



**MUŞ ALPARSLAN ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ**  
**DERGİSİ**

2021  
**1** Haziran  
Cilt/9

Muş Alparslan University Journal of Science \* Published since 2013

- ❖ **Metil Paration'nun Piruvat Kinaz Enzim Aktivitesine Etkisi**  
Egemen DERE, Ferda ARI
- ❖ **An Evaluation on the Behaviors of Aftershock Sequence of November 26th, 2019 Earthquake, ML=6.3, North of Durrës, Albania**  
Serkan ÖZTÜRK, Rrapo ORMENI
- ❖ **Bazı Hibrit Mısır (Zea mays L.) Çeşitlerinin Muş Ekolojik Şartlarında Performanslarının Belirlenmesi**  
Sami AKAN, Hasan KILIÇ
- ❖ **Augmented Deneme Deseninine Dayalı Ekmeklik Buğday Genotiplerinin (Triticum aestivum L.) Diyarbakır Yağışa Dayalı Şartlarında Bazı Tarımsal Özellikler Yönünden Değerlendirilmesi**  
Mehmet KARAMAN, Mahir BAŞARAN, İrfan ERDEMCİ, Mustafa OKAN
- ❖ **NOMA Superiority Condition for Rayleigh Fading Channels**  
Enis KÖRPE, Bilge KARTAL ÇETİN
- ❖ **Bitkisel Orjinli İmmunmodülatörler ve Hayvan Sağlığında Kullanım Olanakları**  
Kerim Emre YANAR, Mustafa Sinan AKTAŞ
- ❖ **İnsan Sağlığı Esaslı Ekmeklik Buğday Kalite Yaklaşımlarını**  
Hasan KILIÇ, Abdulkerim HATİPOĞLU, Mehmet ŞAHİN

Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi \* 2013'den beri yayında



<http://dergipark.gov.tr/msufbd>  
e-ISSN:2149-6455



***MSUFBD***

**Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi  
Mus Alparslan University Journal of Science**

**YIL/YEAR: 2021 • CİLT/VOLUME: 9 • SAYI/NUMBER: 1**

**Yazılarda ifade edilen görüş ve düşünceler yazarlarının kişisel görüşleri olup derginin ve bağlı bulunduğu kurumun görüşlerini yansıtmaz.**

The opinions and views expressed in papers published on the journal belong only to its author(s) and do not necessarily reflect the views of the journal and its publisher.



**MSUFBD**

**Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**  
**Mus Alparslan University Journal of Science**

**Dağıtım**

Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından yapılmaktadır.

ISSN	:	2147-7930
e-ISSN	:	2149-6455
Basım Tarihi	:	15/06/2021
Cilt	:	9
Sayı	:	1
İlk Yayın Tarihi	:	2013
Basım Yeri	:	Muş
Yayın Türü	:	Yılda iki defa olmak üzere altı ayda bir (Haziran ve Aralık) elektronik olarak yayımlanan uluslararası hakemli ve süreli yayındır.
Yayın Dili	:	Türkçe ve İngilizce'dir.
Adres	:	Muş Alparslan Üniversitesi Kampüsü, Fen Bilimler Enstitüsü, Diyarbakır Yolu 7. Km, 49250 – MUŞ / TÜRKİYE
e-posta	:	a.cetin@alparslan.edu.tr
URL	:	<a href="http://dergipark.gov.tr/msufbd">http://dergipark.gov.tr/msufbd</a>

**MSUFBD**  
**Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**  
**Mus Alparslan University Journal of Science**

Yıl/Year: 2021 • Cilt/Volume: 9 • Sayı/Number: 1

**Yayın Kurulu • Editorial Board**

<b>Muş Alparslan Üniversitesi Adına</b>	
<b>Sahibi / Owner</b>	Prof. Dr. Fethi Ahmet POLAT (Rektör) Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye
<b>Editör / Editor-in-Chief</b>	Doç. Dr. Adnan ÇETİN Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye
<b>Editör Yardımcısı / Associate Editor</b>	Doç. Dr. Sedat BOZARI Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye
<b>Yayın Kurulu Üyeleri / Editorial Board Members</b>	Prof. Dr. Murad Aydın ŞANDA Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye
	Prof. Dr. Mahmoud ELAASSER Al-Azhar University / Egypt
	Prof. Dr. Sadulla JAFAROV Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye
	Prof. Dr. Charis SEMİDALES University of Athena / Greek
	Prof. Dr. Nizameddin İSKENDEROV University of Baku State / Azerbaijan
	Prof. Dr. Vugar İSMAİLOV National Academy Of Sciences / Azerbaijan
	Doç. Dr. Wael Ibrahim Mostofa MORTADA Mansoura University / Egypt
	Prof. Dr. Esin KAYA Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye
	Doç. Dr. Wasim Akhtar Jamia Hamdard University/ India
	Prof. Dr. ERCAN BURSAL Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye
	Dr. Derya YANMIŞ Giresun Üniversitesi/ Türkiye
	Dr. Furkan ORHAN Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi/ Türkiye
	Doç. Dr. Kenan YILDIRIM Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye
	Dr. Ömer ARSLAN Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye
	Dr. Garima Verma Jamia Hamdard University/ India
<b>Sekreteryası / Secretariat</b>	Arş. Gör. Emine ŞAHİN
<b>Teknik Redaksiyon / Redaction</b>	Okt. Seyhan SAYIM
<b>Grafik Tasarım / Design</b>	Arş. Gör. Tayfun ABUT

**MSUFBD**  
**Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**  
**Mus Alparslan University Journal of Science**

Yıl: 2021 • Cilt: 9 • Sayı: 1

**Amaç ve Kapsam**

Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimler Dergisi, temel bilimler, mühendislik bilimleri, çevre ve enerji alanlarında ulusal ve uluslararası düzeyde yapılan bilimsel nitelikli ve özgün çalışmaları bilimsel bir yaklaşımla ele almak amacıyla yayımlanan uluslararası hakemli bir dergidir. Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimler Dergisinin temel amacı uluslararası alanda bilim ve teknolojiadaki yenilikler ve gelişmeler, güncel ortaya konulan bilimsel çalışmalar, tespit edilen sorunların ve çözüm önerilerinin tartışıldığı özgün ve nitelikli makaleler yayınlanan bilimsel bir dergi olmaktır. Ayrıca Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimler Dergisi, yükseköğretim kurumlarında görev alan akademisyenler, lisansüstü öğrenciler, sanayi ve endüstride çalışan kişilerin akademik ve mesleki gelişimlerine katkı sağlayan bilimsel, nitelikli akademik çalışmaların yaygınlaştırılmasına hizmet etmeyi hedeflenmektedir.

Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimler Dergisi; temel bilimleri, tarım ve uygulamalı bilimleri, doğa bilimleri ve mühendislik alanları ile alakalı konularda özgün ve nitelikli bilimsel çalışmaları kapsamaktadır. Dergide, yukarıda belirtilen alanlarda yapılmış deneysel ve teorik ilerlemeleri içeren bilimsel ve özgün araştırma makalesi türündeki bilimsel çalışmalara ve güncel içerikli derlemelere yer verilmektedir. Dergide yayımlanan tüm makalelere DOI numarası atanmakta ve yayımlanan makaleler için herhangi bir ücret talep edilmemektedir. Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimler Dergisinde yayımlanan yazıların bilimsel ve hukukî sorumluluğu, yazarlarına aittir. Yayımlanan yazıların bütün yayın hakları Muş Alparslan Üniversitesi'ne ait olup yayın, yayıncının izni olmadan kısmen veya tamamen elektronik ortama taşınmaz. Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimler Dergisi, özgün bilimsel araştırmalar ile uygulama çalışmalarına yer veren Haziran ve Aralık sayısı olmak üzere yılda iki defa düzenli olarak yayımlanan bir dergidir.

Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimler Dergisi aşağıdaki indekslerce taranmaktadır:

- International Innovative Journal Impact Factor (IIJIF),
- Research Bible
- Scientific Indexing Service
- Infobase index
- DRJI (Directory of Research Journals Indexing)
- CrossRef DOI
- Academic keys
- COSMOS IF
- Eurasian Scientific Journal Index (ESJI)
- Index Copernicus
- National Science Digital Library
- CiteFactor

**MSUFBD**  
**Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**  
**Mus Alparslan University Journal of Science**

Yıl/Year: 2021 • Cilt/Volume: 9 • Sayı/Number: 1

**Aims and Scope**

Muş Alparslan University Journal of Science is an international refereed journal that is published with a scientific approach in order to handle scientific and original studies in the fields of basic sciences, engineering sciences, environment and energy. The main aim of Muş Alparslan University Science Journal is to become a scientific journal which published original and qualified articles, current scientific studies, their identified problems and their solution suggestions, discussing innovations and developments in science and technology in the international surroundings. In addition, Muş Alparslan University Journal of Sciences is aimed to serve the dissemination of scientific and qualified academic studies which contributed to the academic and professional development of academicians, graduate students, working people in industry.

Muş Alparslan University Journal of Science is covered original and qualified scientific studies in the fields of basic sciences, agriculture and applied sciences, natural sciences and engineering. There are scientific, original research articles and current content reviews that are included experimental and theoretical advances mentioned above in the fields in the journal. All published articles in the journal are assigned a DOI number and no fee is charged for the published articles. The authors are belong to scientific and legal responsibility of the articles published in Muş Alparslan University Journal of Science. Muş Alparslan University is belong to all publishing rights of the published articles and it cannot be publish to the electronic medium partially or completely without the permission of the publisher. Muş Alparslan University Journal of Science including the June and December issues is a regular journal published twice a year that is included original scientific research and application studies.

Muş Alparslan University Journal of Science is included in the following abstracting and indexing services:

- International Innovative Journal Impact Factor (IIJIF),
- Research Bible
- Scientific Indexing Sevice
- Infobase index
- DRJI (Directory of Research Journals Indexing)
- CrossRef DOI
- Academic keys
- COSMOS IF
- Eurasian Scientific Journal Index (ESJI)
- Index Copernicus
- National Science Digital Library
- CiteFactor

**MSUFBD**  
**Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**  
**Mus Alparslan University Journal of Science**

Yıl/Year: 2021 • Cilt/Volume: 9 • Sayı/Number: 1

**MSUFBD Dergi Yayın Etiği ve Sorumluluklar**

**MSUFBD** Dergisinde uygulanan yayın süreçlerinde yazarlar, hakemler ve editörler etik ilkelere yönelik standartlara uyması önem taşımaktadır. **MSUFBD** Dergisinde yayın etiği kapsamında tüm yazarlar, hakemler ve editörler aşağıdaki etik sorumlulukları taşıması beklenmektedir. Aşağıda yer alan etik görev ve sorumluluklar oluşturulurken açık erişim olarak **Committee on Publication Ethics (COPE)** tarafından yayınlanan etik kurallara ve sorumluluklar dikkate alınarak hazırlanmıştır.

**Yazarların Etik Sorumlulukları**

Yazar(lar)ın gönderdikleri çalışmaların özgün olması beklenmektedir. Yazar(lar)ın başka çalışmalardan yararlanmaları veya başka çalışmaları kullanmaları durumunda eksiksiz ve doğru bir biçimde atıfta bulunmaları ve/veya alıntı yapmaları gerekmektedir. Çalışmanın oluşturulmasında içeriğe katkı sağlamayan kişiler, yazar olarak eklenmemelidir. Yazarlar çalışmalarını aynı anda birden fazla derginin başvuru sürecinde bulunduramaz. Her bir başvuru önceki başvurunun tamamlanmasını takiben başlatılabilir. Başka bir dergide yayınlanmış çalışma **MSUFBD** Dergisine gönderilemez. Yayınlanmak üzere gönderilen tüm çalışmaların varsa çıkar çatışması teşkil edebilecek durumları ve ilişkileri açıklanmalıdır. Yazar(lar)dan değerlendirme süreçleri çerçevesinde makalelerine ilişkin ham veri talep edilebilir, böyle bir durumda yazar(lar) beklenen veri ve bilgileri yayın kurulu ve bilim kuruluna sunmaya hazır olmalıdır. Değerlendirme süreci başlamış bir çalışmanın yazar sorumluluklarının değiştirilmesi (Yazar ekleme, yazar sırası değiştirme, yazar çıkartma gibi) teklif edilemez. Yazar(lar) kullanılan verilerin kullanım haklarına, araştırma/analizlerle ilgili gerekli izinlere sahip olduklarını veya deney yapılan deneklerin rızasının alındığını gösteren belgeye sahip olmalıdır. Yazar(lar)ın yayınlanmış, erken görünüm veya değerlendirme aşamasındaki çalışmasıyla ilgili bir yanlış ya da hatayı fark etmesi durumunda, dergi editörünü veya yayıncıyı bilgilendirme, düzeltme veya geri çekme işlemlerinde editörle işbirliği yapma yükümlülüğü bulunmaktadır.

