algorithms are used correctly. For this purpose, this article describes the algorithms used in robot studies, their usage purposes, their fields, their activities, their deficiencies, their performances and in which fields they are more effective.

### 1. GİRİŞ

Robot dünyasındaki gelişmeler her geçen gün hızla devam etmektedir. Bununla birlikte ebatları küçülen, maliyetleri azalan, temin edilebilirliği artan, verimliliği ve etkinliği yüksek donanımsal yapıların ortaya çıkması robot çalışma sahasını genişletmiştir. Tabii yaygınlaşan robot uygulamaları çözülmesi gereken sorunların artmasına da neden olmuştur. Özellikle donanımsal gelişmelere paralel olarak yazılımsal çözümlerin geliştirilmesi önemli bir konu haline gelmiştir. Bu nedenle birçok algoritma ve yöntem geliştirilmiş ve kullanılmıştır [1-3].

Önceleri robotların endüstriyel ortamlarda kendini tekrarlayan işlemleri yapmaları, buna yönelik yazılımlar ve denetleyicilerin kullanımını yeterli kılmıştır[1]. Ancak daha sonraları robotların mobil özellik kazanması, sensörlerin insan duyusu gibi hassasiyetle çalışması ve bilgi iletişim özelliklerinin gelişmesi, robotların çalışması için tasarlanan ortam ve insanla etkileşimli olmasına olanak tanımıştır [4,5]. Bu durum sistemlerin karmaşıklaşmasına neden olmuştur. Karmaşıklaşan sistemlerin bütüncül bir yapı içerisinde ortam algılama, görev tanımlama, hareket etme, enerji sağlama vb. işleri aynı anda yapması artık beklenen bir konu haline almıştır. Bu amaçla birçok algoritma geliştirilmiştir [2,6].

Son yıllarda robotlarla ilgili çözüm aranan problemlere baktığımızda bilinmeyen bir ortamı algılayıp hareket etmesi, engellere çarpmaması, belirtilen hedefe en uygun yolla gitmesi, ortam bilgisini alabilmesi, insan etkileşimli olması, insan hislerini algılayabilmesi, çoklu ve sürü robotların birlikte hareketi gibi birçok konu karşımıza çıkmaktadır [7–11]. Bu konuların çözümünde istatistiksel, olasılıksal ve yapay zekâya dayalı algoritmalar önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle getirdiği çözümlerin başarılı olması bilim adamlarını doğadaki canlıların davranışlarını incelemeye itmiştir ve sürü zekâsı algoritmaları etkin çözümler sunmuştur [12, 13].

Mesela, robot yol planlamalarında özellikle karınca, arı, ateşböceği, kurt, balık gibi canlıların yiyecek arama ve sürüyle hareket etme özelliklerine yönelik sürü algoritmaları mevcuttur. Robotların bulunduğu konumu bilmesi, ortamı algılaması ve ona göre bir sonraki hareketini ve davranışını gerçekleştirmesi için olasılıksal ve istatistiksel olan kalman filrelesi, markov zinciri, monte carlo yaklaşımı, yapay potansiyel alanlar yöntemi, levy uçuşu, hızlı rastgele ağaç keşfi gibi algoritmalar kullanılarak tahmine dayalı işlemler yapılmaya çalışılmıştır. Karar mekanizmalarını kuvvetlendirmek ve gelen bilgilere göre insan gibi düşünerek daha gerçekçi kararlar verilebilmesi amacıyla YSA, bulanık mantık, genetik algoritma, A\* gibi birçok sezgisel algoritmalar kullanılmıştır. Görev planlama, özerklik yaklaşım, çarpışma önleme, sürülerin koordineli çalışmasını sağlayan algoritmalar gibi farklı sorunlara yönelik birçok algoritma bulunmaktadır [14,15].

Bu makalede, incelenen makaleler ışığında son yıllarda robot sistemlerde kullanılan algoritmalar incelenmiş ve bilgiler verilmiştir. Aynı zamanda algoritmaların yalnız ve hibrit kullanımları, uygulama alanları ve başarımları hakkında karşılaştırma yapılmıştır.

## 2. ROBOTLARDA KULLANILAN ALGORİTMALAR

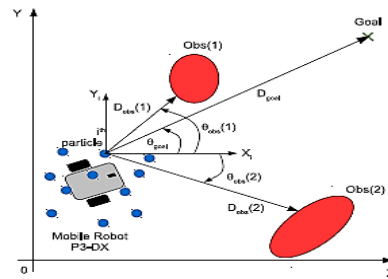
Robotlarla ilgili makaleler incelendiğinde genel olarak parçacık sürü algoritması, kalman filtre çeşitleri, markov zinciri, bulanık mantık, genetik algoritma, karınca kolonisi, monte carlo yöntemi, levy uçuşu, potansiyel alan yöntemi, hızlı rastgele ağaç keşfi, A\* gibi algoritmaların ayrı ayrı veya birlikte çözümler getirdiği gözlenmektedir.

### 2.1. Parçacık Sürü Optimizasyonu

James Kennedy adlı bir sosyolog ile elektrik mühendisi olan Russel Eberhart tarafından 1995 yılında kuş ve balıkların popülasyon halinde birlikte sergiledikleri sosyal davranışları örnek alarak doğrusal olmayan durumlara çözümler getirmek amacıyla geliştirilmiş sezgisel bir algoritmadır. Görüntü işlemeden, robot navigasyonuna, bulanık mantıktan, yapay sinir ağlarına kadar birçok alanda optimuma yakın çözümler üretmede yaygın bir şekilde kullanılmaktadır [16,17].

Parçacık sürüsü optimizasyonunda özellikle bireylerin birbirleriyle haberleşmesi, bilgi paylaşımı ve durumlarını birlikte ortak harekete göre güncellemesi en etkili özelliğidir. Genetik algoritma gibi evrimsel özelliği olmasına rağmen güncel çoklu bilgi alış verişi işlem yükünü azaltmıştır. Son yıllarda mobil robotlarda bilinmeyen ve dinamik ortamların haritalanmasında, engellerden kaçmada, istenilen hedefe en hızlı, en kısa ve en uygun pozisyonda gitmede önemli bir algoritma haline gelmiştir. Özellikle, çok fazla karmaşık ortam bilgisine ihtiyaç duymadan, parçacıkların sezgisel durumlarına ve verdikleri bilgilere göre hareket etmesi uygulanmasını kolaylaştırmıştır [7,18,19].

PSO da parçacıkların rastgele çözümleriyle işleme başlanır. İstenilen hedef için öncelikle parçacıkların probleme göre uygunluk fonksiyonu elde edilir, daha sonra tüm parçacıkların hedef için en iyi değerleri (pbest) ve bu en iyi değerlere göre sürüdeki tüm parçacıkların hedef için en iyi çözüm değerleri (gbest) elde edilir. Bu elde edilen bilgilere göre parçacıkların hız ve konumları yeniden güncellenerek bir sonraki adıma geçilir. Bu durum istenilen hedefe ulaşana kadar devam eder [20–22].



Şekil 1. Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) [16]

Bu çalışmada, deney materyali olarak yaklaşık olarak eşit büyüklükteki *A. cepa* L. tohumları (ortalama çap: 2.2 cm) kullanılmıştır. Tohumlar bir (1) kontrol ve üç (3) uygulama olarak toplam dört (4) gruba ayrılmış, 85x100 çapında steril beherlerde 24 °C'de 72 saat süresince çimlendirilmiştir. Grup I (kontrol) çeşme suyu, Grup II 50 ppm Tartrazin, Grup III 100 ppm Tartrazin ve Grup IV ise 200 ppm Tartrazin ile muamele edilmiştir. Çimlenme sırasında tohumların kurumaması amacıyla, su ve Tartrazin seviyeleri düzenli olarak kontrol edilerek, gerekli ilaveler yapılmıştır. Uygulama periyodu sonunda, kök uçları dH<sub>2</sub>O ile yıkanmış ve standart preparasyon teknikleri kullanılarak sitogenetik analizler için hazır hale getirilmiştir [13].

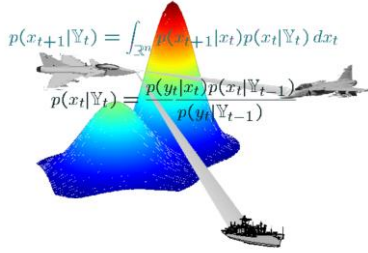
### 2.2. Kalman Filtre

1960 yılında Rudolf Kalman tarafından ortaya çıkarılan gürültülü doğrusal sistemlerin davranışını tahmin eden gerçek zamanlı dijital bir filtredir. Filtre aslında istatistiksel bir modelledir. Önceki bilgilere göre yeni bilgileri istatistiksel bir yaklaşımla tahmin etme üzerine çalışır. Rekürsif bir yapıdadır. En küçük kareler yöntemine göre geliştirilmiştir. Navigasyon sistemlerinde önemli bir yer bulmuştur. Görüntü

işlemeden, sinyal işlemeye, araç takibine kadar birçok alanda kullanılmaktadır [23].

Kalman filtresi doğrusal sistemlere uygulandığından doğrusal olmayan gerçek dünya problemlerini çözümünde sistemin doğrusallaştırılması gerekir ki bu yeni modele genişletilmiş kalman filtresi denir [24, 25]. Kalman filtresinin matematiksel gösterimi:

$$\hat{X}_k = K_k \cdot Z_k + (1 - K_k) \cdot \hat{X} \quad (1)$$



Şekil 2. Kalman filtresi takip gösterimi [26]

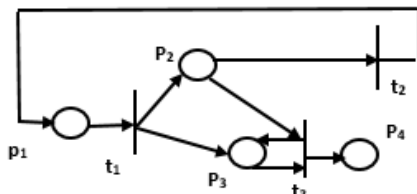
### 2.3. Petri Ağları

Petri ağları, birçok alanda her geçen gün karmaşıklaşan sistemlerin incelenmesi, anlaşılır olması ve kontrolünün yapılabilmesi amacıyla sistemin şekilsel yapılarla matematiksel olarak modellemesini sağlayan bir araçtır. Araç, belirli işlem tanımlarını daireler, geçişleri çubuklar ve bağlantıları da yönlendirilmiş oklarla yapmamızı sağlayan kolay bir yapıya sahiptir. Bu yapıda nokta (.) işareti o anda gelinen yerde işlem yapıldığını gösterir [27].

Modellemenin matematiksel gösterimi  $N = \{P, T, F, Post, M_0\}$  dir.

Kısaca, petri ağı işaretleme vektörleriyle sistemin o anki durumunu gösterir. Bu kolay yapısı ve anlaşılabilirliği birçok mühendislik uygulamalarında kullanılmasını sağlamıştır [28].

Robot sistemlerde otonom çoklu robotların organize çalışmalarını takip etmek ve yönetmek için kullanılır. Çalışmalarda oluşan sorunlardan dolayı ekipteki elemanların çalışmasını durdurmak sistemin durmasına neden olabilir. Bu durumda işlemin yürütülmesi için tekrar başlangıç planına geçilmesi gerekir. Bu başlangıç durumuna geçmek işlem yükünü artırır, işlerliğini azaltır ve sistemi karmaşıklaştırır. Petri ağları bu konuda ekipteki elemanların kesme durumlarını sistemi etkilemeden yaparak sistemin yürütme işlerliğinin devamlılığını sağlar [29,30].



Şekil 3. Örnek petri ağı gösterimi [30]

### 2.4. Bulanık Mantık

Bulanık Mantık 1965 yılında Azerbaycanlı bir bilim adamı olan Kaliforniya Üniversitesi'nden Lutfi Zadeh tarafından geliştirilmiştir. Bulanık küme teorisine dayalı olan bu yaklaşım, insan düşüncesine özdeş işlemlerin gerçekleşmesini sağlamak amacıyla her duruma karşılık olan bir üyelik derecesi atayarak çalışır ve bu atama keskin ayrımların yerine daha yumuşak ve gerçekçi geçişlerin modellemesini sağlar [31].

Bulanık mantık teorisi üyelere [0,1] aralığında değerler verir. Bu değerler üyelik oranını temsil eder ve bu orana göre bir küme oluşturur. Böylece dereceli bir modelleme sağlanmış olacaktır. Bu da birçok sistemde alınan verilerin gerçek dünya algısına uygun ölçülerde tanımlanmasını sağlamıştır. Günümüzde nükleer reaktörlerden, robotlara, çamaşır makinelerinden buhar tribünlerine kadar birçok alanda yaygın bir şekilde kullanım alanı bulmuştur [31, 32].

### 2.5. Markov Zinciri ve Gizli Markov Zinciri Modelleri

Markov Analizi herhangi bir yapının şu anki verilerine göre bir sonraki durumdaki davranışlarını tahmin etmede kullanılan bir olasılık modelidir [33]. Gelecekteki durumlarının önceden ne olduğu anlaşılabilen skostatik süreçlerin analizinde kullanılır. Gerçek dünyadaki dinamik birçok durumun bu yapıya sahip olması kullanım alanını genişletmiştir. Matematikten fen bilimlerine, elektronikten robotlara, ekonomiden sosyal bilimlere, sağlıktan pazarlamaya kadar birçok alanda kullanılmıştır [34].

Markov analizinde durumlar arasındaki geçişler, zamanla gerçekleşen rastgele değişimlerine göre analiz edilir. Markov özelliklerine baktığımız zaman en önemli özelliği gelecekteki durumun şu anki duruma bağlı olup daha önceki durumlara bağlı olmamasıdır. Mesela, bir öğrencinin bir sonraki gün için durum tahmininin daha önceki durumlara göre değil en son bu günkü durumuna göre yapılmasıdır.

Bir skostatik süreç markov özelliği taşıyorsa bu sürece markov süreci denilir. Markov süreci eşit, kesik zamanlı ve geçiş olasılığı zamanla değişmeyen bir yapıda ise markov zinciri olarak ifade edilir. Tüm analiz bu markov zinciri ile gerçekleştirilir. Markov zincirindeki geçiş olasılığı, bir durumdan bir sonraki duruma geçme olasılığı olarak tanımlanır.

Gizli Markov modelinde (HMM) bilindiği gibi sistemin t anındaki tüm durumları bilinir ve tahminlerde buna göre yapılır. Ancak bazı sistemlerin belirtilen zamanlardaki durumları bilinmez bu durumda markov modeli istenmeyen olasılıksal sonuçlar üretir. Bu durumu çözmek için 1960-1970 li yıllar arasında gizli markov modeli geliştirilmiştir. Bu sistemde durumlar bilinmediğinden gizli özelliği verilmiştir. Geliştirilen bu yeni modelle sistemin bulunduğu durum bilinmemesine rağmen tetiklediği bir durumun gözlemi yapılarak gözlem matrisi oluşturulur ve var olan diğer durumlara



ek olarak bu gözlem matrisiyle çözümlenmeler yapılır [35].

Ancak çözümlenmelerde birçok gözlem olasılığı ortaya çıkar. Bu durumu çözmek için “Gizli Markov Modelinin Üç Temel Problemi” olarak adlandırılan işlemler yapılarak istenen sonuçlar elde edilebilir [36,37].

Bu üç temel problem:

- 1- Gözlemlenenlerin sistem tarafından gerçekleşme olasılığının hesaplanması ki buna ileri algoritma denir.
- 2- Bu gözlem dizilerinin, yeniden gerçekleşme olasılığı yüksek gözlem dizilerine indirgenmesi işlemi yapılır. Böylece gerçek duruma yakın gözlem değerlerinin çıkarılması sağlanır.
- 3- Elde edilen durumlar başlangıç durumlarına göre yeniden değerlendirilip, gözlemlerin bir daha oluşma olasılıkları hesaplanarak asıl istenene doğru bir nevi eğitim yapılarak en iyi sonucun elde edilmesi sağlanır.

Gizli Markov Modeli ilk olarak sinyal işlemede kullanılmıştır. El yazılarının tahmininden ses sinyal çözümlenmelerine, görüntü işlemeden karmaşık finansal işlemlerin tahminine kadar kullanılmıştır [38].

Mobil robotlarda otonom olarak bilinmeyen ortamlarda hareket etme ve istenilen işi yapmak zor bir durumdur. Bu tür ortamlarda en muhtemel yörüngeyi seçme, seçilen yörüngede hareket etme, engellerden kaçma, tahmini görev dağılımı, ortam durumuna göre hız kontrolü, ortam görüntü analizi gibi tahmini olarak yapılacak işlemlerin en mükemmel şekilde yapılması için yaygın bir şekilde kullanılmıştır.

Bunu yanında EEG sinyalleriyle olan kontrol durumlarında da sinyallerin yapılacak işe göre en uygun şekilde sınıflandırılmasında etkin olarak kullanılmıştır.

## 2.6. Monte Carlo Yöntemi

Monte Carlo yöntemi (MCL), kalman ve markov modelleri gibi olasılıksal çözümler sunan bir modeldir. Rastgele değerlerle, belirsizliğin yüksek olduğu deterministik durumların olasılıksal çözümünde kullanılmaktadır [39]. Tahmini olarak sistemlerin çözümünü gerçek durumuna yakın bir şekilde çözebilme özelliği matematik, mühendislik, biyoloji, ekonomi, istatistik gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmasını sağlamıştır. Monte Carlo yöntemi ününü geliştirilmesinden yıllar sonra 2. Dünya Savaşında atom bombası çalışmalarında kullanılmasıyla kazanmıştır. Modelin çözüm temelinde kullanılan rastgele sayılar elle veya oluşturulan tablolarla olmaktadır.

Bilgisayarın gelişmesi ve bu rastgele sayı üretiminin kolaylaşması, gerçek dünya olaylarının modellenmesinde tahmini durum ile gerçek durum benzeşmelerini sağlayabilmesi çeşitli benzetim süreçlerinde kullanılmasını sağlamıştır [40].

Monte Carlo Yönteminde rastgele sayılardan üretilen bir küme oluşturulur.  $X = \{X_1, X_1, X_1, \dots, X_n\}$ . Oluşturulan bu küme ne kadar büyük olursa çözüme o kadar yaklaşılr.

Ancak çok fazla seçmekte işlem yükünü arttır. Daha sonra bu elde edilen rastgele sayılarla ilgili örneklem alınır. Alınan örneklem analizi birkaç defa yapılarak istenilen sonuca yaklaşım sağlanır. En sonunda değerler birbirine yaklaşık rastgele sayılar üretecek duruma gelir ki buda sistemin gerçek bir şekilde simüle edilmesi demektir. Bu yöntem çalışıkça optimum sonuçlar üretebilen bir sistemdir [41].

Monte Carlo Yöntemi aynı zamanda robot sistemlerde konum tahmini ve yönelim problemlerinin çözümünde kullanılmaktadır. Robotlarda hareket planlamasının yapılabilmesi için öncelikle bulunduğu ortamın global ve yerel olarak neresinde olduğunu bilmesi gerekir. Global konum tahmini çeşitli sensörler ve haritalama yöntemleriyle belirtilebilirken özellikle yerel konumlarda ortam bilgisinin eksikliği konum belirlemede belirsizliklerin oluşmasına neden olmaktadır. Monte Carlo Yöntemi bu durumu çözmeye kullanılan yöntemlerden biridir. Markov ve Kalman filtre yöntemlerinin özellikle global konumlandırmada etkinliğinin yanında Monte Carlo Yöntemi hem global hem de yerel konum belirlemede etkin çözümler sunmaktadır. Çünkü olasılık hesabını rastgele belirlenmiş değerlerden oluşan parçacık ile gerçekleştirmesi işlemi hızlandırmasına ve bu da gerçek zamanlı çözüm demektir [42]. Ancak işlemi gerçekleştirmede fazla örneklem ihtiyacı olan durumlarda bu yöntem fazla bellek ve süre almasına neden olabilir. Özellikle robotlarda görüntü tabanlı haritalama ve yönelim planlamalarında aldığı bilgilere göre kapalı mekânlarda bulunduğu konumu bilme noktasında etkin sonuçlar elde etmiştir. Müze, kütüphane, hastane gibi ortamlarda kullanılan hizmet robotlarının geliştirilme aşamalarında bu yöntem etkin bir şekilde kullanılmıştır [43].

## 2.7 Levy Uçuşu

Levy uçuşu doğadaki hayvanların bilmedikleri ortamlarda yiyecek, su gibi ihtiyaçlarını arama stratejilerinden ortaya çıkmış olasılığa dayalı hedef arama algoritmasıdır. 1930’lu yıllarda Fransız bilim adamı P.Levy tarafından Brownian yürüyüşü yönteminden esinlenerek kuşların, bal arılarının, karıncaların ve denizdeki bazı balıkların rastgele yürüyüş ve ihtiyaç arama durumlarından ortaya çıkarılmıştır. Rastgele yürüyüş, olasılıksal dağılıma göre yapılmış olması çok fazla ortam bilgisine ihtiyaç duyulmamasını ve böylece işlemlerin hızlı bir şekilde yapılmasını sağlamaktadır [44].

Var olan diğer hedef bulma algoritmalarına göre yöntem geçmiş olduğu yerlere dönme ihtimalinin en aza indirilmesi açısından ön plana çıkmaktadır. Bu özelliği ile geliştirilen sistemlerin zor ve tehlikeli ortamlarda gereksiz hareket yapmaması ve enerji harcamaması amaçlanmıştır [45].

Günümüzde özellikle otonom olarak çalışan mobil robotlarda en önemli sorunlardan biri bilinmeyen ortamlarda arama kurtarma, uçakların kara kutularını arama, bilgi toplama gibi görevlerde hedeflerin tespiti ve

buna göre hareket planlamasıdır. Başlangıçta hedeflenen görev için ortam bilgisini oluşturmak tek sistemli robotlara verilmişken daha sonraki çalışmalarda daha küçük ve işlevselliği yüksek çok sayıda robotun geniş alanlara dağılımlarının daha etkin tarama yapabildiği görülmüştür. Bu çoklu robotlar ile arama yapmada kullanılan birçok algoritma bulunmakla birlikte son yapılan çalışmalarda Levy uçuş algoritmasının etkin sonuçlar vermesi kullanımını arttırmıştır [46].

Levy olasılık dağılımı formülasyonu;

$$P_{\alpha\gamma}(l) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\gamma q^{\alpha}} \cos(ql) dq \quad (2)$$

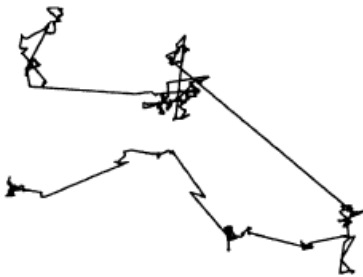
Burada dağılım  $l = 0$  değerine göre simetrik olması sağlanır.  $\gamma$  ölçek,  $\alpha$  ise dağılımın tipini belirler. Dağılımın şekli 0-2 arasında bir değer alır.  $\alpha$  her yeni ortamda farklı olasılıksal çözümler için farklı dağılım tiplerini belirleyerek ortama uygun çözümler üretmemizi sağlar.  $\alpha$  değeri 2 sınırına yaklaştığında Levy dağılımı yerini Gauss dağılımına verecek ve  $\gamma$  ölçek değeri 1 haline gelecektir. Bu durumda  $l$  değeri en büyük değere;

$$P_{\alpha}(l) \approx l^{-\alpha} \quad (3)$$

formülasyonu ile yaklaştırılacaktır. Daha sonra denklemdeki uçuş parametrelerinin optimizasyonu çeşitli tekniklerle gerçekleştirilir. Bu işlemlerde öncelikle başarılı Levy uçuşlarının sayısı aşağıdaki eşitlik 4 ile hesaplanır.

$$N \approx \left(\frac{\lambda}{r_v}\right)^{\frac{(\alpha-1)}{2}} \quad (4)$$

$\lambda$  ard arda olan hedef noktaların arasındaki ortalama mesafe,  $r_v$  noktalar arası algılama aralığı olarak verilmiştir. Ortaya çıkan dağılımlardaki bilgilere göre  $\alpha = 1$  yapılarak arama stratejisi ortak bilgi halinde ayarlanır. Böylece hangi alanda nasıl arama yapıldığı bilgisi elde edilerek hedefe yakın veya hedefin olmadığı tespit edilen alanların dışında aramaların yapılması sağlanmış olur [47- 49].



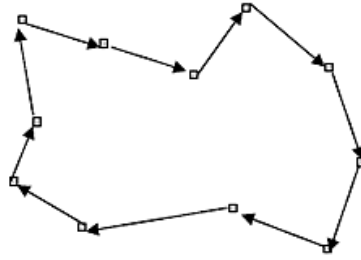
Şekil 4. Levy Uçuş Örneği [49]

## 2.8. Genetik Algoritma

Genetik algoritma Darwin'in evrim teorisini ele alarak geliştirilen evrimsel tekniklerin 1970 yılında bilgisayar

bilimcisi John Holland tarafından karmaşık, çözülmesi zor ve hesaplaması uzun süreler alacak problemlerin bilgisayar ortamında çözümlenmesi amacıyla ortaya atılan bir arama ve optimizasyon yöntemidir. Genetik Algoritma, her zaman eldeki verilere göre en iyiyi arama stratejisinde olduğundan dolayı imalat sanayisinde, coğrafi sistemlerde, matematikte, fen bilimlerinde ve son zamanlarda özellikle akıllı sistemler ile robotlarda yön bulma, en iyi rota seçimi ve hedef tahmini uygulamalarında etkin bir şekilde kullanılmaktadır.

Genetik algoritmada temel özellik çok geniş problem ağı ve çözüm kümeleri olabilen durumların en iyi ve olası rastsal seçimlere göre ortalama ve gerçek duruma yakın sonuçlar üretebilmesidir. Bu yakınsanmış çözümler; evrimdeki çevreye uyum, elde edilen bilgilere göre en iyi çözümlere doğru mutasyon veya değişim ilkesine dayanarak her defasında popülasyonun en iyiye ulaşması sağlanarak bulunur. Karmaşık sistemdeki büyük popülasyonların sadece rastgele bir bölümünün örneklem şeklinde alınarak kullanılması işlem hızını yükseltmesine rağmen bazen alınan örneklemelerin sistemi temsil edememesinden dolayı sonuç üretilmemesine neden olmaktadır. Ancak hiç çözüm üretilmeyen veya üretilmesi zor sistemlerde bir sonuç vermesi ile bu yönü birçok durumda göz ardı edilmektedir [50].



Şekil 5. Genetik algoritma ile en kısa yol problemi çözümü [51]

## 2.9. Yapay Potansiyel Alanlar Yöntemi

Robot dünyasındaki hızlı gelişmeler mobil robotların bilinen veya bilinmeyen her türlü ortamda otonom olarak verilen görevleri yapabileceği uygulamaların yapılmasını sağlamıştır. İstenilen görevlerin gerçekleştirilmesinde hareket kabiliyeti önemlidir. Bu noktada istenilen hedeflere yönelimde ortamdaki hareketli veya hareketsiz engellere çarpmadan en uygun yolda ilerlemek ve hedefe ulaşmak öne çıkan problemlerden biridir [52].

Mobil robotlar hareketlerini ortam bilgisine göre gerçekleştirirler. Kendi konumu, hedef konumu, hareket yörüngesi, engeller, engellerin statik veya dinamik oluşu hareket mekanizmasını oluşturan önemli unsurlardır. Tüm bu bilgiler bilinerek bir hareket planlaması gerçekleştiriliyorsa genel, anlık verilere dayalı bilinmeyen veya eksik bilgilerle bir hareket planlaması oluşturuluyorsa yerel bir planlamadan bahsedilir.

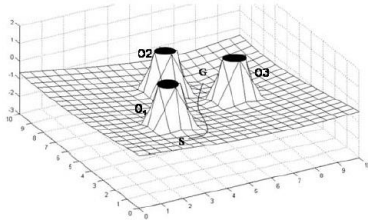
Bu alanda olasılıksal, sezgisel, geometrik, görüntü tabanlı birçok hareket ve yol planlama algoritmaları mevcuttur [53]. Dinamik çevrelerde ve anlık çözümlene yapabilen yaygın metotlardan biri yapay potansiyel alan

metodudur. Quassama Khatib tarafından 1986 yılında ortaya konulan bir algoritmadır. Kullanımı ve mantığı kolay olduğundan dolayı birçok uygulamada yer bulmuştur.

Algoritma hareket ortamındaki engellerin ve hedeflerin sanal kuvvet uygulaması üzerine geliştirilmiştir. Ortamdaki engeller itme kuvveti uygular, hedef ise çekme kuvveti uygulamaktadır. Robot yukarıdan aşağıya doğru oluşmuş bir vadide yol alıyormuş gibi hareketini gerçekleştirir. Vadinin yükseltilerini engeller, uygun yollar ve hedef noktaları ise çukurları temsil etmektedir. Hedef noktası en çukur nokta olarak tanımlanır. Bu sayede yokuştan iniş gibi hedefe ulaşım sağlanmış olur [54].

Her algoritmada olduğu gibi bu algoritmanın da dezavantajları mevcuttur. Hareket alanında engellerin yeterli kuvvetle itmemesi veya ortamda itme gerçekleştirecek engellerin bulunmaması, hedef ile son engel arasındaki mesafenin uzaklığından hedefin yeterli çekim gerçekleştirmemesi sistemi kararsızlığa götürebilir. Bu noktada ise çeşitli yapay engel yapılarıyla sistemin kararsızlığı çözülmeye çalışılmıştır [55].

Algoritmada başlangıç ve hedef nokta arasındaki anlık yörünge bilgisi, engel bilgisi elde edilerek itme ve çekme kuvvetleri hesaplanır. Yörünge noktalarının ve hedef nokta için gerekli net kuvvet hesaplanır. Net kuvvet itme ve çekme kuvveti farkından elde edilir. İtme ve çekme kuvvetleri itme ve çekme katsayıları ile robotun ve engellerin durumuna göre kaçınma miktarı şeklinde ayarlanabilir. [56].



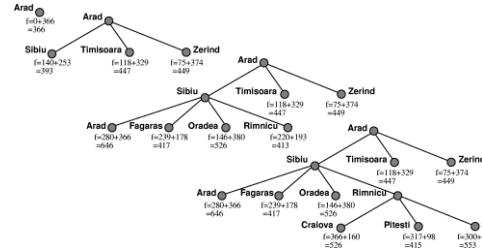
Şekil 6. Potansiyel alan hesabı [55]

## 2.10. A\* Algoritması

A\* algoritması kaynaktan hedef noktaya en az maliyetli yolu bularak harcanan kaynakların etkin kullanımını sağlamaya yönelik geliştirilen bir algoritmadır. Bu en uygun rotayı bulma özelliği akıllı araçlarda ve robotlarda geniş bir uygulama alanı bulmasını sağlamıştır. Haritalanmış ortamlarda en uygun rota planlamasında bulunduğu birçok uygulamada görülmüştür. Sezgisel bir algoritmadır. Hedefe ulaşmada kullandığı tüm düğüm ve yollar için gerekli çözümlenmeleri yaparak hedefe ulaşma stratejisini gerçekleştirmektedir. Bu özelliği A\* algoritmasının işlemci yükünü artırması, zaman gecikmesi ve ilerleme hızının düşmesi gibi dezavantajlarının oluşmasına neden olmuştur [53].

A\* algoritmasında hedefe gidilecek her nokta için yaklaşık maliyet hesabı  $f(n) = g(n) + h(n)$  ile

gerçekleştirilir. Burada  $g(n)$  herhangi bir sonraki  $n$  noktaya olan mesafe,  $h(n)$  heuristik fonksiyon olarak  $n$  noktadan hedefe olan maliyet olarak ifade edilir. Heuristik fonksiyon kaynak ile hedef arasındaki tahmini yol maliyet olarak da ifade edilir. Bu ikisinin toplamının en az maliyetli olanı gidilecek bir sonraki nokta olarak elde edilir. Burada  $h(n)$  eksik bir alınırsa durum uzayı genişler ve karmaşıklık artar. Fazla olursa hedefe ulaşmadan sonuçlar vermeye başlar. Bu nedenle heuristik fonksiyonun seçilme değeri önemlidir. Bundan dolayı makul olan büyük bir değer seçimi işlemleri kolaylaştıracaktır [57–59].



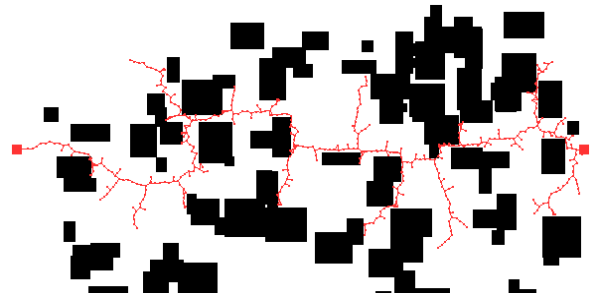
Şekil 7. A\* algoritma örneği [60]

## 2.11. Hızlı Rastgele Ağaç Keşfi

RRT algoritması mobil robotların yol planlama işlemlerinde klasik ve sezgisel yöntemlerin fazla işlem yükü gerektirdiği ve ortam bilgisinin alınamadığı durumlarda olasılıksal çözümler sunması ile son yıllarda popüler bir hale gelmiştir. Özellikle hareket alanının geniş olduğu durumlarda diğer yöntemlerin zorlandığı durumlarda bu yöntem tüm alanı hızlı bir şekilde tarayarak ağaç yapısı şeklinde bir haritalama üzerine noktasal en uygun yolda ilerleme stratejisiyle hedefe gitmeyi sağlamaktadır. Bu yöntem ilk olarak 1998 yılında S. LaValle ve J. Kuffner adlı bilim adamları tarafından geliştirmiştir [61].

Bu yöntemde amaç ilk andan itibaren rastgele noktalar seçerek dallanmalar yapmak ve bu dallanmalara göre sonuçta hedefe gidilebilecek en uygun rotayı oluşturmaktır. Bu amaçla birçok alanda rastgele noktalar seçer, ancak yeni seçilecek noktayı seçilmiş olanların dışında ve hedefe yakınsayarak seçmesi işlem kolaylığı sağlamaktadır.

RRT metodu klasik tek yönlü gerçekleştirimin dışında çift yönlü, çoklu ağaç yapılı, diferansiyel kısıtlı olarak karşımıza çıkmaktadırlar [62,63].



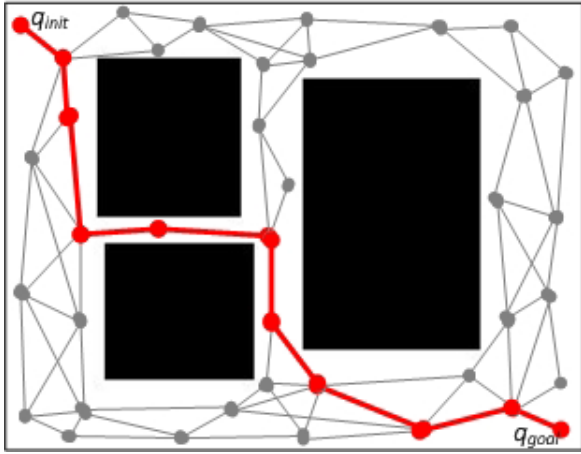
Şekil 8. Hızlı rastgele ağaç keşfi algoritma örneği [63]

## 2.12. Olasılıksal Yol Haritalama

Olasılıksal yol haritalama metodu özellikle statik engellerin bulunduğu, robotların kısıtlı ve belirli hareketleri yaptığı uygulamalarda olasılıksal çözümlerle ortam bilgisini öğrendiği ve buna göre hareketini gerçekleştirdiği bir yol planlama yöntemidir.

Bu planlama yönteminde öğrenme ve sorgu olarak iki aşama mevcuttur. Öğrenmede, öncelikle ortam bilgisini oluşturmak için rastgele üretilen noktalar ve bu noktaların birleşiminden oluşan bir olasılıksal ortam haritalama gerçekleştirilir. Bu haritalamada seçilen noktaların engellere denk gelmeden oluşturulmasıyla engellerin tespiti de elde edilmiş olur. Oluşturulan harita graf yapısındadır. Noktalar arasında yapılan bağlantılar bu grafın kenarları olarak tanımlanır. İkinci aşama olan sorgu aşamasında ise, elde edilen bu olasılıksal haritaya göre istenilen kaynak ve hedef nokta arasında var olan yollardan bağlantısı yapılabilecek en kısa yollar belirlenir, eğer kaynak ve hedef bu yollar üzerinde değilse en kısa kenar bağlantıları yapılarak bağlantı yapılmış olur [64].

Bu metot ile yapılan uygulamalarda ilk ortam öğrenme aşamasından sonra belirtilen noktalar arasındaki hareketler yeniden ortam bilgisi için işlem yükü getirmedikinden çok hızlı çalıştığını göstermektedir [65].



Şekil 9. Olasılıksal yol haritalama örneği [64]

## 2.13. Ateş Böceği Algoritması

Ateş böceği algoritması 2008 yılında Xin-She Yang tarafından ateş böceklerinin yaydıkları ışığın özelliğine göre yaptığı iletişim üzerine geliştirilen sezgisel bir arama algoritmasıdır. Bu algoritma ateş böceklerinin yaydıkları ışığın şiddetine, yanıp sönmeye süresine ve ritmine göre oluşturdukları görselle iletişim kurma becerileri üzerine kurulmuş bir yapıya sahiptir. Bu özellikleri ile eş bulma, avlarının dikkati çekme veya avcılara karşı korunma mekanizması oluşturmayı gerçekleştirebilmektedirler [66].

Bu algoritmayla var olan ortamdaki ateş böceklerinin ışık şiddetlerine göre az olandan daha parlak olan bir yönelim ve hareket oluşturulmaktadır [67].

Ateş böceği algoritması 3 temel kural üzerine gerçekleştirilir.

- 1) Ateş böceklerinin cinsiyetsiz olma özelliği ışık şiddetlerinin düşük olandan yüksek olana bir yönelimin olmasını sağlayacaktır.
- 2) Parlaklık ile çekici olması doğru orantılıdır. Ancak mesafe arttıkça parlak azalmaktadır.
- 3) Parlaklığı istenilen duruma göre belirlenir.

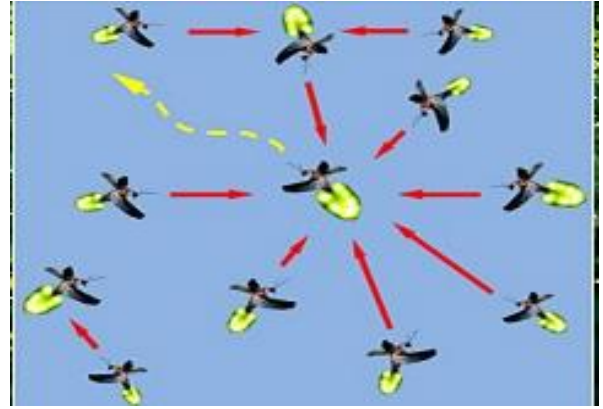
Formülüne baktığımızda elde edilmek istenen ışığın çekicilik şiddeti;

$$\beta = \beta_0 e^{-\gamma r^2} \quad (5)$$

Burada  $\beta_0$ ,  $r_0$  daki çekicilik şiddetidir.  $r$  ışığın görünme mesafesidir. Alandaki iki ateş böceğinin birbirine göre çekme durumları ise;

$$x_i^{t+1} = x_i^t + \beta_0 e^{-\gamma r_{ij}^2} (x_j^t - x_i^t) + \alpha \epsilon_i^t \quad (6)$$

formülü ile ortaya konulur. Bu durumlara göre bir yönelim gerçekleştirilmiş olur [19, 68, 69].



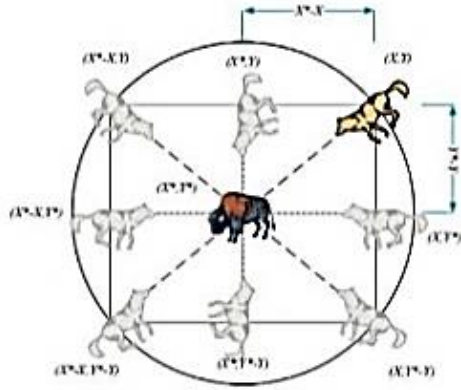
Şekil 10. Ateş böceği algoritma örneği [70]

## 2.14 Gri Kurtların Algoritması

Gri Kurt algoritması doğadaki kurtların organize olarak avlarını bulma, hareket etme, toplanma, haberleşme gibi özelliklerini kullanarak yaptıkları davranışları taklit ederek ortaya konulan bir algoritmadır. 2007 yılında Xing Yang tarafından geliştirilmiştir. Geniş alanlarda yol planlaması sağlanması bu algoritmanın ön plana çıkan özelliğidir [19].

Kurt algoritmasında, kurtların bazıları keşif için kullanılır. Bu kurtlar buldukları avın konumunu uluma ile diğer kurtlara bildirerek arama uzayını [71] da işlem yükünü azaltıp etkin sonuca ulaşılmasını sağlar. Diğer kurtlar ise ava yaklaşır ve avı kuşatırlar. Tüm kurtların hedefe ulaşmasıyla av güçlü kurttan başlanarak zayıf kurtlara doğru paylaşılır. Bu şekilde yapılan paylaşım ile bir sonraki arama uzayındaki kurtların daha güçlü olanlarının kalması için zayıf kurtların açıklıktan ölme stratejisiyle sürüden çıkarılması sağlanır. Böylece daha güçlü arama özelliğine sahip sürü oluşturulmuş olur [72,73].



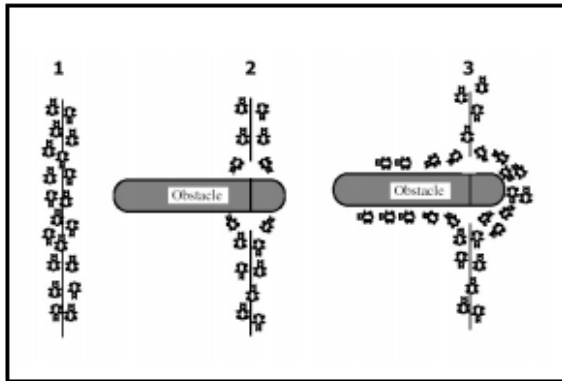


Şekil 11. Gri kurt algoritma gösterimi [74]

### 2.15 Karınca Kolonisi Algoritması

Karınca kolonisi algoritması, karıncaların birlikte yaptıkları hareket etme, iletişim kurma gibi davranışlarla oluşturdukları güçlü karakteristiklerden esinlenerek çeşitli dünya problemlerinin çözümünde kullanılmak üzere 1990 yılların başında Marco Dorigo tarafından geliştirilmiş sezgisel bir algoritmadır.

KKA algoritması özellikle karıncaların besin arama, bulunan besin kaynağının yuvaya taşınması ile ilgili davranışlarının taklidini gerçekleştirme yeteneğiyle etkin bir arama ve yol planlama algoritması olarak karşımıza çıkmaktadır. Karıncalar buldukları besin kaynağı ile yuva arasında en kısa ve en uygun yolu bularak taşıma işlemini gerçekleştirirler. Hareket sırasında feromon adlı bir salgı bırakarak diğer bireylerinde bu alanda bir hareketlenmenin olduğundan haberdar olunması sağlanır. Salgının fazla olduğu yerlerin besin kaynağı olma ihtimalinin fazla olduğu alanlar ve yollar olarak görülmesi sağlanarak diğer karıncalarında bu yolu takip etmesi sağlanır. Aynı mantıkla yoğun feromon salgılanmış en uygun yollar elde edilerek organize iş yapılmış olur. Aynı zamanda karıncaların ortamdaki değişikliklere hızlı ve etkin çözümler üretebilmesi bir diğer önemli özelliği olarak gözlemlenmektedir. Bir diğer etki özelliği de engellerden kurtulabilme ve yeni çözüm yolları geliştirebilmesidir. Bu özellikleri ile KKA çoklu mobil robotların bilinmeyen ortamlarda işlem yüklerini azaltarak uygun hareket kabiliyeti kazanmalarını sağlaması açısından önemli bir yer tutmaktadır [75].