**Editörlerin Etik Görev ve Sorumlulukları**

**MSUFBD** Dergisindeki editörler ve alan editörleri, açık erişim olarak Dergipark sayfasında yayınlanan **Committee on Publication Ethics (COPE)** tarafından belirtilen etik görev ve sorumluluklara sahip olmalıdır:

**Genel Görev ve Sorumluluklar**

Sürekli olarak derginin gelişimini sağlama, dergide yayınlanan çalışmaların kalitesini geliştirmeye yönelik süreçleri yürütme, okuyucuların ve yazarların bilgi ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik çaba sarfetme, düzeltme, açıklama gerektiren konularda yayın açısından açıklık ve şeffaflık gösterme. fikri mülkiyet hakları ve etik standartlardan taviz vermeden iş süreçlerini devam ettirme editörün görev ve sorumluluklarındandır.

**Hakemlerin Etik Sorumlulukları**

Sadece uzmanlık alanı ile ilgili çalışma değerlendirmeyi kabul etmelidir. Tarafsızlık ve gizlilik içerisinde değerlendirme yapılmalıdır. Gizlilik ilkesi gereği inceledikleri çalışmaları değerlendirme sürecinden sonra imha etmelidir. Değerlendirme sürecinde çıkar çatışması ile karşı karşıya olduğunu düşünürse, çalışmayı incelemeyi reddederek, dergi editörünü bilgilendirmelidir. Değerlendirmeyi nesnel bir şekilde sadece çalışmanın içeriği ile ilgili olarak yapılmalıdır. Değerlendirmeyi yapıcı ve nazik bir dille yapılmalıdır. Düşmanlık, iftira ve hakaret içeren aşağılayıcı kişisel yorumlar yapılmamalıdır. Değerlendirmeyi kabul ettikleri çalışmayı zamanında ve yukarıdaki etik sorumluluklarda gerçekleştirilmelidir.

**Yayıncının Etik Sorumlulukları**

**MSUFBD** Dergisinde gönderilen çalışmaların tüm süreçlerinden editör sorumludur. Bağımsız editör kararı oluşturulmasını taahhüt eder. **MSUFBD** Dergisinde ekonomik ya da politik kazançlar göz önüne alınmaksızın karar verici kişi editördür. **MSUFBD** Dergisinde yayınlanmış her makalenin mülkiyet ve telif hakkını korumak zorundadır. Editöre ilişkin her türlü bilimsel suiistimal ve intihalle ilgili önlemleri alma sorumluluğuna sahiptir.

**Yazarlar ile İlişkiler**

Editör, çalışmaların önemi, özgün değeri, geçerliliği, anlatımın açıklığı ve derginin amaç ve hedeflerine dayanarak olumlu ya da olumsuz karar vermektedir. Yayın kapsamına uygun olan çalışmaların ciddi problemi olmadığı sürece ön değerlendirme aşamasına alınmalıdır. Editör, çalışma ile ilgili ciddi bir sorun olmadıkça, olumlu

yöndeki hakem önerilerini göz ardı etmemelidir. Yeni editör, çalışmalara yönelik olarak önceki editör tarafından verilen kararları ciddi bir sorun olmadıkça değiştirmemelidir. **MSUFBD** Dergisinde bir Yazar Rehberi yayınlamalıdır. Yazarlara açıklayıcı ve bilgilendirici şekilde bildirim ve dönüş sağlanmalıdır.

### **Hakemler ile İlişkiler**

Editör; dergi yayın politikalarında yer alan **Kör Hakemlik ve Değerlendirme Süreci** politikalarını uygulamakla yükümlüdür. Hakemleri yayının alan konusuna uygun olarak seçilmelidir. Yayının değerlendirme sürecinde gerekli tüm bilgileri hakemlere sağlamakla yükümlüdür. Yazarlar ve hakemler arasından çıkar çatışması olup olmadığını gözetmek durumundadır. Yayının değerlendirme sürecinde hakemlerin kimlik bilgilerini gizli tutmalıdır. Hakemleri tarafsız, bilimsel ve nesnel bir dille çalışmayı değerlendirmeleri için teşvik etmelidir. Hakem havuzunun geniş bir yelpazeden oluşması için adımlar atmalıdır. Hakemlerin performansını artırıcı uygulama ve politikalar belirlemelidir. Bilimsel olmayan değerlendirmeleri engellemelidir.

### **Okuyucu ile İlişkiler**

Editör tüm okuyucuların ihtiyaç duydukları bilgi, beceri ve deneyim beklentilerini dikkate alarak karar vermelidir. Yayımlanan çalışmaların okuyucu, araştırmacı, uygulayıcı ve bilimsel literatüre katkı sağlamasına ve özgün nitelikte olmasına dikkat etmelidir. Editör okuyuculardan gelen geri bildirimleri dikkate almak, açıklayıcı ve bilgilendirici geri bildirim vermekle yükümlüdür.

### **Yayın Kurulu ile İlişkiler**

Editör, tüm yayın kurulu üyelerinin süreçleri yayın politikaları ve yönergelere uygun ilerletmesini sağlamalıdır. Yayın kurulu üyelerini yayın politikaları hakkında bilgilendirmeli ve gelişmelerden haberdar etmelidir. Yeni yayın kurulu üyelerini yayın politikaları konusunda eğitmeli, ihtiyaç duydukları bilgileri sağlamalıdır.

### **Dergi Sahibi ve Yayıncı ile İlişkiler**

Editör ile yayıncı arasında yapılan yazılı sözleşme gereği, editörün alacağı tüm kararlar yayıncı ve dergi sahibinden bağımsızdır. Yani editör ve yayıncı arasındaki ilişki bağımsızlık ilkesine dayanmaktadır.

### **Kişisel Verilerin Korunması**

Editör; değerlendirilen çalışmalarda yer alan deneklere veya görsellere ilişkin kişisel verilerin korunmasını sağlamakla yükümlüdür. Çalışmalarda kullanılan bireylerin açık rızası belgeli olmadığı sürece çalışmayı reddetmekle görevlidir. Ayrıca editör; yazar, hakem ve okuyucuların bireysel verilerini korumaktan sorumludur.

### **Etik Kurul, İnsan ve Hayvan Hakları**

Editör; değerlendirilen çalışmalarda insan ve hayvan haklarının korunmasını sağlamakla yükümlüdür. Çalışmalarda kullanılan deneklere ilişkin etik kurul onayı, deneysel araştırmalara ilişkin izinlerin olmadığı durumlarda çalışmayı reddetmekle sorumludur.