Şekil 12. Karınca kolonisi algoritma [75]

### 3. İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Robotlarla ilgili son yıllardaki çalışmalar incelendiğinde insan-nesne etkileşimi, insan-robot etkileşimi, otonom özellikler, robotların birbirleriyle ortak hareketi, en uygun rotada hareket, çoklu robotların iletişimi, haptik yapıların hassas ve senkron kullanımı, sürü ve çoklu robotların görev paylaşımlı çalışmaları, robotlarda duyuusal algılamalar, denge problemleri, doğru konumlama gibi konular üzerine yoğun çalışmaların olduğu görülmüştür.

Durdu ve ark. [76] Gizli Markov Modeli kullanılarak insan niyet tahmini ve interaktif etkileşimle insanların davranışlarını değiştirmeye yönelik bir yaklaşım sunulmuştur. Bu sayede güvenlik, bilgi ve yardım hizmetlerinde insanların niyetlerinin anlaşılması ve yönlendirilmesi sağlanabilir. Özellikle güvenlik hizmetlerinde terör saldırılarına katılanların tespiti, Alzheimer hastalarının yanlış ve zarar verici hareketlerinin robot etkileşimle yönlendirilebileceği ortaya konuldu. Deneysel olarak %68 oranında başarıyla niyet tahmini yapıldığı görüldü.

Du ve Zhang [77]. 3D kamera ve IMU kullanarak insan eliyle kontrol edilen robot sistemler için insan elinin konumunu en az hatayla bulmayı sağlayan kalman ve parçacık filtre birleşimli hibrit bir yapıya sahip arayüz sunulmuştur. Bu yeni metodun Kalman ve parçacıkla ayrı ayrı karşılaştırması yapılmıştır. Sırasıyla kalman, parçacık ve hibrit metodumuz için hata oranlarını baktığımızda 4,14 mm, 3,15mm ve 2,57 mm; işlem zamanları ise 38,3, 29,6 ve 22,5 olarak tespit edildi. Hibrit sistemin işletim zamanlarının ve hata oranlarının diğer iki filtreye oranla daha başarılı olduğu gözlemlendi. Bu yeni metod ile yüksek hassasiyetli ve tehlikeli görevlerdeki manipülatör robot kullanımlarında hataların en aza indirilmesi mümkün olmaktadır.

Liu ve ark. [78] Uzay araştırmalarında astronotlara yardımcı olarak tasarlanan yılan benzeri robotun elbiseye entegre bir eldiven sayesinde el hareketleriyle kullanılmasını sağlayacak interaktif bir sistem sunulmuştur. Parçacık sürü algoritmasıyla optimize edilmiş bir SVM (destek vektör makinesi) kullanılarak el hareketlerinin anlaşılması sağlanmıştır. Belirlenen el hareketlerine göre tanımlanan işlemlerin %100'e yakın olarak algılanıp istenilen şekilde robotun yönlendirildiği görüldü. PSO temelli SVM'nin çapraz doğrulaması yapıldığında %77-%81 aralığında başarımın yüksek olduğu, ancak PSO popülasyonunun küçük seçilmesiyle başarımın %65 gibi oranlara gerilediği tespit edildi.

L.Rozo ve ark. [79] Bu makalede aynı ortamda çalışan robotların istenilen durumları yapması ve aynı zamanda değişen durumları da algılayıp öğrenmesine yönelik bir olasılık modeli sunulmuştur. Bu model sayesinde robotların davranışlarını işbirliği içerisindeki kişilere göre ayarlaması sağlanmış. Bu da farklı kişilerle uyum sağlama becerisini getirir. Aynı zamanda öğrenme stratejisi görevin öncülüğünü yapmasına da imkân sağlamış olur. Robot kolla yapılan deneyde reaktif ve proaktif davranışların %100 oranında başarıyla

gerçekleştiği gözlemlendi. Bunu gerçekleştirmek için adaptif gizli Markov modeli (ADHSMM) kullanılmıştır.

Tang ve ark. [15] Çoklu robotların işbirliğine dayalı Monte Carlo yöntemi ile ortam yerleştirme gerçekleştiren bir yaklaşım sunmaktadır. Robotların lokalizasyonu için Genişletilmiş Kalman Filtresi kullanılmıştır. Farklı çoklu robot grupları için deneysel sonuçlara bakıldığında ilk grubun 100 referans noktası için ilk durumun yerleşimi 91,9 cm iken iyileştirme sonucunda 99,9 cm noktasına ulaştığı ve tüm gruplarla 20 kez yapılan çalışmadan sonra ortalama standart sapmanın 5,1cm 'den 0,6 cm'ya kadar gerilediği gözlemlendi.

Lee ve ark. [5] Çoklu robotlarının hareketleri sırasında çarpışmadan kaçınma ve kontrollü oluşumu üzerine geri çekilmiş ufuk parçacığı sürüsü optimizasyonuna (RHPSO) dayanan yeni bir model öngörme kontrolü (MPC) sunulmuştur. Deneysel çalışmada kontrol otoritesindeki bozulmanın %10'nu geçmesi halinde çarpışmaların olduğu ve ortalama hareket yaklaşımının 0.4m olduğu gözlemlendi.

Su ve ark. [7] Çalışmada mobil robotun engellere çarpmadan en kısa yolu bulmasını sağlayacak parçacık sürüsü optimizasyon algoritmasına dayalı yeni bir yol planlama algoritması önerilmiştir. Bu yeni algoritma rastgele kodlama parçacık sürü algoritmasına (RCPSO) dayanmaktadır. Sürü boyutu 60, yineleme sayısı 200, ivme katsayıları 0,2 olarak alınmıştır. Performans için eylemsizlik ağırlığı kullanılmıştır. Buna göre Dijkstra, Karınca kolonisi, temel PSO ile önerdiğimiz algoritma karşılaştırmasına göre 140 iterasyonlu çözümlerde RCPSO'nun daha hızlı istenilen konuma yaklaştığı en yakın ise karınca kolonisinin 40. İterasyonla gerçekleştirdiği görülmüştür.

Gong ve ark. [13] Makalede tehlikeli kaynaklara sahip ortamlarda robotun yolunu bulması ve en uygun yolu planlaması üzerine yeni adaptif mutasyonlu geliştirilmiş çok amaçlı parçacık sürü algoritması (WMPSO) sunulmaktadır. Bu yeni algoritmanın MPSO ile karşılaştırılması yapılmıştır. Deneysel çalışmada popülasyon 50, yineleme sayısı 30, ivme katsayıları 2 olarak alınmıştır. Belirlenen yolla göre MPOS ve WMPOS algoritmaları kıyaslandığında 3. Deneysel çalışmaya göre WMPOS 'un yakınsamasının daha iyi olduğu, ancak dağılımın ise kötü olduğu gözlemlendi.

Ahmadzadeh ve ark. [16] Mobil robotların ev, ofis vb. kapalı alanlarda hareket edebilme ve gezinmesi üzerine bir çalışma sunmaktadır. Bu çalışmada özellikle bilinmeyen ortamlarda çevreyi algılama ve başka bilgilere ihtiyaç duymadan hareket kabiliyetini sağlamasıyla ilgili PSO tekniğiyle yeni bir algoritma sunulmuştur.

Islam ve ark. [17] Çoklu hedeflerle dinamik bir ortamda bir mobil robotun navigasyonuna yönelik akıllı bir yaklaşım önerilmektedir. Hareketli engeller ve çoklu hedef ortamları için geliştirilmiştir PSO yöntemi kullanılmaktadır. 100 iterasyonlu, 0,4, 0,9 ivme

katsayıları kullanılmıştır. Popülasyon boyutu 50 olarak belirlenmiştir. Sonuçlara baktığımızda hedefe ulaşım süreleri maksimum 6,9 sn olarak engellere çarpmadan gerçekleştirilmiştir.

Mousavi ve ark. [80] Hızlı üretim hatlarında kullanılan otomatikleştirilmiş robotların sayısının ve çalışma kabiliyetlerinin artırılması üzerine genetik algoritma (GA) ve parçacık sürü optimizasyon (PSO) algoritmalarına dayalı hibrit bir model sunulmuştur. Bu modelin yalnız başına GA ve PSO'ya göre verimi incelenmiştir. Geliştirilen model ile güç tüketiminin çalışma zamanına göre azaldığı ve operasyonun büyüklüğüne göre sabit robot yerine gerekli sayıda robotun kullanımının başarılı olduğu gözlemlendi. Performans verimi olarak GA %69,4, PSO %74 ve GA-PSO hibritin %79,8 olduğu belirlendi.

Deepak ve ark. [18] Bir mobil robotun engellere ve bilinmeyen ortama göre en iyi rotayla belirtilen hedefe ulaşması için parçacık sürü optimizasyon tabanlı bir yaklaşım sunulmuştur. 80 popülasyonla ve 20 defa tekrarlanan deneysel bir çalışma sunulmuş. Sonuçta her tekrarda hedefe en kısa uygun yolla ulaştığı belirlenmiştir. Sürü arasındaki en iyi konum uygunluk değerine göre seçilmiştir. Bulanık mantıkla geliştirilen iki duruma göre karşılaştırıldığında daha yakın mesafede ve belirlenen en iyi uygunluk değerine göre PSO'nun daha başarılı sonuçlar ürettiği gözlemlendi.

Adriansyah ve ark. [81] Bir robotun hedefe doğru bir şekilde yönlendirilmesi amacıyla bulanık mantık ve parçacık sürü optimizasyonunun birlikte kullanımıyla geliştirilen yeni bir davranış tabanlı parçacık sürü bulanık denetleyiciden (PSFC) bahsedilmiştir. Özellikle bilinmeyen ortamlarda hedefe doğru yönelim için bulanık denetleyicinin yalnız kullanımında parametrelerin manuel girilmesi gerekirken, yeni modelde etrafın algılanması ile bulanık denetleyicinin parametrelerini PSO ile belirlenmesi sağlanarak öğrenme tabanlı bir yaklaşım sunulmuştur. Magellan Pro mobil robotu ile yapılan deneysel çalışmada genetik algoritma bulanık denetleyici ve önerilen parçacık sürü bulanık denetleyici kıyaslanarak performans değerlendirilmesi yapılmıştır. Sonuçta önerilen yaklaşımın daha erken nesillerde etkili arama davranışı sergilediği gözlemlendi.

Schoreder ve ark. [82] Bir robot sürüsünün etkili alan kaplaması ve etraftan gelebilecek tehditleri algılayıp davranış oluşturmaya üzerine Levy dağılımına dayalı bir kontrol modeli sunulmuştur. Davranışlar karıncaların topluluk halinde yaptıkları davranışlardan esinlenilmiştir. Karıncalardaki feromon kaynaklı hareket stratejisi kullanılmıştır. Aynı zamanda acil durumlara karşı davranışları dikkate alınmıştır. Alan kaplamada ve yönelimde gürültü yoğunluğu, feromonun difüzyon hızı ve buharlaşma hızı önemli parametreler olarak dikkate alınmıştır. Deneysel sonuçta modelin güven seviyesinin %95 olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada gürültü yoğunluğu 0,05 iken, buharlaşma hızı 0,0001 ve difüzyon hızı 0,0001 olarak gerçekleştirilmiştir.

Abbas ve ark. [83] Lider ve takipçileri şeklinde hareket eden çoklu robotlarda iletişimin gürültü veya harici arızalar nedeniyle başarısızlığında dahi takipçilerin liderin konumunu tahmin edip harekete devam edebilmesi üzerine parçacık sürü algoritma tabanlı bir yaklaşım sunulmuştur. 1 lider 2 takipçiyle yapılan deneysel çalışmada hareketin 10 ve 20 saniyeleri arasında oluşan kesilmeye rağmen takipçilerin liderin konumunu tahmin edip izlemeye devam ettikleri gözlemlendi. PSO parametrelerine baktığımızda 100 popülasyonlu, 100 yinelemeli ve 0,8 ağırlıklıdır.

Farinelli ve ark. [27] Takım odaklı çalışan çoklu robotların görevler sırasında karmaşık ortamlarda bir tehlike gibi karşılaştıkları sorunlarda faaliyetlerini kesip, yeni bir planlamayla göreve devam etmesi üzerine petri ağı tabanlı bir program sunulmuştur. Deniz robotlarıyla çarpışma tehlikesi üzerine deneysel çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışmada belirlenen planların kesmeler sonucunda yeniden uyarlanabildiği gözlemlendi.

Pei ve ark. [84] Bu çalışmada özerk mobil robot navigasyon sistemi için geliştirilen dağıtılmış parçacık sürü optimizasyonlu dağıtılmış parçacık filtresi önerilmiştir. Performansını ölçmek için parçacık sürüsü optimize edilmiş dağıtılmış parçacık filtresi SLAM (PSO-DPF-SLAM) algoritması ve atalet parçacığı sürüsü optimize dağıtılmış parçacık filtresi SLAM (IPSO-DPF SLAM) algoritmasının tahmini sonuçları karşılaştırılmıştır. İki ayrı deney yapılmıştır. Sonuçta önerilen algoritmanın daha uzun periyotlarda daha iyi tahminde bulunduğu gözlemlendi. PSO popülasyonu 100, yineleme 10 olarak alınmıştır.

Katada ve ark. [44] Sürü robotlarının hedef tespitinde Levy uçuşuna göre rastgele yürüyüşün değişken adım boyutuna ve robot sayısına etkisi araştırılmıştır. Levy uçuş dağılımının sabit ve rastgele normal yürüyüş adım boyutuna göre daha başarılı olduğu deneylerde gözlemlenmiştir. Sürüde 20 robot kullanılmıştır. Ağ ile iletişim gerçekleştiren robotların A,B,C ve D bölümlerinden oluşan alan hedef deney düzeneğinde A'da bulunan robotların yürüyüş stratejilerine göre D'ye ulaşma durumları rastgele yürüyüş stratejisiyle yüksek orana ulaştığı gözlemlendi. Adım büyüklüğüne göre ise rastgele yürüyüş RN(2) adım ile sadece %10'unu C ve D bölgesine ulaşırken, RN (6) adım boyutunda %35'i ve Levy rastgele yürüyüş LF(6) adımında ise %60'ının C ve D bölgesine ulaştığı ortaya çıkmış. Böylece levy dağılımı rastgele yürüyüşün normal rastgele yürüyüşe oranla daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir.

Patle ve ark. [14] Belirsiz ortamlarda bir mobil robotun normal olasılık dağılımı üzerinde ateşböceği algoritması ile statik engellere rağmen hedefe en uygun rotada ulaşması üzerine gerçek zamanlı seyrüsefer yaklaşımı sunulmuştur. Deneysel çalışmada Khepera robotu kullanılmıştır. Belirlenen üç senaryo ile simülasyon ve gerçek zaman arasındaki alınan mesafe ve zaman farkları gözlemlenmiştir. Mesafe olarak, simülasyon ile gerçek zaman arasında 1. senaryo için %4,86, 2. Senaryo için %3,88, 3. Senaryo için %5,78 hata olduğu gözlemlendi. Zaman olarak, 1. Senaryo için %4,52, 2. Senaryo için

%5,84 ve 3. Senaryo için %4,32 hata oluşmuştur. Sonuçta önerilen algoritmanın yol uzunluğunu koruduğu ve zaman sınır içerisinde hedefe ulaştığı belirlendi.

Guruji ve ark. [58] Bir mobil robotun bulunduğu ortamda dinamik engellere çarpmadan kaynak ve hedef arasında en uygun yolu işlem süresini en aza indirerek bulması için geliştirilmiş Astar algoritması sunulmuşlardı. Önerilen algoritmanın standart A star algoritmasından farkı her düğüm için sezgisel hesaplamayı yapmayıp sadece var olan engellerle çarpışma olmadan yaparak gerçekleştirmektedir. Yapılan deneysel çalışmada bu durum sayesinde %95'e kadar bir zaman tasarrufu sağladığı gözlemlenmiştir. Algoritmanın en fazla %3,4 oranında yolu uzattığı, işleme süresini ise en az %65 düşürdüğü elde edilmiştir.

Duchon ve ark. [57] Bu makalede ızgara şeklinde belirlenen bir harita üzerinden geliştirilmiş A star algoritmasına dayalı uygun yol bulma metodu önerilmiştir. Yeni geliştirilmiş Astar algoritma standart Astar ile Astar algoritmasından türeyen teta star ve Phi star algoritmalarıyla karşılaştırılarak performansı ortaya konmuştur. Yeni yaklaşımda amaçlanan kontrol edilen ızgara hücrelerinin sayısını azaltarak işlemleri gerçekleştirmektedir. İşleme alınan hücrenin komşuluk hücrelerinin engele yakın olmaması halinde kırılması üzerinedir. Bu sayede incelenecek hücre sayısı azaltılmış olur. Deneysel sonuçlara göre yolun hızlı bulunmasında önerilen sistem çok başarılı iken, daha uzun yol bulması dezavantaj olarak ortaya çıkmaktadır. Yol uzunluğu açısından ise temel teta algoritmasının daha başarılı olduğu gözlemlendi.

Sudhakara ve ark. [85] Bilinmeyen ve statik engelli bir ortamda mobil robotun kaynaktan hedefe en uygun yolu çarpmadan gerçekleştirmesi üzerine geliştirilmiş A\* algoritması sunulmuştur. Karşılaştırma 3 deneysel senaryo ile standart A\* algoritmasıyla yapılmış. Izzara harita temelli bir çalışma yapılmıştır. Geliştirilen A\*'da yapılan değişiklik, bulunulan noktada hareket için gidilebilecek olan yukarı-aşağı ve sağ-sol kadrantların her biri için hesaplama yapmadan sadece hedefe doğru olan kadrantın belirlenip hesaplanması üzerinedir. Deneysel çalışmada normal A\* ile önerilen algoritmaların karşılaştırılmasına baktığımızda sırasıyla; Birinci uygulamada 1,922 iken önerilen metod da 0,505, ikinci uygulamada 3,334 da karşın 1,205, 4,671'e 1,368 şeklinde elde edilmiştir. Görüldüğü gibi önerilen metod daha kısa işlem süresinde hedefe yönelmiştir.

Güney ve ark. [25] Çalışmada, bir mobil robotun farklı hareket manevralarının takibi için standart, adaptif ve genişletilmiş kalman filtreleri ile doğrusal ve doğrusal olmayan modellerden oluşan çoklu model kalman filtre kestirim algoritması üzerine bir çalışma sunulmuştur. Deneysel çalışmada kalman filtresinin yalnız başına doğrusal hareketlerde en iyi sonucu verdiği görülmüş. Ancak doğrusal olmayan dönüşler gibi, noktalarda hatalı kestirimler yaptığı gözlemlenmiş. Hibrit olarak önerilen modelin ise dönüş manevralarını belirli noktalarda az hata olsa da hareket takibini başarılı bir şekilde yaptığı tespit edilmiş.

Song ve ark. [86] Yapay potansiyel alan algoritmasının dezavantajlarından yerel minimumların net kuvvetlerinin sıfıra eşit olmasıyla oluşan durma veya yanlış hareket için sanal alt hedef ve sanal daire fikri ile yeni yapay potansiyel alan algoritması önerilmiştir. Hizmet robotları için geliştirilmiştir. Bu robotların kullandıkları ortamların sabit olması önerilen yaklaşımı kolaylaştırmıştır. Statik engelleri kullanarak ortamda küresel bir ortam model bilgisi oluşturularak herhangi bir sıkışmada kurtulması amaçlanmıştır. Bu yöntemin hareketi yumuşak ve daha güvenli yaptığı gözlenmiştir.

Simining ve ark. [87] Mobil robot yol planlamasında kullanılan yapay potansiyel alan algoritmasının yerel uç noktada takılı kalması probleminin çözümüne yönelik yeni bir çözüm sunulmaktadır. Yöntemde hedeflenen noktaya yakın bir yerde ek olarak sanal hedef nokta oluşturularak çakılma durumu engellenerek hareketin devamı sağlanmıştır.

Yongshen ve ark. [88] İnsansız yer araçlarının hareket ve oluşum kontrolü için çarpışma, hız ve bir araya gelme özelliklerine dayalı yapay potansiyel alan yöntemi önerilmiştir. Özellikle çarpışmadan kaçınmayı önemli ölçüde başardığı gözlenmiştir.

Patle ve ark. [89] Mobil robot yol planlamasında daha kısa ve uygun yol için iyileştirilmiş ateş böceği algoritması önerilmiştir. Belirsiz ve değişen çevre koşullarına hızlı cevap veren bir yaklaşım amaçlanmıştır. Önerilen algoritma çevre koşullarını verimli araştırıp daha az yineleme ve hesaplamayla yol planlamayı oluşturmuş. Genetik, fuzzy gibi yöntemlerle karşılaştırıldığında %6 oranında daha başarımlı olduğu tespit edilmiştir.

Nazarahari ve ark. [90] Çoklu mobil robotların görevlerde en uygun yolları bulması için geliştirilmiş genetik algoritma yaklaşımı önerilmiştir. Bu yaklaşımda öncelikle birden fazla yolun bulunması için yapay potansiyel alan yöntemi kullanılmış. Daha sonra yolların iyileştirilmesi için yolun uzunluğu, düzgünlüğü, güvenliği ve çarpışma parametreleri göz önüne alınarak genetik algoritma ile iyileştirilmiş yeni yumuşak güvenli yol oluşumu sağlanmıştır. Çarpışmada mesafe kriter olarak kullanılmıştır. A star, PSO, PRM, B-RRT gibi

algoritmalarla karşılaştırılmış çalışma süresi ve yol planlama başarımının daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Dewang ve ark. [91] Mobil robotların yol planlaması için uyarlamalı PSO tabanlı bir yaklaşım önerilmiştir. Bu yaklaşımda robotun hedefe ve engellere olan mesafeleri ölçüt olarak alınarak yeni bir hesaplama fonksiyonu ile optimize edilmiş bir PSO yol planlaması geliştirilmiştir. Klasik yönteme göre engellerden kaçınma ve hedefe daha kısa sürede ulaşma başarımının yüksek olduğu simülasyonlarda gözlenmiştir.

Che ve ark. [92] Patlamaya dayanıklı robotların en uygun yolu bulmasına yönelik kurt kolonisi ile optimize edilmiş bir karınca kolonisi yaklaşımı geliştirilmiştir. Çekim kuvveti olarak hedef noktaları, feromon güncellemesini ise kurt kolonisi mantığına göre gerçekleştirmekte. Böylece küresel bilinmeyen bir ortamda istenilene yakın yerel koordinat ve bilgilere yakınsama ile hızlı yolu dinamik olarak elde edebildiği klasik karınca kolonisi ile karşılaştırıldığında görülmüştür.

Rao ve ark. [93] En uygun yol oluşumunda yolların keskinliklerinin azaltılması hedefe ulaşımı hızlandırır ve enerji tasarrufunu artırır. Gri kurt algoritması ile yerel bilgilerden küresel hareket oluşumuna kolay geçilerek yumuşak eğrili bir yolun elde edilmesi sağlanmış. Yumuşak eğri ile hareket olayı azaltıldığından enerji ve süre tasarrufu ile hızlı ulaşım sağlanmış. Bunu da kurt kolonisinin birlikte hareketi ile iletişim becerileri geliştirmiştir. Olasılık yol haritalama ile karşılaştırıldığında daha hızlı ve yumuşak bir yol elde edilmiştir.

Zu ve ark. [94] Çoklu İHA takımlarının koordineli olarak gerçek zamanlı bilinmeyen dinamik ortamda engellerden kaçınarak, çarpışmadan hedefe ulaşımı için optimize edilmiş RRT yaklaşımı önerilmiştir. RRT ile oluşan yoldaki gereksiz düğümlerin silinmesi ve engellerin hızlı tespiti üzerine odaklanılmıştır. Dinamik engellerin hızlı tespitiyle yeni hızlı yol oluşumu gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın başarımının iyi olduğu simülasyonlarla gözlenmiştir.

**Tablo1.** Kullanım alanlarına göre algoritmalar ve başarımları

Kullanılan Algoritmalar	Ref.	Kullanım Amacı	Başarımları
Gizli Markov Modeli, Adaptif Gizli Markov Modeli	[76]	İnsan niyet tahmini, interaktif etkileşim, insanların davranışlarını değiştirme	Deneyisel olarak %68 oranında başarımlı niyet tahmini yapılmış ve Alzheimer hastalarına yardımcı araç geliştirilebileceği gözlenmiştir.
	[79]	Robotların durum tahmini, insan durum algılaması, durum öğrenme	Reaktif ve proaktif davranışların %100 oranında tanımlanmıştır.
Monte Carlo + G. Kalman Filtresi	[15]	Ortam yerleştirme ve lokalizasyon	Hedefe ulaşmada ortalama standart sapmanın 5,1cm'den 0,6 cm'ya kadar gerilediği gözlenmiştir.
(RHPSO)	[5]	Çoklu robotlarının hareketleri sırasında çarpışmadan kaçınma	Bozulmanın %10'nu geçmesi halinde çarpışmaların gerçekleştiği, ortalama hareket yaklaşımının 0,4m
PSO	[78]	Parçacık sürü algoritmasıyla optimize edilmiş bir SVM (destek vektör makinesi) kullanılarak el hareketlerinin anlaşılması	%77-%81 aralığında başarımın yüksek olduğu, ancak PSO popülasyonunun küçük seçilmesiyle başarımın %65 gibi oranlara gerilediği tespit edildi.
	[91]	Uygun yol planlama	Daha kısa sürede, çarpışmadan kaçınma başarısı yüksek
	[83]	Robot sürülerinde robot liderin konumunu tahmin edip harekete devam edebilmesi	10 ve 20 saniyeleri arasındaki kesilmeye rağmen takipçilerin lideri takibi devam etmiş



	[17]	Çoklu robot ve hareketli hedefli ortamda bir mobil robotun hareketi	Hedefe ulaşım süreleri maksimum 6,9 sn olarak engellere çarpmadan gerçekleştirilmiştir.
	[16]	Kapalı ve bilinmeyen ortamda hareket	Daha az ortam bilgisiyle hareket başarımı göstermiştir.
Rastgele (PSO)	[78]	Parçacık sürü algoritmasıyla optimize edilmiş bir SVM (destek vektör makinesi) kullanılarak el hareketlerinin anlaşılması	%77-%81 aralığında başarımın yüksek olduğu, ancak PSO popülasyonunun küçük seçilmesiyle başarımın %65 gibi oranlara gerilediği tespit edildi.
PSO ve WMPSO	[13]	En uygun yol planlaması	WMPOS'un yakınsamasının PSO ve MPSO'ya oranla daha iyi olduğu, ancak dağılımın ise kötü olduğu gözlenmiş
Davranış tabanlı PSO ve Bulanık Mantık	[81]	Robotun hedefe doğru bir şekilde yönlendirilmesi	Daha erken nesillerde etkili arama davranışı sergilediği ve öğrenme başarımının %100 olduğu gözlenmiş
	[18]	Engellere ve bilinmeyen ortama göre en iyi rotayla belirtilen hedefe ulaşması	Kısa mesafede ve başarılı uygunluk değeriyle hedefe en kısa uygun yolla ulaştığı belirlenmiştir
Levy Uçuşu	[44]	Hedef tespiti, doğru konumda en kısa adımda hedefe ulaşması	Levy uçuş dağılımının sabit ve rastgele normal yürüyüş adım boyutuna göre daha başarılı olduğu gözlenmiştir
Levy Uçuşu dağılımı ve Karınca kolonisi algoritması	[82]	Robot sürüsünün etkili alan kaplaması ve tehdit algılaması üzerine karınca feromon kaynaklı hareket stratejisi oluşturmak	Deneysel sonuçta modelin güven seviyesinin %95 olduğu tespit edilmiştir.
Petri Ağı	[27]	Sürü robotlarda görev planlarının kesilmesi durumunda, plan tekrarı	Planlamaya göre yapılan işlemlerde robotun kesmeleri kontrol edebildiği gözlenmiştir.
SLAM (IPSO-DPF SLAM)	[84]	Normal PSO'ya oranla önerilen algoritmanın daha uygun navigasyon sağlayıp sağlayamayacağı hedeflenmiştir	Sonuçta önerilen algoritmanın daha uzun periyotlarda daha iyi tahminde bulunduğu gözlenmiş
	[14]	Statik engellere rağmen hedefe en uygun yolla gitmek	Sonuçta önerilen algoritmanın yol uzunluğunu koruduğu ve zaman sınır içerisinde hedefe ulaştığı belirlendi.
	[89]	Belirsiz ve değişen çevre koşullarına hızlı cevap veren bir yaklaşım amaçlanmıştır	Genetik, fuzzy gibi yöntemlerle karşılaştırıldığında %6 oranında daha başarımlı olduğu tespit edilmiştir.
A*(star)	[58]	Dinamik engellere çarpmadan hedefe ulaşmak	Her düğüm için hesaplama yapmayı sadece çarpışma olmadan engellere göre hesaplama yaparak işlem hızını arttırmıştır. %95 zaman tasarrufu sağlamıştır.
	[57]	Izgara hücre yaklaşımında hesaplanan izgara hücre sayısını azaltarak işlem hızını arttırmak	Gereksiz yönelmeler kırılabilir, işlem süresi az ve hızlı yakınsama ancak işlem süresini azaltmak için uzun yol oluşturabilir.
	[75]	Hedefe en uygun ve en az maliyetle gitmesi	İşlem süresi kısa, hızlı yakınsama ancak yaklaşık sonuç üretir
	[85]	Bilinmeyen ve statik engelli ortamda mobil robotun kaynaktan hedefe en uygun yolu çarpmadan gerçekleştirmesi	Daha hızlı ve kısa işlem süresine sahip bir algoritma geliştirilmiştir
Genetik Algoritma (GA)	[90]	Çoklu mobil robotlarda uygun yol bulmak için geliştirilmiş GA yaklaşımı önerilmiştir	A star, PSO, PRM, B-RRT gibi algoritmalarla karşılaştırılmış çalışma süresi ve yol planlama başarımının daha yüksek olduğu gözlenmiştir
	[80]	Endüstriyel hatlarda robotların başarımlarını arttırmak için GA ve PSO ile hibrit bir yaklaşım sunulmuş	Performans verimi olarak GA %69,4, PSO %74 ve GA-PSO hibritin %79,8 olduğu belirlendi
Kalman Filtresi	[25]	Doğrusal ve doğrusal olmayan alanlarda doğru yol kestirimi ve takibi sağlamak	Adaptif ve genişletilmiş kalmanın hibrit kullanımının daha az hatayla hareket takibi yaptığı gözlenmiş
	[77]	3D kamera ve IMU kullanarak insan eliyle kontrol edilen robot sistemler için insan elinin konumunu en az hatayla bulunması	Kalman ve parçacık filtresi ile hibrit yapının her biri ile kıyaslandığında daha başarılı ve hassas olduğu gözlemlendi.
Yapay Potansiyel Alan (YPA)	[88]	Uygun yol bulma ve çarpışmadan kaçınma	Yolu kısaltma ve çarpışmadan kaçınmada klasik YPA yöntemine göre daha başarılı.
	[87]	YPA algoritmasındaki takılma sorununa sanal hedef ile çözüm	Sanal hedefler ile hareketin devamlılığı ve çakılması engellenmiş
	[86]	YPA dezavantajı olan çakılma ve durmayı sanal daire ve hedef ile engelleme	Sıkışma ve çakılı kalma durumunu çözmüştür.
Karınca Kolonisi	[92]	Dinamik ve bilinmeyen çevrelerde en uygun yolu bulma	Feromon güncellemenin kurt kolonisi optimizasyonu hızlı dinamik hareket sağlamıştır.
Gri Kurt Kolonisi	[93]	Yumuşak yol eğrisi ile daha tasarruflu ve hızlı yol planlama oluşumu	Olasılık yol haritalama ile kıyaslandığında toplam hareket süresinin daha kısa olduğu, robotun daha az manevra yaptığı saptanmıştır.
RRT	[94]	Dinamik bilinmeyen ortamda hızlı engel tespiti ve gereksiz manevra noktalarının azaltılması	Simülasyonda başarımının tatmin edici olduğu gözlemlendi.

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada, robotlarla ilgili yapılan uygulamalarda ortaya çıkan problemlerin çözümlerinde kullanılan algoritmalar incelenmiştir. Sürü parçacığı algoritması, genetik algoritma, karınca kolonisi, yol haritalama yöntemi, hızlı rastgele ağaç keşfi, potansiyel alan yöntemi, kalman filtre kullanımı, monte carlo yöntemi, levny uçuşu, petri ağları, ayarlanabilir özerklik yaklaşımı, bulanık mantık gibi algoritma, metotlar ve sınıflandırıcıların yaygın olarak kullanıldığı gözlenmiştir. Belirlenen algoritmaların hangi alanlarda hangi amaçlarla kullanıldığı ve aynı zamanda problemlere yönelik başarımları ile hangi konuda daha etkin çözümler sunduğu tespit edilmiştir. Genellikle çalışmalarda hibrit yaklaşımların daha çok kullanıldığı ve başarımları yükselttiği tespit edildi.

## KAYNAKLAR

- [1] Yapıcı KO. 14 Serberstlik dereceli iki ayaklı bir robotun dinamik yürüme hareketinin kontrolü. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü;2008.
- [2] Camcı M. Ortam tarama için robotlarla duyurga ağı konumlandırma. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü;2009.
- [3] Wang T, Dang Q, Pan P. A multi-robot system based on a hybrid communication approach. 2013;1(1):91-100.
- [4] Kara M. Oğul robotları yön bulma problemi. Ankara: Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü; 2016.
- [5] Lee S, Myung H. Receding horizon particle swarm optimisation-based formation control with collision avoidance for non-holonomic mobile robots. 2015;9,2075-2083.
- [6] Turanlı M. Multi robot coverage methods. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü; 2011.
- [7] Su K, Wang Y. Robot path planning based on random coding particle swarm optimization. 2015;6(4):58-64.
- [8] Abukhalil T, Patil M, Patel S, Sobh T. Coordinating a heterogeneous robot swarm using robot utility-based task assignment (RUTA). In 2016 IEEE 14th International Workshop on Advanced Motion Control (AMC). IEEE, 2016;(57-62)
- [9] Ferrús RM, Somonte MD. Design in robotics based in the voice of the customer of household robots. Rob. Auton. Syst., 2016;79,99-107.
- [10] Diprose J, MacDonald B, Hosking J, Plimmer B. Designing an API at an appropriate abstraction level for programming social robot applications. J. Vis. Lang. Comput., 2017;39,22-40.
- [11] Das B, Couceiro MS, Vargas PA. MRoCS : A new multi-robot communication system based on passive action recognition, Rob. Auton. Syst., 2016;82,46-60.
- [12] Canal G, Escalera S, Angulo C. A real-time human-robot interaction system based on gestures for assistive scenarios. 2016;149,65-77.
- [13] Gong D, Zhang J, Zhang Y. Multi-objective particle swarm optimization for robot path planning in environment with danger sources. 2011;6(8):1554-1561.
- [14] Patle B. K., Parhi D., Jagadeesh A., Sahu O. P. Real time navigation approach for mobile robot. 2017;12(2):135-142.
- [15] Tang Q., Eberhard P. Relative observation for multi-robot collaborative localisation based on multi-source signals. 2014;26(4):571-591.
- [16] Ahmadzadeh S., Ghanavati M., Branch A., Branch M. Navigation of mobiler robot using the PSO particle swarm. 2012;2(1):32-38.
- [17] Islam, M. R., Tajmiruzzaman, M., Muftee, M. M. H., & Hossain, M. S. Autonomous robot path planning using particle swarm optimization in dynamic environment with mobile obstacles & multiple target. In International conference on mechanical, industrial and energy engineering, 2014;1-6.
- [18] Deepak BBVL, Parhi DR, Raju BMVA. Advance particle swarm optimization-based navigational controller for mobile robot. Arabian Journal for Science and Engineering, 2014;39(8),6477-6487.
- [19] Akyol S, Alataş B. Güncel sürü zekası optimizasyon algoritmaları . Nevşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2012;1(1).
- [20] Ortakci Y, Göloğlu C. Parçacık sürü optimizasyonu ile küme sayısının belirlenmesi, 2012;1-6.
- [21] Dewang HS, Mohanty PK, Kundu S. A robust path planning for mobile robot using smart particle swarm optimization. Procedia computer science, 2018;133,290-297.
- [22] Pekdemir E, Güneş M. Otonom bir mobil robotun parçacık sürü algoritması ile optimum yörünge kontrolü, 2016;19(3):157-164.
- [23] Suliman C, Crucecu C, Moldoveanu F. Mobile robot position estimation using the Kalman filter. 2009;6,75.
- [24] Sharing TI, Kalman filtresi ve bir navigasyon uygulaması. 2012;1-5.
- [25] Güney S, Bilen M. The comparison of estimation algorithms for mobile robot navigation. 24th (SIU) IEEE. 2016;797-800.
- [26] Özcan F. Available from: <https://ozcanfatih.wordpress.com/2014/05/10/kalman-filtresi/> [cited 2014 May 10].
- [27] Farinelli A, Raeissi MM, Marchi N, Brooks N, Scerri P. Interacting with team oriented plans in multi-robot systems, Auton. Agent. Multi. Agent. Syst., 2017;31(2):332-361.
- [28] Gündoğar E, İpek M. Petri ağları ile modelleme esasları. Sakarya University Journal of Science, 2016;1(1):23-28.
- [29] Durmuş MS, Söylemez MT. Petri ağları ile demiryolu anlaşılan ve sinyalizasyon tasarımı. Elektrik Elektronik Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu ve Fuarı. 2008.
- [30] Atanak MM, Özkan HA, Hocaoglu FO. Petri ağlarında en kısa yol probleminin pekiştirilmeli öğrenme metodu ile çözülmesi. 2005
- [31] Akpolat ZH, Application of Fuzzy-sliding mode control and electronic load emulation to the robust

- control of motor drives, University of Nottingham, England, 1999.
- [32] Koca GÖ. Kayma kipli kontrol ve bulanık mantık kullanarak elektrikli araçların hız kontrolü. F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 2005.
- [33] Roza L, Calinon S, Caldwell DG, Jim P. Learning physical collaborative robot behaviors from human demonstrations. 2016;32(3):513–527.
- [34] Can T, Öz E, Tuncay CAN, Ersoy ÖZ. Marka tercihlerine ve gizli markov modelinin uygulanması. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 2009;10(2):167-185.
- [35] Argunşah AÖ, Cetin M. A brain-computer interface algorithm based on Hidden Markov models and dimensionality reduction. In 2010 IEEE 18th Signal Processing and Communications Applications Conference (pp. 93-96). IEEE. 2010
- [36] Haberdar H. Saklı markov model kullanarak görüntüden gerçek zamanlı türk işaret dili tanıma sistemi. İstanbul. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2005.
- [37] Zhu Q. Hidden Markov Model, 1991;7(3):533–536.
- [38] Yang J, Member S, Xu Y, Chen CS, Member S. Hidden markov model approach to skill learning and Its application to telerobotics. 1994;10(5).
- [39] Öztürk L. Monte carlo simülasyon metodu ve bir işletme uygulaması. 116-122.
- [40] Çavuş TF, Yanıkoğlu E, Yılmaz AS. Paralel sistemlerin monte carlo yöntemi ile güvenilirlik analizi. 36–39.
- [41] Bayaliev U, Brimkulov U, Sultanov R. Seyyar robotlarda kullanılan stokastik konum belirleme algoritmalarının karşılaştırmalı analizi. Manas Mühendislik Dergisi. 2015;3(1):21-34.
- [42] Wen F, Qu Z, Wang C, Hu B. Precise localization of indoor mobile robots in FMS based on distributed vision. 2008;2412–2416.
- [43] Dellaert F, Fox D, Burgard W, Thrun S. Monte carlo localization for mobile robots. In ICRA. 1999;2:1322-1328.
- [44] Katada Y, Nishiguchi A, Moriwaki K, Watakabe R. Swarm robotic network using Lévy flight in target detection problem. Artif. Life Robot., 2016;21(3):295–301.
- [45] Sutantyö DK, Kernbach S, Levi P, Nepomnyashchikh VA. Multi-robot searching algorithm using Lévy flight and artificial potential field, 2011;2–7.
- [46] Randall G. Lecture 12: Levy Flights. ss. 1–8, 2003.
- [47] Sutantyö D, Levi P, Möslinger C, Read M. Collective-adaptive lévy flight for underwater multi-robot exploration. In 2013 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation (pp. 456-462). IEEE. 2013.
- [48] Chechkin AV, Metzler R, Klafter J, Gonchar VY. Introduction to theory of Levy flights. sayı 1, ss. 1–41.
- [49] Saldívar O. Levy flight as a robotic search pattern. massachusetts institute of technology, 2012.
- [50] Özçakar N. Genetik algoritmalar. İşletme Fakültesi Dergisi, C. 27, ss 1 1998 s. 69-82
- [51] Öznur İŞÇ, Korukoğlu S. Genetik algoritma yaklaşımı ve yöneylem araştırmasında bir uygulama. Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 10(2), 191-208.
- [52] Yıldız Y, Çonkur E. Potansiyel alan metodu ile engelli bir alanda hedefine ulaşabilecek bir mobil robot için yazılan simülasyon programı. 2010.
- [53] Çınar E, Parlaktuna O, Yazıcı A. Robot navigasyonunda potansiyel alan metodlarının karşılaştırılması ve iç ortamlarda uygulanması, 2007;12:603-608.
- [54] Rimon E, Koditschek DE. Exact robot navigation using artificial potential functions. Departmental Papers (ESE), 1992;323.
- [55] Vaščak J. Navigation of mobile robots using potential fields and computational intelligence means. 2007;4(1):63–74.
- [56] Kala R. Code for robot path planning using artificial potential fields, 2014;2–4.
- [57] Babinec FDĚA, Kajan M, Be P, Florek M. Path planning with modified A star algorithm for a mobile robot. 2014;96:59–69.
- [58] Guruji AK, Agarwal H, Parsediya DK. Time-efficient A \* algorithm for robot path planning. 2016;23:144–149.
- [59] Mahadevi S, Shylaja KR, Ravinandan ME. Memory based A-star algorithm for path planning of a mobile robot. 2014;3(6):1351–1355.
- [60] Russell SJ, Norvig P. Artificial intelligence: A modern approach, c. 9, sayı 2. 1995.
- [61] Vonásek V, Faigl J, Krajník T, Přeučil L. RRT-path—a guided rapidly exploring random tree. In Robot Motion and Control (pp. 307-316). Springer, London. 2009
- [62] Bry A, Roy N. Rapidly-exploring random belief trees for motion planning under uncertainty. IEEE International Conference on Robotics and Automation (pp. 723-730) 2011.
- [63] Ferguson D, Kalra N, Stentz A. Replanning with rrt\*. ICRA. (pp. 1243-1248). IEEE. 2006.
- [64] Koyuncu E. Probabilistic motion planning in complex environments for unmanned aerial vehicles. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2008.
- [65] Kavraki L, Svestka P, Overmars MH. Probabilistic roadmaps for path planning in high-dimensional configuration spaces, 1994;1–34.
- [66] Değertekin SÖ, Lamberti L, Ülker M. Uzay kafes yapılarının ateş böceği algoritması yöntemiyle optimizasyonu. 2015;390–397.
- [67] Belen MA, Alıcı M, Çor A, Güneş F. Ateşböceği algoritması ile mikrodalga transistör performans karakterizasyonu, ss. 27–29, 2014.
- [68] Ali N, Othman MA, Husain MN, Misran MH. A review of firefly algorithm, 2014;9(10):1732–1736.
- [69] Fister I, Yang XS, Fister D. Firefly algorithm: a brief review of the expanding literature. In cuckoo search and firefly algorithm Springer, Cham. 2014;347-360.
- [70] G Sakir. Available from: <https://www.emaze.com/@AQLRIRFW> [cited 2017 Apr 11].
- [71] Wu HS, Zhang FM. Wolf pack algorithm for unconstrained global optimization. Mathematical Problems in Engineering, 2014.