### **Olası Suiistimal ve Görevi Kötüye Kullanmaya Karşı Önlem**

Editör; olası suiistimal ve görevi kötüye kullanma işlemlerine karşı önlem almakla yükümlüdür. Bu duruma yönelik şikayetlerin belirlenmesi ve değerlendirilmesi konusunda titiz ve nesnel bir soruşturma yapmanın yanı sıra, konuyla ilgili bulguların paylaşılması editörün sorumlulukları arasında yer almaktadır.

### **Fikri Mülkiyet Haklarının Korunması**

Editör; yayımlanan tüm makalelerin fikri mülkiyet hakkını korumakla, olası ihlallerde derginin ve yazar(lar)ın haklarını savunmakla yükümlüdür. Ayrıca editör yayımlanan tüm makalelerdeki içeriklerin başka yayınların fikri mülkiyet haklarını ihlal etmemesi adına gerekli önlemleri almakla yükümlüdür. Bu aşamada yazarlardan makaleleri ile birlikte almış oldukları intihal raporu talep edilmektedir.

### **NOT: MSUFBD Dergisinde Etik Olmayan Bir Durumla Karşılaşırsanız!**

**MSUFBD** Dergisinde yukarıda bahsedilen etik sorumluluklar ve dışında etik olmayan bir davranış veya içerikle karşılaşırsanız lütfen [msufbd@alparslan.edu.tr](mailto:msufbd@alparslan.edu.tr) adresine e-posta yoluyla bildiriniz.



**MSUFBD**  
**Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**  
**Mus Alparslan University Journal of Science**

Yıl/Year: 2021 • Cilt/Volume: 9 • Sayı/Number: 1

**MSUFBD Journal Editorial Ethics and Responsibilities**

It is important for authors, referees and editors to comply with the standards regarding ethical principles in the publication processes applied in the Journal of MSUFBD. All authors, referees and editors are expected to have the following ethical responsibilities within the scope of publication ethics in MSUFBD journal. The following ethical duties and responsibilities have been prepared as open access, taking into account the ethical rules and responsibilities published by the Committee on Publication Ethics (COPE).

**Authors' Ethical Responsibilities**

The works submitted by the author (s) are expected to be original. If the author (s) benefit from other studies or use other studies, they must cite and / or cite completely and accurately. People who do not contribute to the content of the study should not be added as author. The authors work in the application process can not contain more than one journal at a time. The work published in another journal cannot be sent to the MSUFBD Journal. That might constitute a conflict of interest if all studies submitted for publication must be explained and relationships. Author (s) can be requested from the evaluation process raw data of the frame in the article, in such a case the author (s) must be ready to provide the expected data and information science committee and the editorial board. Replacing the responsibility of the author began a study of the evaluation process (authors add, modify order of authors, writers like stickers) cannot be offered. The author (s) must have a document showing that they have the right to use the data used, the necessary permissions for research / analysis, or that the subjects who have been experimented with have consent. Author (s) of the published case early view or assessment notice a wrong or error about her work on stage, to inform the journal editor or publisher has an obligation to carry editors to cooperate in the correction or retraction.

**Editors' Ethical Duties and Responsibilities**

Editors and field editors in the MSUFBD Journal should have the ethical duties and responsibilities specified by the Committee on Publication Ethics (COPE) published on the Dergipark page as open access:

**General Duties and Responsibilities**

Continuously improving the quality of the journal, carrying out processes to improve the quality of the work published in the journal, striving to meet the information needs of readers and authors, correcting, showing publicity and transparency in matters requiring explanation, continuing business processes without compromising intellectual property rights and ethical standards is one of his duties and responsibilities.

**Ethical Responsibilities of Referees**

Only study related to the specialty should accept the assessment. It should evaluate in impartiality and confidentiality. The study examined the privacy policy should be destroyed after the evaluation process. If referee thinks that he/she faces a conflict of interest during the evaluation process, he should refuse to review the study and inform the journal editor. The referee should make the assessment objectively only in relation to the content of the study. Referee should make the assessment in a constructive and kind language. It should not make humiliating personal comments that include hostility, slander and insults. They should perform the work they accepted to evaluate on time and with the ethical responsibilities above.

**Publisher's Ethical Responsibilities**

The editor is responsible for all the processes submitted in the MSUFBD Journal. The independent editor commits to the decision. The decision maker is the editor, regardless of economic or political gains in the Journal of MSUFBD. It must protect the property and copyright of every article published in the MSUFBD journal. It has the responsibility to take all sorts of scientific abuse and plagiarism related measures.

### **Relations with Authors**

Editor, the importance of the work, the original value, validity, the openness of expression and should give a positive or negative decision based on the journal's goals and objectives. Unless there is a serious problem for the studies that are suitable for publication, they should take the preliminary evaluation stage. The editor should not ignore the positive reviews of the referees unless there is a serious problem with the work. The new editor should not change the decisions made by the previous editor for the work unless there is a serious problem. It should publish an Author Directory in the MSUFBD journal. Authors should be provided with informative and informative feedback and feedback.

### **Relations with Referees**

Editor is responsible for applying the Blind Review and Evaluation Process policies included in its publication policies. Referees should be selected in accordance with the subject of the publication. It is obliged to provide all necessary information to the referees during the evaluation process of the publication. It has to observe whether there is a conflict of interest among the authors and reviewers. The identity information of the referees must be kept confidential during the evaluation of the broadcast. Encourage referees to evaluate working in an objective, scientific and objective language. The referee should take steps to make the pool a broad spectrum. Implementations and policies that increase the performance of the referees should be determined. It should prevent unscientific evaluations.

### **Relations with Readers**

The editor should make a decision by considering the knowledge, skills and experience expectations of all readers. The reader should pay attention to the fact that the published studies contribute to the reader, researcher, practitioner and scientific literature and be original. The editor is obliged to take into account the feedback from the readers and to provide explanatory and informative feedback.

### **Relations with the Editorial Board**

The editor should ensure that all editorial board members advance the processes in accordance with editorial policies and guidelines. The editorial board should inform the members of the editorial policies and inform the developments. The new editorial board should educate its members on broadcast policies and provide the information they need.

### **Relations with the Owner of the Journal and the Publisher**

In accordance with the written contract between the editor and the publisher, all decisions taken by the editor are independent of the publisher and magazine owner. In other words, the relationship between the editor and the publisher is based on the principle of independence.

### **Protection of Personal Data**

The editor is obliged to ensure the protection of personal data related to the subjects or images in the evaluated works. Unless the explicit consent of the individuals used in the studies is documented, they are responsible for refusing to work. Also, editor is responsible for protecting the individual data of the author, referee and readers.