- [72] Hongdan L, Sheng L, Zhuo Y. Application of adaptive wolf colony search algorithm in ship collision avoidance. *International Journal of Simulation: Systems, Science and Technology*, 2015;16(2A):14.
- [73] Changan LIU, Xiaohu YAN, Chunyang LIU, Hua WU. The wolf colony algorithm and Its application., 2011;20(2).
- [74] Mirjalili A. Available from: <http://www.alimirjalili.com/GWO.html> [cited 2015 May 17].
- [75] Erdoğan ŞZ. Kendini klonlayan karınca kolonisi yaklaşımıyla optimal yolun bulunması. Edirne: Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2008.
- [76] Durdu A, Erkmén I, Erkmén AM. Estimating and reshaping human intention via human-robot interaction, *Turkish J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, 2016;24(1):88–104.
- [77] Du G, Zhang P. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing A novel human – manipulators interface using hybrid sensors with Kalman filter and particle filter. *Robot. Comput. Integr. Manuf.*, 2016;38:93–101.
- [78] Liu J, Luo Y, Ju Z. An interactive astronaut-robot system with gesture control., 2016.
- [79] Rozo D, Leonel S, Joao C. Learning controllers for reactive and proactive behaviors in human – robot, 2016;3:1–11.
- [80] Mousavi M, Yap HJ, Musa SN, Tahriri F, Dawal SZ. Multi-objective AGV scheduling in an FMS using a hybrid of genetic algorithm and particle swarm optimization. ss. 1–25, 2017.
- [81] Adriansyah A, Gunardi Y, Ihsanto E. Goal-seeking behavior-based mobile robot using particle swarm fuzzy controller. 2015;13(2):528–539.
- [82] Schroeder A, Ramakrishnan S, Kumar M, Trease B. Efficient spatial coverage by a robot swarm based on an ant foraging model and the Lévy distribution, c. 11, sayı 1. Springer US, 2017.
- [83] Abbas R, Wu Q. Communication failure in formation control of multiple robots based on particle swarm optimization algorithm. 2015;5–8.
- [84] Pei F. Distributed SLAM system using particle swarm optimized particle filter for mobile robot navigation. 2016;994–999.
- [85] Sudhakara P, Ganapathy V. Trajectory planning of a mobile robot using enhanced A-star algorithm, 2016;9:1–10.
- [86] Song M, Yang J, Wang Y, Yu C, Zhao D. Path planning algorithm based on an improved artificial potential field for mobile service robots. *IEEE*. 2018;441-445.
- [87] Siming W, Tiantian Z, Weijie L. Mobile robot path planning based on improved artificial potential field method. (IRCE) 2018;29-33.
- [88] Yongshen L, Xuerong Y, Yajun Y, Shengdong P. Formation control of UGVs based on artificial potential field. *IEEE*, 2018;6830-6835.
- [89] Patle BK, Pandey A, Jagadeesh A, Parhi DR. Path planning in uncertain environment by using firefly algorithm. *Defence technology*, 2018;14(6):691-701.
- [90] Nazarahari M, Khanmirza E, Doostie S. Multi-objective multi-robot path planning in continuous environment using an enhanced genetic algorithm. *Expert Systems with Applications*, 2019;115:106-120.
- [91] Dewang HS, Mohanty PK, Kundu S. A robust path planning for mobile robot using smart particle swarm optimization. 2018;133:290-297.
- [92] Che H, Wu Z, Kang R, Yun C. Global path planning for explosion-proof robot based on improved ant colony optimization. (ACIRS) *IEEE*, 2016;36-40.
- [93] Rao AM, Ramji K, Kumar TN. Intelligent navigation of mobile robot using grey wolf colony optimization. *Proceedings*, 2018;5(9):19116-19125.
- [94] Zu W, Fan G, Gao Y, Ma Y, Zhang H, Zeng H. Multi-UAVs Cooperative Path Planning Method based on Improved RRT Algorithm. In 2018 *IEEE International Conference on Mechatronics and Automation (ICMA) IEEE*, 2018;1563-1567.





## Sağlıklı Genç Bireylerde Pursed-Lip Solunum Egzersizinin Anksiyete, Depresyon, Uyku ve Yaşam Kalitesi Üzerine Etkisinin Araştırılması

Aydın SEVER\*<sup>1</sup>, Halil ŞİMŞEK<sup>1</sup>, Fatih ÇAKAR<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bingöl Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Bingöl, Türkiye

Aydın SEVER ORCID No: 0000-0002-6727-1556

Halil ŞİMŞEK ORCID No: 0000-0002-9637-1265

Fatih ÇAKAR ORCID No: 0000-0002-7551-4087

\*Sorumlu yazar: asever@bingol.edu.tr

(Alınış: 10.12.2018, Kabul: 27.12.2018, Online Yayınlanma: 30.06.2019)

**Anahtar Kelimeler**  
 Pursed-lip,  
 Depresyon,  
 Anksiyete,  
 Uyku kalitesi,  
 Yaşam kalitesi

**Öz** Bu çalışmada pulmoner rehabilitasyonda yaygın olarak kullanılan Pursed-lip solunum egzersizlerinin, kronik bir rahatsızlığı bulunmayan genç bireylerde anksiyete, depresyon, uyku ve yaşam kalitesi üzerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Araştırma Nisan 2018- Mayıs 2018 tarihleri arasında, Bingöl Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Fizyoterapi Programı öğrencisi 33 sağlıklı birey üzerinde yapıldı. Bireylere egzersiz öncesi Beck Anksiyete, Beck Depresyon, Eq-5d Yaşam Kalitesi ve Pittsburgh Uyku Kalitesi Ölçeği uygulandı. Değerler kaydedildi ve bireylere haftada 3 seans olmak üzere 8 hafta Pursed-lip egzersizleri yaptırıldı. Egzersiz sonrası bireylere Beck Anksiyete, Beck Depresyon, Eq-5d Yaşam Kalitesi ve Pittsburgh Uyku Kalitesi Ölçekleri uygulandı ve değerler alınarak kaydedildi. Yapılan istatistiksel değerlendirmede, sağlıklı genç bireylerde Pursed-lip solunum egzersizini yapan kişilerin anksiyete, depresyon düzeyi egzersiz öncesine göre azalma anlamı bulundu ( $P<0,05$ ). Uyku ve yaşam kalitesi değerlerinin uygulama öncesine göre artışın önemli olduğu gözlemlendi ( $P<0,05$ ).

32

## Investigation of The Effect of Pursed-Lip Breathing Exercise on Anxiety, Depression, Sleep and Life Quality in Healthy Young Individuals

**Keywords**  
 Pursed-lip,  
 Depression,  
 Anxiety,  
 Sleep quality,  
 Quality of life

**Abstract:** The aim of this study was to investigate the effects of Pursed-lip respiratory exercises commonly used in pulmonary rehabilitation on anxiety, depression, sleep, and quality of life in young people without a chronic disease. The research was carried out on 35 healthy individuals who are students of Bingöl University Health Services Vocational School Physiotherapy Program student between April 2018 and June 2018. Individuals were administered Beck Anxiety, Beck Depression, Eq-5d Quality of Life and Pittsburgh Sleep Quality Scale before exercise. Values were recorded and individuals were given Pursed-lip exercises for 8 weeks, 3 sessions per. Beck Anxiety, Beck Depression, Eq-5d Quality of Life and Pittsburgh Sleep Quality Scales were applied to the individuals after the exercise and the values were recorded. In the statistical evaluation, in healthy young individuals, Pursed-lip was found meaningful decrease in anxiety, depression level compared to before exercise. ( $P<0,05$ ). It was observed that sleep and quality of life values were more important than before ( $P<0,05$ ).

### 1. GİRİŞ

Depresyonu sınıflandırma çalışmaları tarihin ilk dönemlerine kadar dayanmakta olup rahatsızlığın döngülü olabilmesinden dolayı da Fransız psikitarlar “folie circulaire” ifadesini kullanmışlardır. Devam eden yıllarda tetikleyici unsurların varlığına göre

sınıflandırma çalışmaları devam etmiş ancak bu tetikleyici unsurlar hastalığın ve tedavinin prognozunu etkilemediği görülmüş bunun üzerine sınıflamalarda tetikleyici unsur kullanılmamaya başlanmıştır [1]. Anksiyete, hayatın bazı zamanlarında meydana gelen çoğunlukla fizyolojik semptomların beraber görüldüğü hayatı tehdit eden veya tehdit şekline telakki edilen hoş

olmayan duygulanım olarak tanımlanabilir [2,3]. Bununla birlikte genel bir tecrübe olan ve çoğu insanın hayatında bulunabilen anksiyete, rahatsız edici bir tedirginlik durumu olup, kişinin kendisini tehlike altında görmesi ve algılamasıdır [4].

Uyku, geçici bir şuuruzluk faaliyeti olmasıyla birlikte, bedenin istirahat ve toparlanma devresi olduğu bildirilmektedir [5]. Bununla birlikte kişinin yaşam ve sağlık seviyesini etkileyen bir aktivite olup fizyolojik ruhsal ve içtimai yönleri olan bir kavram olarak ta görülmektedir [6]. Uyku hem fiziksel büyüme ve hem de akademik performansın güçlendirilmesinde en temel unsur olarak görülmektedir. Çocuklarda gelişim periyodunu kazanabilmeleri ancak yeterli ölçüde uyku ve dinlenmelerini sağlamakla elde edebilirler. Bundan dolayı çocukta fiziksel gelişimde uyku önemli bir yere sahiptir. Yeterli uyku almama, hem çocuk ve hem de ergenlerin gündüz uykululuğu, davranışlarında dikkatsizlik görülmektedir. Yine yetersiz şekilde uyku durumu çocuklarda davranışsal problemleri ortaya çıkarmaktadır. Bedensel gelişiminin eğitim-öğretim performansının gelişmesinde uyku önemli yapı taşlarından biridir [7]. Uykunun kalitesi, kişi uyandıktan sonra, kendini iyi ve güne hazır hissetmesi olup, yaşam biçimi, dış unsurlar, sosyal hayat, genel sağlık düzeyi ve parasal durumlara bağlıdır [8].

Yaşam kalitesi, kişiyi yaşadığı çevrede kendini durumunu nasıl gördüğüyle ilişkilidir. Bireyin bedensel faaliyetleri, ruhsal vaziyeti aile içi ve aile dışı münasebetlerini, dış etkileri ve inançlarını içermektedir [9,10]. Günümüzde her geçen gün ilerleyen tıbbi çalışmalar yalnız hastalıkların ortadan kaldırılması değil, bunun yanında bireyin yaşam kalitesini artırmayı da hedeflemektedir. Sağlıktaki gelişmelerin ilerlemesiyle amaç, yalnızca hastalıkları tedavi etmek değil, yaşam standartlarının yükseltilmesi de hedeflenmektedir [11].

Son yıllarda yapılan çalışmalarda yaşam kalitesi, toplumun huzuru ve dışsal faktörler çevresel etmenleri de içine alacak şekilde incelenmektedir [12]. Yaşam kalitesi, birey için önemli olan hadiseler ile ilgili o kişinin memnuniyet durumunu ortaya koyan bir ruh hali olarak ifade edilmektedir. Ayrıca, yaşam kalitesi Dünya Sağlık Örgütüncü bireyin amacı, yaşamdan beklentileri, hayatını sürdürdüğü çevre ve kültürde bireyin kendisini nasıl hissettiği ve nerede gördüğü biçiminde ifade edilmektedir [13].

Değişen yaşam tarzı, gelişen teknoloji ve yoğunlaşan iş yükü, hasta bireylerde stres oluşturduğu gibi sağlıklı bireylerde de etkisini göstermektedir. Bu stresin kişi üzerindeki en önemli etkilerinden bazıları anksiyete ve depresyon seviyesinin yükselmesi, uyku ve yaşam kalitesinin düşmesidir. Bu olumsuz etkilerin tedavi edilmesi hususunda birçok yöntem vardır. Tıbbi tedavi ve ilaç tedavisi gibi farklı seçenekler değerlendirilebilmekte olup farmakolojik tedavinin kişilerde oluşturduğu yan etkiler, ülke ekonomisinde oluşturduğu maliyet ve psikoterapiye ulaşmadaki

zorluklar sebebiyle tedavinin devamlılığı ve etkinliği olumsuz yönde etkilenmektedir.

Bu çalışmada bireylerin herhangi bir sağlık personelinin yardım almadan evde okulda ya da iş yerinde kolayca yapabilecekleri pursed-lip solunum egzersizinin, anksiyete, depresyon düzeyi, uyku ve yaşam kalitesi rehabilitasyonunda etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

Araştırma, Bingöl Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği kurulundan alınan 12.04.2018 tarih ve 23 sayılı yazısı doğrultusunda, Bingöl Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Fizyoterapi Programında yaşları 18-22 arasında değişen ve kronik herhangi bir rahatsızlığı bulunmayan, kız ve erkeklerden oluşan toplam 33 öğrenci üzerinde yapıldı (Tablo 1).

**Tablo 1.** Araştırma grubunun demografik özellikleri

N=33	Erkek	Kız
Cinsiyet	9	24
Yaş	20-22	18-21

Çalışmaya başlamadan önce öğrencilere solunum tekniğini uygulamalı olarak tüm bireylere kolayca yapabilme pozisyonuna gelinceye kadar eğitim verildi. Bu solunum şeklinde; soluk, büzülmüş dudaklardan dolayı yavaş bir şekilde verildiğinden dolayı, büzük dudak solunumu olarak da adlandırılır. Bu yöntem ile ekspirasyon sırasında kontrol sağlanarak alveollerin en yüksek oranda boşalması sağlanmış olur. Böylelikle büzük dudakla yapılan solunum; gaz değişimini oranını artırmakta, solunumun hızını düşürmekte, tidal volümü artırmakta, inspiratuvar ve ekspiratuvar kaslarda aktiviteyi artırmaktadır [14].

Araştırmada, Buysse ve ark. [15], tarafından oluşturulan ve Türkiye’de geçerliliği ve güvenilirliği Ağargün ve ark. [16], tarafından uygulanmış Pittsburgh Uyku Kalitesi Ölçeği (PUKİ) ölçeği kullanıldı. Kullanılan ölçeğin Cronbach alfa değeri 0.79 dur (Cronbach alfa= 0.79). PUKİ, belli bir zaman diliminde uyku durumunu değerlendiren bir ölçektir. 24 sorudan oluşan ölçeğin 19 sorusu birey tarafından 5 tanesi de bireyle birlikte yaşayan kişi tarafından cevaplandırılır. Oda arkadaşının cevapladığı 5 soru değerlendirmeye alınmazken bireyin kendi cevapladığı sorular değerlendirilir. Birey tarafından cevaplandırılan 19 soru toplam yedi bileşenden oluşur. Bu bileşenlere verilen cevaplar, PUKİ puanını belirler. Her bileşenin cevabı 0-3 aralığında puanlanır, ve toplam puan 0-21 arasında olmaktadır. Puanın yüksekliği uyku kalitesindeki düşüşü ifade etmektedir.

Euro-QOL 5-D (EQ-5D) Ölçeği, EQ-5D Euro-QoL [17], çalışma grubu tarafından geliştirilen ve Türkçe güvenilirlik, geçerlilik ve toplum norm değerlerinin belirlenmesini Eser ve ark. [18,19 ], tarafından hazırlanan metot kullanıldı. Bir öz bildirim ölçeği olan (EQ-5D) toplam 5 sorudan oluşmaktadır. Bunlar; hareketlilik, öz-bakım, günlük olağan aktiviteler, ağrı/rahatsızlık duygusu ve anksiyete/depresyondur.

Bireyin kendi başına rahat yürüyebilmesi, günlük yaşam aktivitelerinde bağımsız yapabilmesine kadar olan durumları ölçer. Ağrı; hiç ağrı bulunmamasını veya yoğun ağrı olması, anksiyete/depresyon; bireyin iyi hissetmesi durumundan ileri derecede kötü hissetmesi durumuna kadarki aralıktaki durumu değerlendirir. Ölçek üçlü Likert tipi tarzındadır. Bunun yanında, bireyin kötü sağlık durumu ile en iyi sağlık durumunu gösteren görsel bir eşdeğerlilik ölçeği bulunmaktadır.

Çalışmada depresyon düzeyi ölçümlerinde Türkçe geçerlilik ve güvenilirliği Hisli [20], tarafından yapılan Beck Depresyon Ölçeği (BDÖ) kullanıldı. Bu ölçek, 0-3 arası puanlanan likert tipi depresif belirtileri doğru bir şekilde değerlendirmek için doğrulanmış bir ölçektir. Beck Anksiyete Ölçeği (BAO) Beck ve Arkadaşları tarafından oluşturulan 21 sorudan oluşan bir ölçektir. Alınacak yüksek puan, yüksek anksiyeteye işaret etmektedir. Bu ölçeğin Türkiye’de geçerlik ve güvenilirliği Ulusoy ve ark. [21], tarafından yapılmıştır.

Egzersiz öncesinde PUKİ ile uyku kalitesi, BDÖ ile depresyon düzeyi, BAÖ ile anksiyete düzeyi ve (EQ-5D) ile de yaşam kalitesi düzeyleri ölçüldü. Öğrenciler haftada 3 seans ve toplamda 24 seans olmak üzere 8 haftalık egzersiz programına alındı. Egzersiz uygulaması sonunda PUKİ, BDE, BAÖ ve EQ-5D düzeyleri tekrar ölçülerek değerler kaydedildi.

Çalışmada istatistiksel inceleme SPSS Statics 24 paket programı ile yapıldı. Uygulama öncesi ve sonrası değerlerin ölçülmesinde eşleştirilmiş t-testi kullanıldı. Veriler, ortalama±standart sapma olarak gösterildi [22].

### 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çalışmada, uyku ve yaşam kalitesinde uygulamaya öncesine göre anlamlı düzeyde iyileşme olduğu, depresyon ve anksiyete seviyelerinde anlamlı düşüş gerçekleştiği gözlemlenmiştir (Tablo 2).

Anksiyeteli bireylerde solunum güçlüğüne meydana getirdiği rahatsızlık, bireyde işlevsel aktivitede azalma ve ölüm tehlikesi durumuna bağlı olarak kendisini kötü hissetmesi ve buna bağlı ilaç kullanımı ihtiyacında artışa neden olmaktadır. Bu bireylerin yaşam süreleri içerisinde oluşan semptomların ortadan kaldırılması için yaygın olarak ilaç kullanma ihtiyacı giderek artmaktadır [23]. Pulmoner rahatsızlıklarda birçok ruhsal bozukluk durumları ortaya çıkmakta olup bunlardan en sık görülen anksiyete ve depresyondur [24]. Depresyon bireyde iş, aile ve sosyal hayatı olumsuz şekilde etkileyen ve yaşam kalitesi düzeyini önemli oranda düşüren bir durumdur. İnsanın yaşamsal gereksinimlerinden birisi uyku olup kaliteli bir yaşamda olmazsa olmaz olan bir biyolojik

ihtiyaçtır [25]. Sağlıklı yaşamın temel ihtiyaçlarından olan uyku bireyin doğumdan sonra büyüme, gelişme, öğrenme ve dinlenmesini sağlayan, kişiyi bir sonraki güne sağlıklı bir şekilde hazırlayan bir evredir [26]. Çocukluk evresinde gelişimin tam olarak sağlanabilmesi için bireyin yeterli düzeyde uyuması ve dinlenmesi gerekmektedir [27].

Yaşam kalitesi ile ilgili ilk araştırmalar 1970 li yıllarda başlamış olup bu tür çalışmalar her geçen gün artmaktadır [28,29]. Bireyin sağlık durumunun belirlenmesinde objektif göstergelerin yanı sıra, kendi sağlığı ve hastalığını ne şekilde algıladığını ifade eden “yaşam kalitesi” göstergelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Yaşam kalitesi kavramında, bireyin günlük faaliyetlerini yapabilme kapasitesini göstermesinin yanında yaşamdan ve kişisel iyilik durumundan elde ettiği hazı da ifade etmektedir [30,31].

Taşpınar [32], tarafından yapılan bir çalışmada pulmoner rehabilitasyon uygulamasının Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı (KOA) hastalarda depresyon ve anksiyete düzeyini azalttığı bildirilmektedir. Da Costa ve ark. [33], yaptıkları bir çalışmada KOA hastalarda pulmoner rehabilitasyon tekniklerinin anksiyete ve depresyon seviyelerinde önemli düzeyde azalmaya yol açtığını saptamışlardır. Nield Margaret ve ark. [34], tarafından yapılan çalışmada egzersizin efor dispnesi ve fiziksel fonksiyonlarda kalıcı düzelmeye sağladığı ve bu durumun kişinin yaşamında pozitif etki ettiği gözlenmiştir. Mueller ve ark. [35], tarafından yapılan bir çalışmada Pursed-lip egzersizlerinin arterial oksijenasyonu ve saturasyonu artırarak geliştirdiğini, karbondioksit düzeyinde ise azalmaya neden olduğu saptanmıştır. Yapılan başka bir çalışmada, egzersiz uygulamasına bağlı olarak bireylerde uykuya dalmada kolaylık, daha derin uyku, sabah uyanıldığında bireylerin kendilerini daha zinde hissettikleri bildirilmektedir [36]. King ve ark. [37], tarafından yapılan bir çalışmada orta derecede uyku yakınmaları olan bireyler üzerinde uygulanan egzersiz aktiviteleri sonrasında bireylerin uyku kalitelerinde önemli derecede iyileşme ve bunun yanında anksiyete düzeylerinde önemli düzeyde azalma olduğunu gözlemişlerdir. Teoman ve ark.[38], yaptıkları bir egzersiz çalışmasında, egzersizi düzenli yapan ve yapmayan gruplar karşılaştırıldığında egzersizin yaşam kalitesini iyileştirmede önemli düzeyde etkisini saptamışlardır. Yaptığımız bu çalışmada, depresyon ölçeği değerleri [32,33], anksiyete ölçeği düzeyi [32,33,37], yaşam kalitesi düzeyi [34,38] ve uyku kalitesi değerlerinin [36,37] araştırmacıların bulguları ile uyumlu olduğu saptanmıştır.