### **Ethics Committee, Human and Animal Rights**

The editor is obliged to ensure the protection of human and animal rights in the evaluated works. Ethics committee approval for subjects used in studies is responsible for refusing to work in cases where there is no permit for experimental research.

### **Measure Against Potential Abuse and Abuse**

The editor is obliged to take measures against possible abuse and misconduct. In addition to conducting a rigorous and objective investigation about the identification and evaluation of complaints for this situation, sharing the findings on the subject is among the responsibilities of the editor.

### **Protection of Intellectual Property Rights**

The editor is obliged to protect the intellectual property right of all published articles and to defend the rights of the journal and author (s) in possible violations. In addition, the editor is obliged to take necessary precautions so that the content in all published articles does not violate the intellectual property rights of other publications. At this stage, the plagiarism report they received with the articles is requested from the authors.

**NOTE:** If you encounter an unethical situation in MSUFBD Journal!

If you encounter any ethical responsibilities and unethical behavior or content mentioned above in MSUFBD Journal, please report it to **msufbd@alparslan.edu.tr** by e-mail.

**Danışma Kurulu**

Prof. Dr. Erdal Necip YARDIM  
Bitlis Üniversitesi / Türkiye  
Prof. Dr. Mehmet Serdar GÜLTEKİN  
Atatürk Üniversitesi / Türkiye  
Prof. Dr. Cemil TUNÇ  
Yüzüncü Yıl Üniversitesi / Türkiye  
Prof. Dr. Mehmet Serdar GÜLTEKİN  
Atatürk Üniversitesi / Türkiye  
Prof. Dr. Ekrem ATALAN  
İnönü Üniversitesi / Türkiye  
Prof. Dr. Refik ABDULLA  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Prof. Dr. Güleray AĞAR  
Atatürk Üniversitesi / Türkiye  
Prof. Dr. Esvet AKBAŞ  
Yüzüncü Yıl Üniversitesi / Türkiye  
Prof. Dr. Cevat SELAM  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Prof. Dr. Giray TOPAL  
Atatürk Üniversitesi / Türkiye  
Prof. Dr. İshak BİLDİRİCİ  
Yüzüncü Yıl Üniversitesi / Türkiye  
Doç. Dr. Arzu ALA GÖRMEZ  
Atatürk Üniversitesi / Türkiye  
Doç. Dr. Ersin KILINÇ  
Mardin Artuklu Üniversitesi / Türkiye  
Doç. Dr. Banu Bayram  
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi / Türkiye  
Doç. Dr. Cezmi KAYAN  
Dicle Üniversitesi / Türkiye  
Doç. Dr. Tarık ARAL  
Batman Üniversitesi / Türkiye  
Doç. Dr. Refik SAMET  
Ankara Üniversitesi / Türkiye  
Doç. Dr. Ekrem YILMAZ  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Doç. Dr. Talat KÖRPİNAR  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Dr. Fırat KURT  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Dr. Murat DEMİR  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Dr. Selçuk SAĞIR  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Prof. Dr. Murat AYDEMİR  
Dicle Üniversitesi / Türkiye  
Dr. Erdal KORKMAZ  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Doç. Dr. Muhammed ÇINAR  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Dr. Adem KORKMAZ  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Dr. Ramazan ATICI  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye

**Advisory Board**

Prof. Dr. S. S. VOLOSIVETS  
Saratov State University / Russia  
Prof. Dr. Vladimir ANDRIEVSKI  
Kent State University / USA  
Prof. Dr. Ramazan MAMADOV  
Pamukkale Üniversitesi / Türkiye  
Prof. Dr. Daniyal ISRAFILOV  
Balıkesir Üniversitesi / Türkiye  
Prof. Dr. Urfat NURİYEV  
Ege Üniversitesi / Türkiye  
Prof. Dr. Abdülvahabova SACİDE  
University of Baku State / Azerbaijan  
Prof. Dr. Goayev NİFTALİ  
University of Baku State / Azerbaijan  
Prof. Dr. Agamaliyev FARZALİ  
University of Baku State / Azerbaijan  
Prof. Dr. Harun POLAT  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Doç. Dr. Nevzat ESİM  
Bingöl Üniversitesi / Türkiye  
Dr. Tomasz JAROZS  
Silesian University of Technology / Poland  
Doç. Dr. Harun POLAT  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Dr. Santosh Kumar BHARDWAJ  
Jiwaji University / India  
Dr. Bamidele Joseph OKOLİ  
Vaal University of Technology / South Africa  
Dr. Marcelo MURGUIA  
Universidad de Valencia/Spain  
Dr. Muhsin İNCESU  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Dr. Murat SÜNKÜR  
Batman Üniversitesi / Türkiye  
Dr. Deniz Barış CEBE  
Batman Üniversitesi / Türkiye  
Doç. Dr. Nevin TURAN  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Dr. İbrahim DOLAK  
Dicle Üniversitesi / Türkiye  
Mohammed Faraz KHAN  
Jamia Hamdard University/ India  
Dr. Salih ÖZER  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Dr. Hüseyin ALLAHVERDİ  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Dr. Fuat YETİŞSİN  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Dr. Yusuf ALAN  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Dr. Kenan BULDURUN  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye  
Dr. Ahmet SAVCI  
Muş Alparslan Üniversitesi / Türkiye

**İÇİNDEKİLER • CONTENTS**

**ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE**

<i>MSUFBD Yönetimi</i>	X
<i>Egemen DERE, Ferda ARI</i> Metil Paration'nun Piruvat Kinaz Enzim Aktivitesine Etkisi	811-815
<i>Serkan ÖZTÜRK, Rrapo ORMENI</i> An Evaluation on the Behaviors of Aftershock Sequence of November 26 <sup>th</sup> , 2019 Earthquake, $M_L=6.3$ , North of Durrës, Albania	817-826
<i>Sami AKAN, Hasan KILIÇ</i> Bazı Hibrit Mısır ( <i>Zea mays</i> L.) Çeşitlerinin Muş Ekolojik Şartlarında Performanslarının Belirlenmesi	827-832
<i>Mehmet KARAMAN, Mahir BAŞARAN, İrfan ERDEMCİ, Mustafa OKAN</i> Augmented Deneme Desenine Dayalı Ekmeklik Buğday Genotiplerinin ( <i>Triticum aestivum</i> L.) Diyarbakır Yağışa Dayalı Şartlarında Bazı Tarımsal Özellikler Yönünden Değerlendirilmesi	833-842
<i>Enis KÖRPE, Bilge KARTAL ÇETİN</i> NOMA Superiority Condition for Rayleigh Fading Channels	843-848

**DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE**

<i>Kerim Emre YANAR, Mustafa Sinan AKTAŞ</i> Bitkisel Orjinli İmmunmodülatörler ve Hayvan Sağlığında Kullanım Olanakları	849-855
<i>Hasan KILIÇ, Abdulkerim HATİPOĞLU, Mehmet ŞAHİN</i> İnsan Sağlığı Esaslı Ekmeklik Buğday Kalite Yaklaşımları	857-870



**Okuyucu Mektupları / Letters**

Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimler Dergisi'nde yayımlanan çalışmalar hakkındaki değerli görüşlerinizi, yorumlarınızı ve önerilerinizi lütfen dergi editörüne iletiniz.  
Dr. Adnan ÇETİN  
a.cetin@alparslan.edu.tr

## Metil Paration'nun Piruvat Kinaz Enzim Aktivitesine Etkisi

Egemen DERE<sup>1</sup>, Ferda ARI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Biyoloji Bölümü, Fen-Edebiyat Fakültesi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye

✉: ferdaoz@uludag.edu.tr,  0000-0001-9572-1051,  0000-0002-6729-7908

Geliş (Received): 10.12.2020

Düzeltilme (Revision):05.02.2021

Kabul (Accepted): 21.02.2021

### ÖZ

Metil paration, tarımda ve genel alanlarda zararlılara karşı kullanılan organofosfat grubu bir insektisittir. İnsektisitlerin çevre ve canlı organizmalar üzerinde önemli derecede toksik etkileri bulunmaktadır. İnsanlarda farklı toksisiteye neden olan Metil paration'un metabolizmayı kontrol eden önemli enzimleri etkilediği bilinmektedir. Allosterik özellik gösteren Piruvat kinaz (EC.2.7.1.40), glikolizin son enzimidir ve glikoliz ile devamındaki moleküler yollarda kontrolü sağlamaktadır. Çalışmamızda Metil paration'nun Piruvat kinaz enzim aktivitesi üzerine etkisi araştırıldı. Metil paration'un LD<sub>50</sub> dozu (7mg.kg-1) intraperitoneal olarak farklı periyotlarla (2, 4, 8, 16, 32, 64 ve 72 saat) erkek ve dişi sıçanlara uygulandı. Sıçanların karaciğer, böbrek, beyin ve ince bağırsak dokularında Piruvat kinaz enzim aktivitesi analiz edildi. Metil paration maruziyeti sonucunda sıçan dokularında genel olarak Piruvat kinaz enzim aktivitesinde artışlar belirlendi. Bu aktivasyonların özellikle beyin dokusunda daha erken saatlerde gerçekleşmiş olması dikkat çekicidir. Karaciğer, böbrek ve ince bağırsak dokularında aktivasyonların dişilerde erkeklerden daha erken saatlerde olduğu gözlemlendi. Sonuç olarak bir insektisit olan Metil paration uygulamasının sıçan dokularında piruvat kinaz enzim aktivitesinde artışlara neden olduğu bulundu. Metil parationun glikoz metabolizmasını ve buna bağlı olarak diğer metabolik yolları etkilediği tartışıldı. Bu nedenle Metil paration insektisitinin metabolizmayı etkilediği, farklı sağlık sorunlarına neden olabileceği düşünülmeli ve Dünya Sağlık örgütünün önerdiği uygulama dozuna dikkat edilerek güvenli kullanım için önlemler alınmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** İnsektisit, Piruvat kinaz, Metil paration

## The Effect of Methyl Parathion on The Pyruvate Kinase Enzyme Activity

### ABSTRACT

Methyl parathion is an organophosphate group insecticide used against pests in agriculture and general fields. Insecticides have a significant toxic effect on the environment and living organisms. Methyl parathion, which causes different toxicity in humans, is also known to affect important enzymes that control metabolism. Pyruvate kinase that allosteric properties (EC.2.7.1.40) is the last enzyme of glycolysis and provides control in glycolysis followed by molecular pathways. In our study, the effect of Methyl parathion on Pyruvate kinase enzyme activity was investigated. Methyl parathion LD<sub>50</sub> dose (7mg.kg-1) was administered intraperitoneally to male and female rats at different periods (2, 4, 8, 16, 32, 64 and 72 hours). Pyruvate kinase enzyme activity was analyzed in liver, kidney, brain and small intestine tissues of rats. As a result of exposure of Methyl parathion, increases in Pyruvate kinase enzyme activity were generally determined in rat tissues. It was remarkable that the activations took place earlier, especially in the brain tissue. It was observed that these activations in liver, kidney and small intestine tissues were earlier in females than in males. As a result, the application of Methyl parathion was found to cause increases in pyruvate kinase enzyme activity in rat tissues. It was determined that methyl parathion affects glucose metabolism and the other metabolic pathways. Therefore, it should be considered that methyl parathion insecticide affects metabolism and may cause different health problems and precautions should be taken in use by paying attention to the application dose recommended by the World Health Organization.

**Key words:** Insecticide, Methyl parathion, Pyruvate kinase

### GİRİŞ

Pestisitler özellikle gıda ve tarım alanlarında zararlılara karşı kullanılan maddelerdir. Çok geniş kullanım alanına sahip olan pestisitlerin, artan nüfusa bağlı olarak dünya genelinde kullanım oranı da artmaktadır. Pestisit kullanımının dünya genelinde 1990-2017 verilerine göre 4,5 milyon tona ulaştığı bildirilmektedir [1]. Ülkemizde 2002-2017 yılında yapılan istatistiklerde pestisit kullanımı 2017 yılında 54 bin tona ulaştığı görülmektedir. Bursa ilimizde ise toplam pestisit

kullanımının 2.994,365 (kg-lt) olduğu ve pestisitlerin içinde insektisit kullanımının 763.293 (kg-lt) olduğu belirlenmiştir [2]. Pestisitlerin bu kadar fazla kullanımının insan sağlığını olumsuz yönde etkilediği de bilinmektedir. Pestisitler kimyasal formüllerine göre farklı sınıflara ayrılırlar. Bu sınıflardan biri de fosfat grubu içeren organofosfatlı pestisitlerdir. Bu sınıfın çoğunluğunu insektisitler oluşturmaktadırlar. Organofosfatlı insektisitler hem tarımsal hem de genel alanlarda sıklıkla zararlılara karşı kullanılmaktadırlar. İnsektisitlerin bilinçsiz şekilde kullanımları hem çevreyi

hem de canlı organizmaları etkilemektedir [3]. Metil paration (O,O-dimetil O-4-nitrofenil fosforotioat; MP) I. sınıf toksik grubunda yer alan organofosfatlı insektisit [4]. Canlılar MP'a, ya toprağa/suya karışması ya da mesleki maruziyet nedeniyle maruz kalmaktadırlar. Bu toksik maddenin düzensiz kullanılması organizmalar ve çevre üzerinde zararlı etkilere neden olmaktadır [5]. Yapılan çalışmalarda karaciğer, böbrek ve beyin gibi dokularda toksisiteye neden olduğu gösterilmiştir [6, 7]. Ayrıca bu insektisit canlı sistemlerde spesifik enzimleri içeren metabolik yolları da etkileyebilmektedir [8-10]. Yine MP'nin oksidatif strese, DNA hasarına ve genotoksik etkilere neden olduğu da göstermiştir [11-13]. Piruvat kinaz (PK) (EC.2.7.1.40), glikolizin son aşamasında yer alan fosfat grubunun fosfoenolpiruvat (PEP)'dan adenosin difosfat (ADP)'a aktarılmasıyla piruvat ve adenosin trifosfat (ATP) oluşumunu katalizleyen allosterik bir enzimdir [14]. PK enzimi, glikoliz ve özellikle de glikolizin devamındaki metabolik yolların kontrolü için kritik öneme sahiptir. PK, aktivitesi için monovalent ( $K^+$ ) ve iki değerlikli katyonlara ( $Mg^{+2}$  veya  $Mn^{+2}$ ) ihtiyaç duymaktadır. Tepkime fizyolojik koşullar altında geri döndürülemez olarak gerçekleşmektedir. Ayrıca, oluşan Piruvat çeşitli metabolik yollarda kullanılmaktadır. Hücre metabolizmasında böyle merkezi bir pozisyonda olması PK'nın metabolizmadaki önemini göstermektedir [15]. Çalışmamızda tarımsal alanlarda sıklıkla kullanılan MP'nin glikoliz yolağında kontrol görevi olan PK enzim aktivitesine olan etkisi araştırılmıştır. Erkek ve dişi sıçanların MP maruziyeti sonrasında karaciğer, böbrek, beyin ve ince bağırsak dokularında PK aktivitesi değerlendirilmiş ve tüm dokularda PK aktivasyonları kaydedilmiştir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada öncelikle 200-250 g ağırlığında olan *Rattus norvegicus* sıçanları kontrol grubunda 2 erkek ve 2 dişi; MP uygulanan grup 4 erkek ve 4 dişi olacak şekilde ayrılarak planlanmıştır. Tüm analizler için toplam 84 hayvan kullanılmıştır. Sıçanlar Bursa Uludağ Üniversitesi Deney Hayvanları Besleme ve Araştırma Merkezi'nden temin edilmiştir. Bursa Uludağ Üniversitesi Hayvan Bakım ve Kullanım Komitesi, çalışmamıza etik kurul raporu vermiştir (3.06.2003/3). Deney grubuna MP'nin  $7 \text{ mg kg}^{-1}$  ( $LD_{50}$ ) MP dozu, kontrol grubuna ise mısır yağı intraperitoneal olarak enjekte edilmiştir. Hayvanlar belirlenen zaman periyotlarından (2, 4, 8, 16, 32, 64 ve 72 saat) sonra servikal dislokasyon yolu ile öldürüldükten sonra dokular çıkarılmış ve homojenize edilmiştir. Homojenatlar  $48000 \text{ g'de } 30 \text{ dak } 4^\circ\text{C}$  de santrifüj edilerek süpernatantlar enzim kaynağı olarak kullanılmıştır. Fosfoenolpiruvatındaki fosfat grubunu ADP'ye aktararak ATP ile piruvat meydana gelmesini sağlayan PK aktivitesi, meydana gelen piruvatın laktat dehidrojenaz (LDH) aktivitesi ile laktata dönüşümü esnasında kullanılan NADH'ın azalan absorbans hızının  $340\text{nm}$  dalga boyunda kinetik olarak ölçülmesiyle hesaplanmıştır. Aktivite deneyleri optimum koşullarda

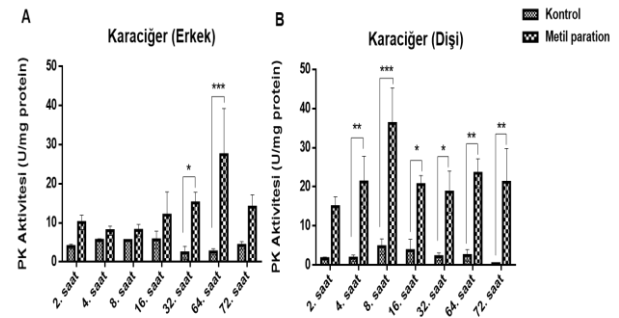
$1\text{cm}^3$  lik kuvars spektrofotometre kuvvetleri içinde gerçekleştirilmiş ve azalan absorbans değerleri  $5 \text{ dk}$  boyunca takip edilmiştir. Elde edilen veriler U/mg protein olarak hesaplanmıştır [16]. Protein derişimleri, Bradford (1976) yöntemi kullanılarak belirlenmiştir [17].

Tüm istatistiksel analizler GraphPad Prism 8.0 (Demo Versiyonu; GraphPad, San Diego, CA) programı kullanılarak yapıldı. Deneyin sonuçları, verilerin ortalaması hesaplanarak  $\pm \text{SH}$  (standart hata) olarak sunulmuştur. Anlamlılık, iki yönlü varyans analizi kullanılarak hesaplanmıştır.  $P < 0.05$ ,  $P < 0.01$  ve  $P < 0.001$  değerleri istatistiksel olarak anlamlı olarak kabul edilmiştir.

## BULGULAR

### Metil Paration'nun Karaciğer Dokusunda Piruvat Kinaz Aktivitesi Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi

Karaciğer dokularında MP'nin PK enzim aktivitesine etkisi değerlendirildiğinde; erkek sıçanlarda PK aktivitesinin 32 ve 64. saatlerde kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığı belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ,  $p < 0.001$ ; Şekil 1A). PK aktivite artışının 72. saatte azaldığı görülmektedir. Dişi sıçanlarda ise PK aktivitesinin daha erken saatlerde arttığı ve bu artışın 4. saatten itibaren anlamlı şekilde yükseldiği belirlenmiştir. PK aktivite artışının en yüksek 8. saatte olduğu da dikkati çekmektedir. Bu saatten itibaren PK aktivitesinde bir azalma olsa da aktivasyonun deney periyodu sonuna kadar devam ettiği görülmüştür ( $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ; Şekil 1B).