**Tablo 2.** Egzersiz uygulaması öncesi ve sonrası PUKİ, EQ-5D, BDÖ ve BAÖ düzeyleri

Parametreler	Egzersiz Öncesi (n=33)	Egzersiz Sonrası (n=33)	P
PUKİ	8,181± 2,555	6,878± 3,140	P<0,05
EQ-5D	0,666±0,139	0,775± 0,176	P<0,05
BDÖ	17,393±6,041	12,939±7,520	P<0,05
BAÖ	17,575±8,814	14,424±9,100	P<0,05

Yaptığımız bu çalışmada, çağımızın en önemli sağlık problemlerinden olan anksiyete depresyon, uyku ve yaşam kalitesi şikâyetlerinin azaltılmasında önemli katkısı olduğu saptanmış olup KOAH'lı ve diğer hastalarda pulmoner rehabilitasyonun psikolojik faktörler üzerine olumlu etkilerinin olduğu birçok çalışma yapılmış olsa da, sağlıklı bireylerde bu egzersizin etkisinin araştırıldığı çalışma sayısı yok denecek kadar azdır. Bu tür uygulamaların yalnızca hasta bireylerin iyileştirilmesi için değil, aynı zamanda sağlıklı bireylerinde depresyon ve anksiyete gibi bireyin yaşam kalitesini, çalışma düzenini ve toplum içindeki durumunu etkileyen problemleri birey olmalarına yol açan durumlara karşı korunmalarına katkı sağlaması açısından önemli görülmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] Akiskal HS. Mood disorders: historical introduction and conceptual overview. In: Sadock BJ, Sadock VA (eds). *Kaplan and Sadock's Comprehensive Textbook of Psychiatry*. Philadelphia: Lippincott Williams&Wilkins. 2005; p.1559-1575.
- [2] Kayahan M, Serbaş G. Dahili ve cerrahi kliniklerde yatan hastalarda anksiyete-depresyon düzeyleri ile stresle başa çıkma tarzları arasındaki ilişki. *Anadolu Psikiyatri Derg.* 2007; 8:52-61.
- [3] Hisli N. Beck depresyon envanteri'nin üniversite öğrencileri için geçerliliği ve güvenilirliği. *Psikoloji Derg.* 1989; 7(23):3-13.
- [4] Seers K, Crichton N, Tutton L, Smith L, Saunders T. Effectiveness of relaxation for postoperative pain and anxiety: randomized controlled trial, *J of Adv Nurs.* 2008; 681-688.
- [5] Karadağ M. Uyku bozuklukları sınıflaması (ICSD-2). *T Klin Akciğer Arşivi.* 2007; 8:88-91.
- [6] Bingöl N. Hemşirelerin uyku kalitesi, iş doyumu düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi: Yüksek Lisans Tezi. Sivas: Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2006.
- [7] Koulouglioti C, Cole R, Kitzman H. Inadequate sleep and unintentional injuries in young children. *Public Health Nurs.* 2008; 25( 2):106-114.
- [8] Engin, E. Ege üniversitesi tıp fakültesi hastanesi yoğun bakım hemşirelerinin uyku düzen özellikleri ile iş doyumu arasındaki ilişkinin incelenmesi: Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Ege Üniversitesi, 1999.
- [9] The WHOQOL Group: The world health organization quality of life assessment (WHOQOL): Development and general psychometric properties. *Social Science and Medicine.* 1998; 46(12):1569-85.
- [10] Carr J A, Gibson B, Robinson P G. Measuring of life is quality of life determined by expectations or experience. *BMJ.* 2001; 322:1240-43.
- [11] Eser SY, Fidaner H, Fidaner C, Elbi H, Eser E. Yaşam kalitesinin ölçülmesi, WHOQOL-100 ve WHOQOL-BREF. *3P Derg.* 1999; (7):5-13.
- [12] Pınar R. Sağlıkla ilgili yaşam kalitesi. *Sendrom Eylül.* 1997; 9 (9):117.
- [13] Zorba E. Yaşam kalitesi ve fiziksel aktivite. 10Th. *International Sports Sciences Congress*, Bolu: 2008; 82-85.
- [14] Gigliotti F, Romagnoli I, Scano G. Breathing retraining and exercise conditioning in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD): A physiological approach. *Respir Med.* 2003; 97(3):197-204.
- [15] Buysse DJ, Reynolds III CF, Monk TH, Berman SR, Kupfer DJ. The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry research.* 1989; 28(2):193-213.
- [16] Ağargün MY, Kara H, Anlar O. Pittsburgh uyku kalitesi indeksi'nin geçerliliği ve güvenilirliği. *Türk Psikiyatri Dergisi.* 1996; 7:107-11.
- [17] EuroQol Group. EuroQol--a new facility for the measurement of health-related quality of life. *Health Policy.* 1990; 16:199-208.
- [18] Eser E, Dinç G, Cambaz S. EURO-QoL (EQ-5D) indeksinin toplum standartları ve psikometrik özellikleri: Manisa kent toplumu örnekleme. 2.Sağlıkta Yaşam Kalitesi Kongresi Bildiri Özetleri Kitabı. İzmir: Meta Basımevi; 2007; p. 78.
- [19] Eser E. Sağlıkla ilgili yaşam kalitesinin kavramsal temeli ve ölçümü. *Sağlıkta Birikim Dergisi.* 2006; 5:1-5.
- [20] Hisli N. Beck Depresyon Envanterinin üniversite öğrencileri için geçerliliği, güvenilirliği. *Psikoloji Dergisi.* 1989; 7:3-13.
- [21] Ulusoy M, Şahin N, Erkmen H. Turkish Version of The Beck Anxiety Inventory: psychometric Properties. *Journal of Cognitive Psychotherapy.* 1998; 12(2):163
- [22] Sümbüloğlu K., Sümbüloğlu V., Biyoistatistik Özdemir Basım Yayım ve Dağıtım LTD. Şti. 6. Baskı, Ankara; 1995.
- [23] Saryal B, Acıcan T. Güncel bilgiler ışığında kronik obstrüktif akciğer hastalığı. *Bilimsel Tıp Yayınevi, Ankara;* 2003.
- [24] Çelik P, Esen A, Akın M, İçelli İ, Yorgancıoğlu A. Kronik obstrüktif akciğer olgularında depresyon. *Solunum Hastalıkları.* 1998; (9):25-32.
- [25] Oğuzhanoğlu KN. Tıbbi durumlar ve depresyon. *Duygudurum Dizisi.* 2001; 3:116-125
- [26] Fadıloğlu Ç, İlkbay Y, Yıldırım Y. Huzurevinde kalan yaşlılarda uyku kalitesi. *Turkish Journal of Geriatrics.* 2006; 9(3):165-9.
- [27] Abdulkadiroğlu Z, Bayramoğlu F, İlhan N. Uyku ve uyku bozuklukları. *Genel Tıp Derg.* 1997; 7:161-6.
- [28] Koulouglioti C, Cole R, Kitzman H. Inadequate sleep and unintentional injuries in young children. *Public Health Nursing.* 2008; 25( 2):106-14.
- [29] Carr JA, Higginson IJ. Measuring quality of life are quality of life measures patient centered. *BMJ.* 2001; 322:1357-60.
- [30] Jenney EMJ, Campbell S. Measuring quality of life. *Archives of disease childhood* 1997; 77:347-50.



- [31] Gotay CC, Korn EL, McCabe MS, Moore TD, Cheson BD. Quality-of-life assessment in cancer treatment protocols: research issues in protocol development. *J Natl Cancer Inst.* 1992; (84):575-9
- [32] Taşpınar B. Sağlıklı ve kronik obstrüktif akciğer hastalığı olan bireylerin pulmoner fonksiyon, fiziksel fonksiyon, yaşam kalitesi, depresif semptomlar ve kognitif yetenekler açısından karşılaştırılması: Yüksek Lisans Tezi. Denizli: Pamukkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2007.
- [33] Costra CC, Azeredo Lerman C, Colombo C, Canterle DB, Machado MLL, Kesler A, et al. Effect of a pulmonary rehabilitation program on the levels of anxiety and depression and on the quality of life of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Rev Port Pneumol.* 2014; 20(6):299-304.
- [34] Nield MA, Soo Hoo GW, Roper, JM, Santiago S. A breathing pattern retraining strategy for dyspnea reduction. *J of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention.* 2007; (27):237-44.
- [35] Mueller R, Petty T, Filley G. Ventilation and arterial blood gas changes induced by pursed-lips breathing. *J Appl Physiol.* 1970; (28):78.
- [36] Vuori I, Urponen H, Hasan J, Partinen M. Epidemiology of exercise effects on sleep. *Acta Physiol Scand.* 1988; (574):3-7.
- [37] King AC, Oman RF, Brassington GS, Bliwise DL, Haskell WL. Moderate-intensity exercise and self-rated quality of sleep in older adults. A randomized controlled trial. *JAMA.* 1997; (277):32-7.
- [38] Teoman N, Özcan A, Acar B. The effect of exercise on physical fitness and quality of life in postmenopausal women. *Maturitas.* 2004; 47(1):71-7.



## Yaş Meyve ve Sebze Zararlıları ile Mücadelede Hasat Sonrası Sıcaklık Uygulamaları

Şule İSTEK<sup>\*1</sup>, Ahmet Güray FERİZLİ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bornova Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İzmir, Türkiye

<sup>2</sup> Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Ankara, Türkiye

Şule İSTEK ORCID No: 0000-0002-5194-7259

Ahmet Güray FERİZLİ ORCID No: 0000-0003-4582-4380

\*Sorumlu yazar: s.i.ziraat@hotmail.com

(Alınış: 09.11.2018, Kabul: 02.05.2019, Online Yayınlanma: 30.06.2019)

**Anahtar Kelimeler**  
 Meyve,  
 Sebze,  
 Hasat sonrası,  
 Zararlı kontrolü,  
 Sıcaklık uygulama

**Öz** Hasat sonrası zararlılarla mücadele, ürün kalitesinin korunması ve depolama süresinin maksimum sürede tutulması için çok önemlidir. Bu nedenle son zamanlarda çeşitli alternatif mücadele yöntemleri yaş meyve ve sebzelerde de denenmektedir. Ürünlerde kaliteyi sürdürmek, kalıntı problemlerini, çevreye zararı ve böceklerde zamanla gelişen direnç problemlerini hatta mücadele yöntemlerinde maliyeti azaltmak için, fiziksel yöntemler iyi bir alternatif olmuştur. Yüksek ya da düşük sıcaklık uygulamaları olarak kullanılan bazı fiziksel metotlar kuru ısıtma, buhar ısıtma, sıcak su ve basınçlı sıcak hava veya oda soğutma, basınçlı hava ya da vakumlu soğutma, hidro soğutma, buz kullanmadır. Bu uygulama seçenekleri bazen tek ya da birkaçının kombinasyonu ile denenmiştir. Son zamanlardaki çalışmalar ve yayınlar da bu yönelimi doğrulamaktadır. Bu nedenlerle bu derleme makale yüksek ve düşük sıcaklık uygulamalarındaki en son çalışmaları içermektedir.

37

## Post-Harvest Temperature Applications in The Control Against Fresh Fruit and Vegetable Pests

**Keywords**  
 Fruit,  
 Vegetable,  
 Post-harvest,  
 Pest control,  
 Heat treatment

**Abstract:** Post harvest pests-control are very important for product quality protection and keeping storage period at maximum time. Therefore, various alternative control methods have been also tested in fresh fruits and vegetables recently. Physical methods have been a good alternative to sustain quality in crops, to minimize residue problems, the damage to the environment and to the problems of resistance that develops over time in insects as well as to reduce the cost in the control methods. Some of the physical methods used as high or low temperature applications are dry heating, steam heating, hot water and pressurized hot air or room cooling, compressed air or vacuum cooling, hydro cooling and ice usage. These application options have sometimes been tested as single or with a combination of a few. Recent studies and publications confirm this trend, too. For this reasons this review article includes the latest works on high and low temperature applications.

### 1. GİRİŞ

Tarımsal ürünlerin, üretiminden tüketimine kadar her safhasında hastalık ya da zararlılardan kaynaklı ürün kayıpları yaşanmaktadır. Tarımsal ürünlerin ilk günlük tazeliği ve kalitesinde kalması istenen bir durumdur. Bu nedenle hasat sonrasında kültürel, biyolojik, fiziksel, biyoteknik ve kimyasal olmak üzere çeşitli alternatifler denenmektedir. Bunlar arasında daha ekonomik, daha pratik, ürüne ve çevreye en az zarar verecek, kalıntı

riskini en aza indirecek yöntemler geliştirilmeye çalışılmaktadır. Hatta son zamanlarda metil bromidin çevreye ve insan sağlığına olan zararları nedeniyle alternatif metotların geliştirilmesi hız kazanmıştır. Ancak tarımsal ürüne zarar veren etmenin biyolojisini, zarar yaptığı dönem ve şartları tespit, sonrasında da ona göre en uygun mücadele yöntemini belirlemek en önemli aşamasını oluşturmaktadır.

Böceklerin sıcaklığa göre tepkilerinin (çizelge 1'de) genel olarak bilinmesiyle de en iyi sıcaklık aralığında mücadele yapabilmeye olanak sağlayacaktır.

**Çizelge 1.** Depolanmış ürünlerde zararlı böceklerin sıcaklığa tepkileri [1]

Zon	Sıcaklık	Etki
Ölümcül	> 62	Ölüm 1 dakika <
	50-62	Ölüm 1 saat <
	45-50	Ölüm 1 gün <
	35-42	Bir süre sonra ölüm
	35	Gelişme durur
En Uygun	33-35	Gelişme hızı düşer
	25-33	Gelişme en hızlıdır
	20-25	Gelişme hızı düşer
	13-20	Gelişme yavaşlar ya da durur
Ölümcül	3-13	Hareket durur-bir süre sonra ölür
	-5 ila -10	Ölüm 1 hafta-ay <
	-15 ila -25	Ölüm 1 saat<

Depolama koşullarının iyileştirilmesi için geliştirilmiş olan fiziksel yöntemler, hasattan sonra ürünlerde ısıl işlem uygulamaları olarak, 18. yüzyılın son çeyreğinde çeşitli amaçlar için kullanılmış ve sıcaklık uygulamalarının yöntemine göre tarihsel gelişiminden bahsedilmiştir [2]. Hububatlar, lifler, müze sanat eserleri, binalar ve kitaplar için 1792 yılında kuru ısıtma denenmişken 1913, 1925, 1989 yıllarında sırasıyla buhar ısıtma, sıcak su ve basınçlı sıcak hava uygulamaları olmak üzere çeşitli yöntemler meyve, sebze, soğan, süs bitkisi ve tohum gibi çeşitli tarımsal ürünlerde uygulanmıştır. Ancak sıcak uygulamanın bazı taze sebze ve meyvelerde kalite, görünüş, besin içeriğindeki değişimler sebebiyle ürünlerde kullanımında kısıtlamalar yapsa da dayanıklı ürünlerde tercih edilmiştir.

Soğutma yöntemlerinde ise 1800'lü yıllarda mekanik soğutma yöntemlerinin geliştirilmesiyle birlikte 1890 yılında ilk mekanik buz imalatı başlamış; absorpsiyon prensibiyle çalışan otomatik bir buzdolabı 1900'lü yılların başında Amerika'da satışa çıkarak piyasada yer almıştır [3]. Şimdilerde ise tarımsal ürünleri hasattan sonra saklamada soğutma sistemleri endüstriyel alanda geniş kabul görmüş; bunun sonucu olarak gıda sektöründe saklama ve pazarlama kolaylığı sağlamıştır. Genel itibari ile depolamada soğutma yöntemleri olarak belli başlıları oda soğutma, basınçlı hava ya da vakumlu soğutma, hidro soğutma, buz kullanma olarak yerini almıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

Günümüze kadar süregelen bazı yaş meyve ve sebzeler için yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Sıcaklık uygulamalarında düşük ve yüksek sıcaklık başlıkları altında en güncel çalışmalardan bazılarını yer verilecek olursa:

### 2.1. Düşük sıcaklık

Çeşitli meyvelerde zarar yapan elma içkurdu *Cydia pomonella* (L.) için, kirazda 1. dönem larvalarına yönelik düşük sıcaklık uygulaması ile 3,3°C'de soğuk depoda 0

(kontrol), 1, 2, 4, 7, 10 ve 14 gün olarak uygulama yapılmış [4]. İlk dönem larvaların hayatta kalmasının sadece  $\geq 7$  gün soğuk depolama sürecinde etkilendiğini ve diğer çalışmada ise düşük sıcaklığın süper soğuma noktasında mevsimsel değişimlerle zararlı bünyesindeki bir disakkarit olan trehalozun birikmesiyle soğuğa toleransında etkisinin olduğunu göstermiştir [5].

Ülkemizde ve Dünya ülkelerinde önemli bir karantina zararlısı olan meyve sineği, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) için [6] tatlı biber (*Capsicum annuum* L.) ve [7] sarı ve kırmızı biberler olmak üzere farklı biber çeşitlerinde soğuk uygulama denenmiştir. Akdeniz meyve sineğinin yumurta ve larvalarını elemine etmek için 21 gün, 1,5 °C sıcaklıkta nakliyyede uygulanabileceği [6] bildirilmiş olup 1,5, 4 ve 7 °C sıcaklıklarda 21 gün sürede, zararlının larval evrelerinin sarı biberler üzerindeki canlılığı, sarı ve kırmızı biberlerde 1,5 °C depolama koşullarına maruz bırakıldığında larval ölüm oranındaki farklılıklar karşılaştırılmıştır [7]. Sarı biberde 1,5 ve 4 °C'de 21 gün için meyve kalitesini korumuşken zararlının yumurta ve larval dönemlerini ( $L_1$ ,  $L_2$  ve  $L_3$ ) canlı kalmasını engellemiştir. Ayrıca larval dönemlerdeki soğuğa hassasiyette sarı ve kırmızı biber kıyaslamasında; kırmızı biberlerde  $L_2 > L_1 > L_3$  iken, sarı biberler için hassasiyet önceliği  $L_1 > L_2 > L_3$  olarak sonuçlanmıştır. Yine aynı zararlıya karşı pomelo-greyfurt hibriti 'Oroblanco' çeşidi için yapılan soğuk uygulama çalışmasında da 16 gün için  $\leq 1,5^\circ\text{C}$ 'de 3. dönem larvalarını öldürmede etkili olmuştur [8].

Başka çalışmada ise, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) ve kavun sineği, *Zeugodacus (Bactrocera) cucurbitae* (Coquillett)'nin yumurta ve larva dönemlerine, göbekli portakallarda, soğuğa tolerans çalışmaları yapılmış [9]. Laboratuvarında yetiştirilen yumurta ve larvalar 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12 veya 14 gün için 1,5–2,0 °C'de soğuk hava depolarında bulunan portakalların merkezine yerleştirilmiş ve yumurta açılımı veya larvaların canlı kalımı değerlendirilmiştir. *C. capitata* (Wiedemann) yumurtaları, *Z. cucurbitae* (Coquillett) yumurtalarından daha fazla soğuğa dayanıklı ve *Z. cucurbitae* (Coquillett) larvaları, genel olarak *C. capitata* (Wiedemann) larvalarından daha fazla soğuğa tolerans göstermiş olup, *C. capitata* (Wiedemann) yumurtaları ve *Z. cucurbitae* (Coquillett) ikinci dönem larvaları soğuğa en çok dayanıklı canlı dönemleri olarak belirlenmiştir. Karşılaştırılan bu zararlıların birbirlerinden önemli ölçüde farklı olmadıkları, minimum 14 gün için  $\leq 1,5^\circ\text{C}$ 'de soğuk uygulama ile *C. capitata* (Wiedemann) ve *Z. cucurbitae*'nin mücadelesinde başarı sağlamak için yeterli olacağı sonucuna varılmıştır.

*Thaumatotibia leucotreta* (Meyrick) için soğuk uygulamalarda [10-12] zararlının larval evresinin düşük sıcaklığa toleransını, soğuğa dayanımını ve beslenme durumunu etkileyen 6,7 °C'nin (aktivitenin daha düşük limiti) kritik en düşük sıcaklık [10] olduğu; 2 °C soğuk uygulamada 4. ve 5. dönem larvalarına (en çok soğuğa dayanıklı evrelerde) karşı 18 gün süre için 3°C ve 4 °C'de uygulamalardan daha fazla etkili olurken [11] 4. ve 5. larva dönemlerinin (soğuğa en dayanıklı evre olarak

tespit edilen dönem)  $-0.16\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $-0.44\text{ }^{\circ}\text{C}$  aralığındaki ortalama sıcaklıklarda 20, 18 ve 16 ve  $1,05\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 19 gün kullanarak probit 9 seviyesinde [12] başarı elde edildiği görülmüştür.

Polifag bir zararlı olan *Drosophila suzukii* (Matsumura) için yaban mersini ve ahududu meyvelerinde 3 sıcaklık aralığı (1,1, 3,9 ve  $5,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) ve 4 farklı etki süresinde (6, 12, 24 ve 72 saat) denenmiş; 72 saat için  $1,67\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de depolandığında zararlının gelişimi her iki meyvede önemli oranda daha uzun olmuş ve soğuk depolamanın hayatta kalmasını azalttığı sonucunu ortaya koymuştur [13].

*Grapholita prunivora* (Walsh) yumurta ve larval dönemlerine düşük sıcaklığın [14] (96-120 saatlik) yumurta ve 4. dönem larvaların soğuğa en dayanıklı dönemi olarak tercih edilmişken *Rhagoletis mendax* (Curran) [15] için ise yaban mersinindeki pupalarını ekstrem soğuk değerlerde öldürmede 2, 4, 7, 10 ve 15 gün (kontrol =  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 0 gün)  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye maruz bırakılarak ve  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de en az 181 gün için kışlaması sağlanarak  $>2$  gün için (örneğin  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) düşük sıcaklıkta larvaların ve pupaların ölmesinde etkili olduğunu göstermiştir.

Patates yumrularında sorun olan patates güvesi, *Phthorimaea operculella* (Zeller)'da ise, hasat sonrası soğuk depolamada [16] güvenin çeşitli gelişme evrelerinin, (yumurta açılması, larva ölüm oranı ve ergin ömrü üzerinde) 3 ve  $7\text{ }^{\circ}\text{C}$  olmak üzere kısa ve uzun süreli etkisini tespit etmek amacıyla düşük sıcaklığın zararlıdan patatesleri korumada etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Domates ve diğer Solanaceae ürünlerinde etkili, Avrupa ve diğer Akdeniz bölgelerinde bulunan, istilacı bir zararlı (domates güvesi), *Tuta absoluta* (Meyrick)'ya karşı hasat sonrası dönemde domates meyvesi üzerinde gelişimini tamamlama durumu, farklı düzeylerde yüksek atmosferik karbondioksit ( $\text{CO}_2$ ) ve soğuk depolama işlemlerinin, zararlı kontrolünü sağlamada etkisini üç domates çeşidinin meyvesinde, yumurtadan ergine kadar dönemlerinde denenmiştir [17].  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de % 95  $\text{CO}_2$  modifiye atmosferinde 48 saat süreli muamelede, tüm yaşam evrelerinin kontrolü sağlanmasına rağmen meyve kalitesini olumsuz yönde etkilemiştir.  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de % 40  $\text{CO}_2$  ortamda denendiğinde ise, uygulama süresinde 72 saate kadar bir artış gerekmiştir. Güvenin yumurtalarında kontrolü sağlamak için toplam 10 gün boyunca  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de soğuk depolama uygulaması yapıldığında ise istenen etkili sonuca varılmıştır ve bu son iki uygulama meyvenin kalitesini olumsuz yönde etkilememiş olup hasat sonrası metil bromide alternatif yöntem olabileceği ifade edilmiştir.

Meksika meyve sineği, *Anastrepha ludens* (Loew) için ise sıcak ve soğuk ile kombine edilmiş yüksek basınç işleme (HPP) tekniği, (100 MPa'dan daha yüksek seviyede basınç işleme (HPP) koşulları ile) meyvelerin hasat sonrası yumurta ve larvalarına karşı uygulanmış [18] ve ön soğutma işleminin yumurtaların biyokimyası

ve fizyolojisini değiştirdiğini ve yüksek basınçlı işlemin (HPP) direnci artırdığını göstermiştir. Mango unlu biti, *Droschia mangiferae* (Green) nimfleriyle laboratuvar koşullarında yürütülmüş çalışmada ise yüksek ( $40-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), orta ( $14\text{ ve }18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) ve düşük ( $-4-0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) sıcaklık rejimlerinin etkisinin zararlının hayatta kalması üzerine denemesi [19] ile 10-20 dakika süreler için  $48\text{ }^{\circ}\text{C}$  ve  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de %100 ölüm, ( $-4-0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 10 ve 20 dakika tutulduğunda ise sırasıyla % 86,7 ve % 100 ölümle sonuçlanmıştır.

## 2.2. Yüksek Sıcaklık

Düşük sıcaklık uygulamanın yanısıra *Ceratitis capitata* (Wiedemann) için yüksek sıcaklık uygulaması da yapılmıştır. Zararlının ovipozisyonundan 8 gün sonra 24 saatlik yumurta ve 3. dönem larvaların olduğu 2 gelişme dönemine yönelik çalışma ile böceklerin termal ölüm kinetiklerinin belirlenmesi için  $46, 48, 50$  ve  $52\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de bir ısıtma blok sistemi uygulanmış; %100 ölüm oranı sırasıyla 60, 15, 4 ve 1 dakikaları için başarılı sonuç vermiştir. Termal ölüm süresi (TDT) eğrileri, özellikle 2 düşük sıcaklıkta ( $46$  ve  $48\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de), 3. dönem larvaların yumurtalardan daha çok ısıya dayanıklı olduğunu göstermiştir. Tamamen öldürmeyle sonuçlanan sıcaklık-süre kombinasyonlarıyla, yumurtalar için termal ölüm oranı özellikle 3. dönem larvalarda olanlardan daha yüksek olduğu sonucunu vermiştir [20].

Elmalarda, *Bactrocera tryoni* (Froggatt) ve *Bactrocera jarvisi* (Tryon)'nin mikrodalga ve sıcak havanın böcek ölüm oranında (Mutsu elma çeşidi) ve meyve kalitesinde (Granny Smith elma çeşidi) etkinliğinin değerlendirilmesinde [21]  $24 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de olan elmalar, ( $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) sıcak hava ile mikrodalga sisteminde ısıtılma işlemi ile merkezde, altta ve meyve etinde  $53,4 \pm 1,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  ortalama sıcaklık uygulama sonunda, ölüm değerleri sırasıyla  $\geq 50$  dakika ve  $\geq 37$  dakika olduğunda *Bactrocera tryoni* (Froggatt) ve *Bactrocera jarvisi* (Tryon)'nin en çok dayanıklı evresinde yüzde ölüm oranı gözlemlenmiş ve mikrodalga ısıtma uygulaması yapılmış elmaların toplam çözünabilir katı kısımlarına, etine ya da soyulma dayanıklılığına ters etki olmaksızın böcek istilasını önlemede etkili olmuştur. Muamele görmüş elmalarda, 3-4 hafta sonra muamele edilmemiş elmalardan dikkate değer şekilde daha yüksek Ph ve daha az iyon kaybı kaydedilmiştir.

Kestanelerde zararlı, *Conogethes punctiferalis* (Guene'e)'de ise farklı yaşam dönemleri, ısınma oranı ve sıcaklıkta termal ölüm kinetikleri üzerinde çalışılmış [22]; ısıtma bloğu sistemi (HBS) kullanılarak, zararlının ısıya en dayanıklı yaşam dönemi ve böcek ölüm oranı üzerinde etkili sıcaklık oranı (0,1, 0,5, 1,5 ve  $10\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{dakika}$ ) belirlenmiştir. Beşinci dönem larva termal ölüm kinetiği  $5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{dakika}$  ısıtma oranında  $44$  ve  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  arasındaki sıcaklıkta sağlanmıştır.

Harnup güvesi, *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) için ise  $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 4 gün perakende periyodunu takiben  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 30 gün depolandığında, meyve kalite kayıplarını önlerken zararlının ölümüne sebep olan uygun sıcak su uygulaması (HWT) (doz ve zaman) ile 10 dakika için 50



°C, 5 dakika için 55°C ve 3 dakika için 60°C kullanılması zararlının ölümüne yol açtığı; hatta meyvede mikrobiyal gelişmeyi (mesofilikler için <1 log cfu g<sup>-1</sup> ve maya ve küfler için <2 log cfu g<sup>-1</sup>) düşürdüğü tespit edilmiştir [23].

Pek çok sebze ürünüde, meyvelerde, hububat ürünlerinde konukçu olan karantina zararlısı, *Halyomorpha halys* (Stål) için yapılan çalışmada [24], Amerika'da kışın ortalama süper soğuma noktasının Minnesota'da tespitinde ( $\pm$ SEM) -17,06 °C  $\pm$  0,13° ve Virginia'da -13,90°C  $\pm$ 0,09°C olarak sonuçlanmışken laboratuvar deneylerinde ise, *H. halys* (Stål) erginlerine karşı % 100 ölüm oranına ulaşmak için (alt sınır ölümcül yüksek sıcaklıklar) sırasıyla 45°C ile 50°C, 40°C ile 45°C ve 42°C ile 45°C sıcaklık aralıklarında, 15 dakika, 1 saat ve 4 saat sürelerinde uygulama yapılmış. Böylece kışlayan *H. halys* (Stål) ile bulaşmış ihracat nakliye kargoları için ısıtma işlem prosedürleri geliştirebilmek adına kılavuz bir bilgi olmuştur. Zararlının varlığının tespit edildiği bir aracın en soğuk alanlarını en az 15 dakika süreyle 50°C'nin üzerindeki sıcaklıklara maruz bırakıldığında, erginlerinin % 100 ölüm oranı sağlanarak nakliye ile zararlının taşınmasının önlenebileceği gösterilmiştir.

Kenya'da önemli ihracat ürünlerinden, Fransız fasulyesinde zarar yapan batı çiçek tripsi, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) için hasat sonrası sıcak su işlemleri ve uygulama sonrası depolama koşullarının, tripslerin yumurta evresi ve larvaların ortaya çıkışı ya da hayatta kalması ile ilgili etkiler araştırılmıştır [25]. Fransız fasulyesi tohum kapsüllerininin 50 °C'deki suyla en az 5 dakika muamele edilmesi, trips yumurtalarının % 100 ölümüne neden olmuş ve toplamda dört adet trips türü üzerindeki denemede larva çıkışının gözlemlenmesinden sonra, trips açılmamış yumurta sayımı yapılmış; fasülyelere 50 °C'de muamele edilmesi, fasülye tohum kapsüllerinin kalitesini etkilememiş ve 5 gün süreyle 5 °C'de soğutma altında tutulan işlenmiş ve işlenmemiş fasülyelerde larva ortaya çıkmadığı gözlemlenmiştir. Ancak işlenmemiş fasülyelerin soğutmadan çıkarılmasından sonra örneklerde larva çıkışı olurken trips zararına karşı 50 °C'deki sıcak su muamelesinin, karantina güvenliğini arttırmak için bir seçenek olabileceği ve bu basit yöntemin, kullanılabilirliği görüşü ortaya atılmıştır.

Çin'de yaygın görülen (konukçuları Liliaceae familyasından sarımsak ve bazı soğanlarda hatta diğer sebze ürünleri, mantarlarda ve süs bitkilerinde olmak üzere) bir zararlı, *Bradysia odoriphaga* (Yang et Zhang)'da ise hayatta kalma, üreme, döllerin gelişimi ve cinsiyet oranı üzerinde sıcak şokunun etkisinin gözlemlendiği çalışmada ise farklı süreler (0'dan 120 dakikaya kadar) için zararlı ergini 31, 33, 35 ya da 37°C sıcaklık değerlerine tabii tutulmuş [26]; sıcaklık ve etki süresi arttıkça zararlının her iki cinsiyetinde (33, 35 ve 37°C'de) hayatta kalma azalmış, yumurtlama düşmüş, ebeveyn dişi ve erkek  $\geq$ 30 dakika için  $\geq$ 31°C etkiye maruz bırakıldığında, genç larvaların gelişimi önemli oranda gecikmiştir.

Başka bir çalışmada, Çin Frenk soğanı alanlarında tespit edilmiş, *Bradysia odoriphaga* (Yang et Zhang) ve *B. difformis* (Frey) zararlılarına yazın popülasyon yoğunluklarını sınırlayan ısı şokuna karşı toleransları değerlendirilmiş [27]; sıcaklık 30 °C'den daha yüksek olduğu durumlarda yavaş gelişim ve düşük hayatta kalma oranı ve düşük döl verimliliği görülmüşken 34 °C'deki bireylerde yumurtadan ergin dönemine ulaşmama; 36 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda ise hayatta kalma oranları düşerek ölümcül etki meydana getirmiştir. Dördüncü dönem *B. odoriphaga* (Yang et Zhang) ve *B. difformis* (Frey) larvalarının ortalama LT<sub>50</sub> değerleri sırasıyla 46,82 ve 32,97 saat, 38 °C'de değerler 2,12 ve 1,51 saat olarak belirlenmiş olup dördüncü dönem larvalar ve pupalar, ısı stresine karşı hassasiyet gösteren erginlere ve yumurtalara göre daha yüksek ısıya dayanıklılık göstermişlerdir. Ayrıca *B. odoriphaga* (Yang et Zhang), *B. difformis* (Frey)'den daha fazla ısıya dayanıklılık göstermesi nedeniyle zayıf termotolerans seviyeleri yaz sıcağı döneminde oluşumları sınırlayabileceği ve iki tür arasındaki bu farklılığın bölgesel dağılımlarıyla ilişkili olabileceği fikrini ortaya çıkarmıştır.

Mangoda (*Mangifera indica* L.) Meksika meyve sineği, *Anastrepha ludens* (Loew)'de ise 3. dönem larvalarını öldürebilmek için sıcak su uygulaması kullanılarak zararlı kontrolü ve meyve kalitesini korumak için su soğutma işlemi [28] yapılmış olup yaban mersininde *Rhagoletis mendax* (Curran) için ise sıcak suya daldırma (70 °C (1 saniye) veya 55 °C (30 saniye)) ile *R. mendax* (Curran)'da pupaların % 100 ölümü ile başarı sağlanmıştır [29]. Ancak *A.ludens* (Loew)'te 3. dönem larvaları öldürebilmede başarılı olunabilmesinde meyve öz sıcaklığının larvaların öldüğünden emin olmak için kayıt altında tutulması gerektiği sonucuna varılmıştır.

### 3. TARTIŞMA VE SONUÇ

Arthur ve arkadaşları [30] tarafından Heather ve Hallman [31]'a ithafen bildirdiklerine göre soğuk uygulama, sıcak hava, sıcak suya daldırma uygulamaları organik sanayi uygulamalarında kabul edilen yöntemler olup masraf bakımından sıcak hava uygulama orta düzeyde iken sıcak suya daldırma ve soğuk uygulama yöntemleri düşük maliyetli olarak belirtilmiştir. Uygulama hızı bakımından soğuk uygulama çok yavaş, sıcak hava orta düzeyde iken sıcak suya daldırma hızlı uygulama olarak belirtilmiştir.

Soğutma yöntemlerinde hidro soğutma, Mitchell [32]'e göre bazı ürünler için hızlı ve homojen soğutma sağladığı, ancak ürün paketli materyalin kendisi ıslanmaya, klora ve su tutma hasarına dayanıklı olmak zorunda olduğu ifade edilmiştir. Buharlı soğutma yöntemi, daha az nemli bölgeler için uygun olduğu ve küçük pek çok ürün için güçlü hava soğutucular ile kullanılabilirliği bilinirken [33] buz kullanma ve depolaması ise pahalı olup hasat süresince kısa süreli kullanılacağı ekonomik olacağı; sadece neme dayanıklı, donmayan, hassas ürünlerde ve suya dayanıklı (mumlanmış mukavva, plastik ya da ahşap) paketlerde kullanılabilirliği bir diğer husus olarak belirtilmiştir.

[34,35]. Oda soğutma ile vakumlu soğutmanın karşılaştırılması [36] yapıldığında, birim zamanda vakumlu ortamda oda soğutmaya göre daha hızlı sıcaklık değerinde düşme gerçekleştiği ama vakum ortamını sağlamak için oda soğutmaya göre daha fazla enerji harcandığı vurgulanmıştır.

Son zamanlarda depo zararlıları ile mücadelede metil bromid alternatifli geliştirilen yöntemler Dünya çapında ortaya atılan görüş ve öneriler doğrultusunda çevreye, canlılara daha az zararlı olan uygulamalara bir yol haritası çizmeye çalışıldığının göstergesi olmuştur.

Yapılmış son çalışmalarda da en çok üzerinde durulan noktalar, (tarımsal ürünlerin dokusunun ve kimyasal içeriğinin geniş bir varyasyon göstermesinden kaynaklı olarak) hasat sonrası zararlılarla mücadelede söz konusu tarımsal ürünün dayanıklılığı ve ısıl işlem muamelesi sonrasında besin içeriği kaybının olup olmaması, morfolojik özelliklerinin değişip değişmemesi ya da tarımsal ürüne uygulanan sıcaklık aralığının hedef zararlıda ne ölçüde etki edeceği gibi pek çok faktörün bulunduğuna yönelik değerlendirmelerdir. Mücadelenin başarısının en önemli noktasını da bu parametreler oluşturduğu için meyve kabuk dokusu ne kadar kalın ve dayanıklıysa raf ömrü ve uygulamalara dayanımını artırırken mevcut uygulanacak ısıl işlemin kabuk dokusunun ne kadarlık derinliğine, ne kadar sürede ulaşacağı, zararlıya etki düzeyinin ne ölçüde olacağı; ya da ürünün dokusunun çok hassas (ince kabuklu ya da yapraklı) olması zararlıya uygulanacak soğuk ya da sıcak uygulamanın ne düzeyde olacağının belirleyicisi olacaktır.

Böylece hedef zararlı etmeni tarımsal üründen elemine edecek yöntemi belirlemek için uygulanmış yöntemlerin meyve ya da sebze kalitesini, hedef zararlıyı hangi yöntemle ne ölçüde etkileyip etkilemeyeceğini test etmek, en uygun sıcaklık aralığı ve yöntemi ya da kombinasyonlarını bulmak için ayrıntılı çalışmalar yapmak gerektiğini göstermektedir.

Sonuç olarak, hasat sonrası mücadelede fiziksel yöntemlerin uygulanması, tercih nedeni olabileceği gibi diğer mücadele yöntemleriyle birlikte de ortak ele alınması gerekebilecektir. Çünkü bir zararlının ve tarımsal ürünün fizyolojisi, farklı ortam koşullarına tepkileri ne kadar çok iyi bilinirse fiziksel mücadele yöntemleri de o kadar iyi geliştirilebilir ve başarı yüzdesi artar.

## KAYNAKLAR

- [1] Fields PG. The control of stored product insects and mites with extreme temperatures. J. Stored Prod. Res. 1992;28:89-118.
- [2] Hansen JD, Johnson JA. In: Heat treatments for postharvest pest control: theory and practice. Tang, J., Mitcham E, Wang S. ve Lurie S. (eds) Cromwell Press, UK. 2007;1-26.
- [3] Türk R, Karaca H. Ülkemizde taze ürün depolayan soğuk muhafaza tesislerinde teknik ve ekonomik

- nitelikler. 12. ulusal tesisat mühendisliği kongresi. 8-11 nisan 2015/İzmir.
- [4] Hansen JD. Effect of cold treatment on survival and development of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in cherry. J. Econ. Entomol. 2002;95(1): 208-213.
- [5] Khani A, Moharrami-pour S and Bargezar M. Cold tolerance and trehalose accumulation in over-wintering larvae of the codling moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae). Eur. J. Entomol. 2007. 104:385-392.
- [6] Fallik E, Perzelan Y, Tuvia SA, Lavy EN, Nestel D. Development of cold quarantine protocols to arrest the development of the Mediterranean fruit fly (*Ceratitiscapitata*) in pepper (*Capsicum annum* L.) fruit after harvest. J. of Postharvest Bio. And Techn. 2012;70:7-12.
- [7] Castro R, Fallik E, Lavy NE, Tuvia SA, Rempoulakis P, Nestel D. Effects of cold post-harvest treatments of sweet bell peppers on the development of the Mediterranean fruit fly (*Ceratitiscapitata*). 2016;120:16-22.
- [8] Gazit Y, Kaspi R. An additional phyto-sanitary cold treatment against *Ceratitiscapitata* (Diptera: Tephritidae) in 'Orblanco' citrus fruit. J. of Eco. Ento., 2017;110(2):790-792.
- [9] Follett PA, Manoukis NC, Mackey B. Comparative cold tolerance in *Ceratitiscapitata* and *Zeugodacus cucurbitae* (Diptera: Tephritidae). Journal of Economic Entomology. 2018; 111(6):2632-2636.
- [10] Boardman L, Grout TG, Terblanche JS. False codling moth *Thaumatotibia leucotreta* (Lepidoptera, Tortricidae) larvae are chill-susceptible. J. of Insect Science. 2012; 19:315-328.
- [11] Moore SD, Kirkman W, Albertyn S, Love CN, Coetzee JA and Hattingh V. Partial cold treatment of citrus fruit for export risk mitigation for *Thaumatotibia leucotreta* (Lepidoptera: Tortricidae) as part of a systems approach. J. Of Eco. Ento. 2016;109(4): 1578-1585.
- [12] Moore SD, Kirkman W, Stephen PR, Albertyn S, Love CN, Grout TG, Hattingh V. Development of an improved post harvest cold treatment for *Thaumatotibia leucotreta* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae). J. of Postharvest Biology and Technology. 2017; 125:188-195.
- [13] Aly MFK, Kraus DA, Burrack HJ. Effects of postharvest cold storage on the development and survival of immature *Drosophila suzuki* (Diptera: Drosophilidae) in artificial diet and fruit. J. of Eco. Ento. 2017;110(1):87-93.
- [14] Neven LG. Effects of low temperature on egg and larval stages of the lesser appleworm (Lepidoptera: Tortricidae). J. Econ. Entomol. 2004. 97(3):820-823.
- [15] Vincent C, Lemoyne P, Gaul S, Mackenzie K. Extreme cold temperature to kill blueberry maggot (Diptera: Tephritidae) in reusable containers. J. Econ. Entomol. 2014. 107(3): 906-909.
- [16] Saour G, Al-Daoude A, Ismail H. Evaluation of potato tuber moth mortality following postharvest cold storage of potatoes. J. of Crop Protection. 2012; 38:44-48.

- [17] Riudavets J, Alonso M, Gabarra R, Arnó J, Jaques JA. The effects of postharvest carbondioxide and a cold storage treatment on Tuta absoluta mortality and tomato fruit quality. *J. of Postharvest Biology and Technology*. 2016; 120: 213–221.
- [18] Rodriguez JFC, Velazquez G, Montoya P, Vazquez M, Ramirez JA. Precooling treatments induce resistance of *Anastrepha ludens* eggs to quarantine treatments of high-pressure processing combined with cold. *J. Econ. Entomol.* 2014; 107(2): 606-613.
- [19] Nandi PS, Chakraborty K. Effect of temperature ramping on the mortality of mango mealy bug, *Droschia mangiferae* under laboratory conditions. *J. of Ento. and Zoo. Stud.* 2015; 3(3): 469-474.
- [20] Gazit Y, Rossler Y, Wang S, Tang JVE, Lurie S. Thermal death kinetic of egg and third instar Mediterranean fruit fly (Diptera:Tephritidae). *J. Econ. Entomol.* 2004;97(5):1540-1546.
- [21] Gamage TV, Sanguansri P, Swiergon P, Eelkema M, Wyatt P, Leach P, Alexander DLJ, Knoerzer K. Continuous combined microwave and hot air treatment of apples for fruit fly (*Bactrocera tryoni* and *B. jarvisi*) disinfestation. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 2015; 29:261–270.
- [22] Hou L, Du Y, Johnson JA, Wang S. Thermal death kinetics of *Conogethes punctiferalis* (Lepidoptera : Pyralidae) as influenced by heating rate and life stage. *J. Econ. Entomol.* 2015;108(5): 2192–2199.
- [23] Amor RB, Dhouibi MH, Aguayo E, Hot water treatments combined with cold storage as a tool for *Ectomyelois ceratoniae* mortality and Maintenance of Deglet Noor palm date quality. *J. Of Posthar. Bio. And Techno.* 2016; 112:247–255.
- [24] Aigner DJ. Biology and Management of Brown Marmorated Stink Bug, *Halyomorpha halys* (Stål), in Agricultural and Urban Environments. Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University. Dissertation Phd. Thesis. 2016.
- [25] Speckhahn C, Subramanian S, Meyhöfer R. Postharvest warm water treatment to control thrips in export French Beans.1st All Africa Postharvest Congress. 2017;7-9.
- [26] Cheng J, Su Q, Jiao X, Shi C, Yang, Y., Han H, Xie W, Guo Z, Wu Q, Xu B, Wang S, Zhang Y. Effects of heat shock on the *Bradysia odoriphaga* (Diptera:Sciaridae). *J of Econ. Ento.* 2017; 110(4):1630-1638.
- [27] Zhu G, Luo Y, Xue M, Zhao H, Xia N, Wang X. Effects of high-temperature stress and heat shock on two root maggots, *Bradysia odoriphaga* and *Bradysia difformis* (Diptera: Sciaridae). *Journal of Asia-Pacific Entomology.* 2018;21,106–114.
- [28] Hernandez E, Medina MA, Toledo J, Bravo B, Corrales JC, Montoya P, Mangan R. The effects of a modified hot water treatment on *Anastrepha ludens* (Diptera:Tephritidae)-infested mango. *J. of Eco. Ento.* 2017; 110 (2): 407–415.
- [29] Vincent C, Lemoyne P, Lafond J. Management of blueberry maggot with high temperatures. *J. of Eco. Ento.*, 2018;1–5.
- [30] Arthur FH, Johnson JA, Neven LG, Hallman Guy J, Follett PA. Insect Pest Management in Postharvest Ecosystems in the United States of America. In:Outlooks on pest managements. Research information. Ltd.2009; 20(6):279-284.
- [31] Heather NW &Hallman GJ. Pest management and phytosanitary trade barriers. CABI, Wallingford, UK.2008.
- [32] Mitchell FG. the need for cooling. In: Kader, AA (Ed.) Postharvest Technology of horticultural crops. 2ed. Berkley: Division of Agriculture and Natural Resources,University of California,1992;53-56.
- [33] Kader AA (ed). Postharvest Technology of Horticultural Crops (3rd Edition). UC Publication 3311. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland, California.2002;94608.p. 535.
- [34] McGregor BM. Tropical Products Transport Hand book. Washington, D.C.: U.S. Dept. Of Agriculture, Office of Transportation.) 1989.
- [35] Thompson JF. Cooling horticultural commodities.2002;97-112. In: Kader, AA (ed.). Postharvest Technology of Horticultural Crops. Univ. Of California, Div. Of Agriculture and Natural Resources,
- [36] Anonymus.WebSitesi:<http://www.postharvest.nt.au/postharvestfundamentals/cooling-andstorage/cooling-methods/ErişimTarihi>: 15.04.2018.



## Geleneksel Şeker Kamışı Pekmezi

Pınar ŞEKERCİ KELEŞ<sup>1</sup>, Mustafa GÜRSES<sup>\*2</sup>, Ahmet ERDOĞAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ardahan Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Ardahan, Türkiye

<sup>2</sup>Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye

Pınar ŞEKERCİ KELEŞ ORCID No: 0000-0002-6225-4781

Mustafa GÜRSES ORCID No: 0000-0001-6859-4085

Ahmet ERDOĞAN ORCID No: 0000-0001-8349-0006

\*Sorumlu yazar: mgurses@atauni.edu.tr

(Alınış: 02.06.2018, Kabul: 29.04.2019, Online Yayınlanma: 30.06.2019)

### Anahtar Kelimeler

Şeker kamışı,  
Pekmez,  
Şeker kamışı  
pekmezi

**Öz** Ülkemizde yaygın bir şekilde üretimi yapılan pekmez, halkımız tarafından çok sevilen, sıklıkla kahvaltılık olarak sade veya tahinle birlikte tüketilen geleneksel ürünlerimizden birisidir. Genel olarak şeker ve başka katkı maddesi ilave edilmeden, dut ve üzüm gibi meyvelerin kaynatılmasıyla elde edilen raf ömrü uzun oldukça kıvamlı bir üründür. Pekmez önemli düzeyde içerdiği karbonhidratlar, demir, kalsiyum gibi mineral maddeler ve vitaminlerden dolayı iyi bir besin ve enerji kaynağıdır. Yapım tekniği özellikle kırsal bölgelerde yıllardan beri değişmeden günümüze kadar gelen pekmez çoğunlukla açık kazan yöntemiyle üretilmektedir. Pekmez, ülkemizde geleneksel olarak üzüm, dut, incir, elma ve şeker pancarı gibi şeker içeren meyvelerden sıvı veya katı olarak üretilmektedir. Ayrıca, Adapazarı ilimizde pekmez üretiminde şeker kamışı kullanılmaktadır. Şeker kamışı pekmezi, kamışın hasat edilmesi sonrasında büyük merdanelerden geçirilerek öz suyunun (şıra) çıkarılıp kaynatılmasıyla elde edilen nispeten sıvı kıvamda bir üründür. Halkımız tarafından çok bilinmeyen fakat önemli bir pekmez çeşidi olması nedeniyle bu derlemede geleneksel şeker kamışı pekmezi yapımı ve genel özellikleri üzerinde durulmuştur.

## Traditional Sugar Cane Molasses

### Keywords

Sugar cane,  
Molasses,  
Sugar cane  
molasses

**Abstract:** The molasses produced in a manner which is widespread in our country, and our loved by people, often as simple or traditional breakfast consumed with tahini is one of our products. No addition of the sugar and other additives in general, fruits such as mulberries and grapes concentrated by boiling a concentrated product obtained by long shelf life. Molasses contains significant levels of carbohydrates, minerals and vitamins such as iron, calcium, for a good source of nutrients and energy. Construction techniques, especially in rural areas, unchanged for years until the present day mostly from the molasses produced by the method of outdoor boiler. Molasses, traditionally in our country, grapes, mulberries, figs, apples, and sugar from fruits that contain sugar, such as liquid or solid in form are manufactured. Also, sugar cane is used to produce molasses in Adapazarı province of our country. Sugar cane molasses, after the harvest of cane by passing large roller juice (şıra) to obtain and the syringe boiled into the process of becoming liquid molasses. Because of the fact that it is a very unknown but important form of molasses by our people, this review focuses on the traditional sugar cane molasses production and its general characteristics.

### 1. GİRİŞ

Çok eski yıllardan beri üretimi yapılan pekmezin tüketimi son yıllarda giderek azalmakla beraber beslenmedeki önemi devam etmektedir [1-5]. Nitekim %18-20 şeker içeren üzüm suyu gibi yüksek şeker

içeriğine sahip çeşitli meyveler, şeker oranlarının ısıtılışla %50-75'e çıkarılması suretiyle daha dayanıklı ve besleyici yeni bir ürüne dönüştürülmektedir [6]. Türkiye'de üretilen geleneksel gıdalardan biri olan pekmez, genel olarak üzüm, dut gibi meyvelerden üretilmektedir. Pekmez karbonhidratlar, organik asitler, mineral maddeler ve kısmen de vitaminler bakımından



oldukça zengin bir gıdadır. İçerdiği şekerlerden dolayı beslenme açısından da önemi büyüktür. Nitekim üzüm pekmezinde toplam şekerin %100'ü, diğer pekmez çeşitlerinde de %80 gibi büyük bir kısmı glikoz ve früktoz gibi basit şekerlerden oluştuğu için, sindirim sisteminde parçalanmadan kolaylıkla emilebilmekte ve hücre dışından içine geçişi basit difüzyonla sağlanmaktadır [3].

Genellikle kahvaltıda tüketilen pekmez aynı zamanda yüksek miktarda şeker içeren elma, incir, kayısı, karpuz, erik gibi meyvelerden de üretilmektedir. Pekmez yüksek miktarda şeker, mineral ve organik asit içeriği nedeniyle insan beslenmesi açısından oldukça önemlidir. İçeriğinde yer alan glikoz, fiziksel ve zihinsel performansın yanı sıra, insülin salgısını artırmakta, triptofanın kan-beyin bariyerini aşmasına ve beyin çalışmasında fonksiyonu olan serotonin sentezinde kullanılmasına yardımcı olmaktadır. Bununla birlikte enerji kaynağı olarak glikoz, bebeklere verilmediği zaman, beyin gelişiminin duraklamasına ve yetersizliğine neden olmaktadır. Bu durum bebekler, çocuklar ve spor yapanlar için özellikle acil enerji ihtiyacı durumunda önem arz etmektedir [4,5].

Günümüzde pekmez, kullanılan meyve türüne göre farklı tekniklerle üretilmektedir [7]. Üretilen pekmezleri renk, tat ve kıvamlarına göre sınıflandırmak mümkün olsa bile, daha farklı sınıflandırma şekilleri vardır. Kıvamlı, tatlı ve açık renkli pekmezler daha kaliteli olarak değerlendirilmektedir [8]. Akışkan özelliğe sahip çok sayıda gıda bulunmaktadır. Gıda endüstrisinde akışkanların davranışını karakterize etmek sadece gıdaların taşınmasını ve işlenmesini içeren durumlarda değil aynı zamanda kalite indeksi olarak kullanılan parametreleri tanımlama bakımından da önemlidir [9].

Eskiden beri Türkiye'de büyük miktarlarda üretilen pekmezin üretim tekniği çok fazla değişmemiştir. Ülkemizin değişik bölgelerinde, farklı şekillerde isimlendirilen, yapım tekniklerinde bazı değişiklikler bulunan ve farklı lezzet, yapı ve görünümde çok sayıda pekmez çeşidi bulunmaktadır [10]. Alıç, andız (ardıç), armut, dut, elma, erik, hurma, incir, kavun, karpuz, kayısı, keçiyoynuzu (harnup), kızılıçık, şeker mısırı, şeker pancarı, şeker kamışı ve üzüm pekmezleri buna örnek olarak verilebilir. Özellikle Kırşehir, Zile, Kastamonu, Sivrihisar, Balıkesir, Adapazarı, Afyon, Kahramanmaraş, Gaziantep ve Hatay; pekmezleriyle ünlü yörelerimizdir. Bu illerde üretilen pekmezler o bölgenin yöresel adlarıyla anılmaktadır. Tokat Zile'de Zile pekmezi, Gaziantep'te Ağda, Kırşehir'de Çalma, Balıkesir'de Bulama, Kahramanmaraş'ta Masara en tanınmışlarıdır [11].

Şeker kamışı, dünyada şeker üretiminde kullanılmasının yanı sıra; ülkemizde özellikle Adapazarı ilimizde pekmeze de işlenmektedir. Yüksek oranda şeker içermesi şeker kamışının pekmeze işleme olasılığını artırmaktadır [6]. Aynı zamanda, halkımız tarafından pek bilinmemekle beraber önemli pekmez çeşitlerimizden biri olma yolundadır.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Şeker Kamışı ve Pekmez Üretimi

Sıcak bölgelerde yetişen şeker kamışı, buğdaygiller familyasından şeker elde edilen bir bitki türüdür. Uygun ortamlarda yetiştirildiğinde şeker kamışının boyu 3-10 metreye kadar uzamaktadır. Şeker kamışı, tohumla üretilmekten çok budama yoluyla çoğaltılmaktadır. Budanmış her parça en az bir tomurcuk içermekte ve bu budanmış parçalar elle dikilmektedir. Bir kez dikildikten sonra şeker kamışı birçok kez hasat edilebilmektedir. Dünya şeker üretiminin %70'i şeker kamışından sağlanmaktadır. Ayrıca şeker kamışından şeker üretim maliyeti şeker pancarından üretilen şekerin maliyetine göre daha düşüktür [12].

Uzun yıllardan beri pekmez üretim tekniği çok fazla değişmemekle birlikte, yine de farklı pekmez çeşitlerinin üretiminde bir kısım değişiklikler söz konusudur [13]. Bu değişiklikler de dikkate alındığında şeker kamışı pekmezinin üretim aşamalarını genel hatlarıyla Şekil 1'de verildiği gibi özetlemek mümkündür.



Şekil 1. Geleneksel Şeker Kamışı Pekmezi Üretim Aşamaları

Hasat yapılmadan önce, kurumuş yapraklardan ve bazı mumsu katmanlardan kurtulmak için kamış, ateşe tabi tutulmaktadır. Uygulanan bu işlem kamıştaki şeker içeriğine zarar vermemektedir. Ancak bu işlemden sonra oluşan dumanın çevreye verdiği CO<sub>2</sub>'den dolayı yakma işlemine bazı bölgelerde izin verilmemektedir. Şeker kamışı hasat işlemi, hem elle hem de makinelerle gerçekleştirilebilmektedir. Hasat işlemi bittikten sonra kamış öz suyu çıkarılmaktadır. Bu işlem birçok fabrikada, kamışın seri halde büyük merdaneler içerisine verilerek çarklar arasından geçirilmesiyle gerçekleştirilmektedir. Bu şekilde kamıştaki tatlı öz su çıkmakta ve kamış lifleri ise hayvanlara besin olarak verilmektedir. Çıkarılan şeker kamışı öz suyu ince delikli torbalardan veya ince delikli süzgeçten süzülerek kaynatma kazanına aktarılmaktadır. Kazanlara aktarılan

şeker kamışı öz suyu odun ateşinin üzerine konularak kaynatılmaktadır (Şekil 2). Bu esnasında pekmezin dip tutmaması ve yanık kokusunun oluşmaması için devamlı karşılaştırılması gerekmektedir. Kaynama sırasında kazanın kenarında ve şıranın yüzünde toplanan köpükler bir kepeç ile alınmaktadır. Pekmezin kıvama geldiği oluşan kırmızı köpükten ve yapısındaki ağdalaşmadan anlaşılabilir [12]. Kazana koyulan şeker kamışı suyunun miktarına göre, kaynatma 5-10 saat arasında sürmektedir. Yaklaşık olarak 100 kg şeker kamışı suyundan, 15-18 kg arasında şeker kamışı pekmezi çıkmaktadır. Koyulaştırma işlemi yapılırken, elde edilen üründe karakteristik, hafif bir karamelizasyon sağlanırken aksi durumda, kontrolsüz karamelizasyon sonucu siyaha yakın koyu kahve renkte, yanık tadı ve kokusuna sahip bir ürün oluşmaktadır [14]. Ayrıca açık kazanda üretilen pekmezlerde fazla miktarda hidroksimetil furfural (HMF) oluşarak asit içeriğinde artışa neden olmaktadır. Diğer taraftan önemli derecede karamelizasyon oluşarak şeker içeriğini azalmaktadır [15].



Şekil 2. Şeker kamışı şırası ve pekmezinin geleneksel olarak üretimi

### 3. SONUÇ

Şeker kamışı pekmezi yüksek miktarda şeker, mineral ve organik asit ihtiva eden bir ürün olmasından dolayı insan beslenmesi açısından çok önemli gıdalardan biridir [17,20,22]. Genellikle küçük değirmenlerde ezilerek suyu çıkarılan şeker kamışı öz suyu da içilebilmekte, pekmez yapımında kullanılarak çok güzel tatlar elde edilebilmektedir [22]. Şeker kamışı pekmezinin yanı sıra şırasının da (öz suyu) sağlık açısından birçok faydası olduğu saptanmıştır [22]. Yapılan araştırmalarda kanserli hücrelerin azaltılmasında, yüksek sodyum ve potasyum içeriği sayesinde karaciğer sorunları ve sarılık üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu tespit edilmiştir [16,22]. Bununla birlikte radyasyonun olumsuz etkilerini gidermede de etkili olduğu bilinmektedir [22]. Şeker kamışı suyu demir açısından zengindir [22]. Özellikle çocuklar üzerinde demir eksikliğini gidermek amacıyla tatlı rafine şeker yerine kullanılabilir [21,22].

Şeker kamışı suyu tarımı yapılan ülkelerde hemoglobin miktarını arttırmak amacıyla tatlılarda da kullanılmaktadır [22]. Ayrıca hem tadı, hem de demir içeriği sayesinde çocuklar üzerinde olumlu etkileri olmaktadır [19,21,22]. Pekmez üretiminin yanı sıra sporcular için de alternatif bir içecek özelliği taşıyan şeker kamışı suyu [22]; magnezyum, fosfor, potasyum ve kalsiyum gibi elektrolitler bakımından oldukça zengindir [16-18].

### KAYNAKLAR

- [1] Simsek A, Artık N. Değişik meyvelerden üretilen pekmezlerin bileşim unsurları üzerine araştırma. Gıda. 2002; 27(6): 459-467.
- [2] Demirözü B, Sökmen M, Uçak A, Yılmaz H, Gülderen S. Variation of Copper, Iron, and Zinc Levels in Pekmez Products. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 2002; 69:330-334.
- [3] Tosun İ, Ustun NS. Nonenzymic browning during storage of white hard grape pekmez (Zile pekmezi). Food Chemistry, 2003; 80, 441-443.
- [4] Yogurtçu H, Kamıslı F. Determination of rheological properties of some pekmez samples in Turkey. Journal of Food Engineering, 2006; 77, 1064-1068.
- [5] Sengül M, Ertugay MF, Sengül M, Yüksel Y. Rheological characteristics of carob pekmez. International Journal of Food Properties, 2007; 10:39-46.
- [6] Batu A. Klasik ve Modern Yönteme Göre Sıvı Ve Beyaz Katı Üzüm Pekmezi (Zile Pekmezi) Üretimi, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi (2) 2006; 9-26, Teknolojik araştırmalar Derleme.
- [7] Ertugay MF, Şengül M, Şengül M. Rheological, physical and chemical characteristics of mulberry pekmez. Food control 2003; 16 73-76.
- [8] Anonim. Üzüm Pekmezi Standardı. TS 3792 Eylül 1989. 8 Ocak 1991 Tarih ve 20749 Sayılı Resmi Gazete. 1989; Sayfa: 10-14,
- [9] Alpar Ş. Geleneksel Yöntemlerle Üretilen Üzüm Pekmezinin Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2011.
- [10] Kaya, C. Hardallı Vakum Pekmezi Üretim Olanaklarının Araştırılması ve Hardal'ın Ürün Nitelikleri Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 2002.
- [11] Koca İ, Koca AF, Karadeniz B, Yolcu H. Karadeniz Bölgesinde Üretilen Bazı Pekmez Çeşitlerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri. Gıda, 2007; 2: 1-6.
- [12] Anonim. Şekerler ve Tatlandırıcılar, <http://www.foodinfo.net/tr/products/sugar/prodcane.htm>. Accessed: 01.05.2018.
- [13] Başcam S, Dayı F. Manisa Yöresi Pekmezlerin Kimyasal Kompozisyonu, Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Manisa, 2010.
- [14] Anonim, Şeker Kamışı Pekmezi Üretimi ve Faydaları, <https://bilgidevi.com/seker-kamisi->

pekmezi-uretimi-ve-faydalari. Erişim tarihi: 01.05.2018.

- [15] Batu A. Farklı İki Yönteme Göre Üretilen Kuru Üzüm Pekmezinde Oluşan Kimyasal Değişmeler Üzerine Bir Araştırma. Cumhuriyet Ün. Tokat Ziraat Fakültesi Dergisi, 1991; 7(1), 179-189.
- [16] Ünal F. Türkiye’de çeşitli bölgelerden toplanan bal ve pekmez içeriğinde bulunan tiamin, riboflavin, askorbik asit ve demir miktarının araştırılması (Beslenme ve Gıda Bilimleri Programı Bilim Uzmanlığı Tezi-Yayımlanmamış). Hacettepe Üniv. Sağlık Bil. Enst. 98s, Ankara, 1991.
- [17] Batu A. Kuru Üzüm ve Pekmezin İnsan Sağlığı ve Beslenmesi Açısından Önemi. Gıda, 1993; 18: 305-307.
- [18] Taneli B. Bebek Beslenmesinde İncir ve Üzümün Önemi. "Sağlıklı Beslenmede Kuru İncir ve Çekirdeksiz Kuru Üzümün Önemi" Semineri. İzmir Ticaret Odası TARIŞBANK Genel Müdürlüğü. 1990; Yayın No: 2 Sayfa: 23 – 32.
- [19] Nurbaki H. İnsan Sağlığında İncir ve Kuru Üzümün Önemi. "Sağlıklı Beslenmede Kuru İncir ve Çekirdeksiz Kuru Üzümün Önemi" Semineri. İzmir Ticaret Odası. TARIŞBANK Genel Müdürlüğü. 1990; Yayın No: 2 Sayfa: 15 – 22.
- [20] Batu A. “Pekmez üretim ve denetimindeki geleneksel problemler”. Dünya-Gıda, 2001; 2, 78-81.
- [21] Kavas A. İncir ve Üzümün Beslenmedeki Yeri ve Önemi. "Sağlıklı Beslenmede Kuru İncir ve Çekirdeksiz Kuru Üzümün Önemi" Semineri. İzmir Ticaret Odası. 8 Mayıs 1990. Tarişbank Genel Müdürlüğü. 1990; Yayın No: 2 Sayfa: 53-65, İzmir.
- [22] Anonim.Gıda Bilinci, <https://gidabilinci.com/dogal-seker-kamisi-suyunun-faydalari-nelerdir>. Erişim tarihi: 01.05.2018.