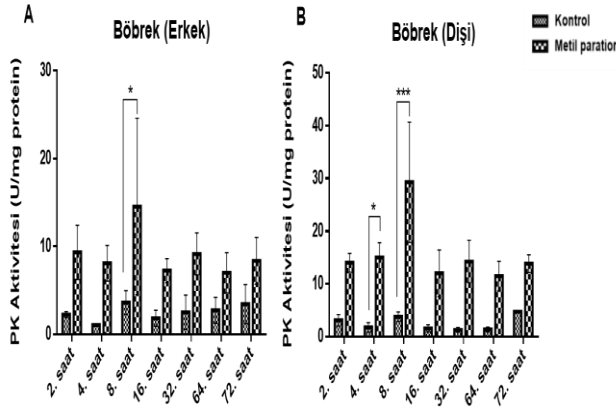


**Şekil 1.** Metil Paration'nun erkek (A) ve dişi (B) sıçanların karaciğer dokusunda Piruvat Kinaz (PK) aktivitesi (U/mg.protein) üzerine etkisi. \*Kontrolle kıyasla istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları belirtir ( $p < 0.05$ ); \*\*( $p < 0.01$ ); \*\*\*( $p < 0.001$ ). Verilerin ortalaması ve standart hataları hesaplanarak verilmiştir ( $n=3$ ).

### Metil Paration'nun Böbrek Dokusunda Piruvat Kinaz Aktivitesi Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi

MP'nin böbrek dokularında PK enzim aktivitesinde kontrol grubuna kıyasla genel olarak bir aktivasyona neden olduğu belirlenmiştir. Bu aktivasyon erkek sıçanlarda 8. saatte istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde artmışken ( $p < 0.05$ , Şekil 2A), dişi sıçanlarda 4. ve 8. saatlerde istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ;  $p < 0.001$ , Şekil 2B). PK aktivite artışının hem dişi hem erkek sıçanlarda en yüksek 8.

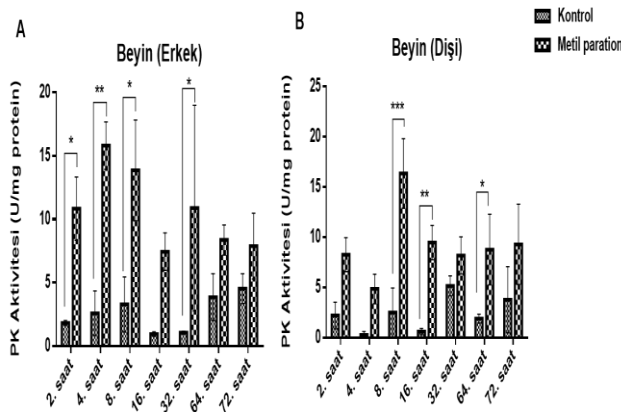
saatte olduğu gözlenmiştir. 8. saatten itibaren PK aktivitesinde bir azalma olsa da aktivasyonun deney periyodu sonuna kadar devam ettiği görülmüştür (Şekil 2A ve B).



**Şekil 2.** Metil Paration'un erkek (A) ve dişi (B) sıçanların böbrek dokusunda Piruvat Kinaz (PK) aktivitesi (U/mg.protein) üzerine etkisi. \*Kontrolle kıyasla istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları belirtir \*(p<0.05); \*\*(p<0.01); \*\*\*(p<0.001). Verilerin ortalaması ve standart hataları hesaplanarak verilmiştir (n = 3).

### Metil Paration'un Beyin Dokusunda Piruvat Kinaz Aktivitesi Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi

PK enzim aktivitesine MP'nin etkisi beyin dokularında araştırıldığında; deney periyotlarının tümünde kontrol grubuna göre bir artış gözlenmiştir. Erkek ve dişi sıçanlarda erken dönemden (2. saat) aktivasyonun başladığı dikkat çekicidir. Erkek sıçanlarda beyin PK aktivitesinin 2, 4, 8 ve 32. saatlerde istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığı (p<0.05, p<0.01; Şekil 3A), en yüksek aktivite artışının 4. saatte olduğu görülmüştür. Dişi sıçanlarda beyin PK aktivitesinin ise 8, 16 ve 64. saatlerde istatistiksel olarak anlamlı olduğu (p <0.05; p <0.01; p <0.001, Şekil 3B), en yüksek PK aktivitesinin 8. saatte ortaya çıktığı kaydedilmiştir.

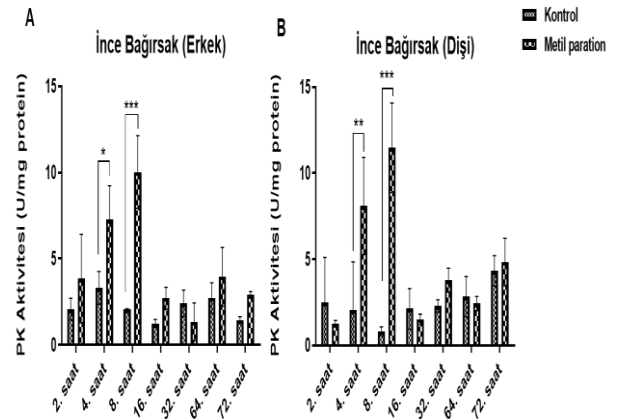


**Şekil 3.** Metil Paration'un erkek (A) ve dişi (B) sıçanların beyin dokusunda Piruvat Kinaz (PK) aktivitesi (U/mg.protein) üzerine etkisi. \*Kontrolle kıyasla istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları belirtir \*(p<0.05); \*\*(p<0.01); \*\*\*(p<0.001).

Verilerin ortalaması ve standart hataları hesaplanarak verilmiştir (n = 3).

### Metil Paration'un İnce Bağırsak Dokusunda Piruvat Kinaz Aktivitesi Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi

MP'nin ince bağırsak dokularında erkek ve dişi PK enzim aktivitesinde ilk periyotlarda (4 ve 8. saat) kontrol grubuna göre aktivasyonlar gözlenmiştir. PK aktivitesindeki artışın sıçanlarda 4 ve 8. saatlerde istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir (p <0.05; p <0.01; p <0.001, Şekil 4A ve B). 8. saatten itibaren ince bağırsak PK aktivitesinde deney periyodu sonuna kadar azalmalar gözlenmiştir (Şekil 4A ve B).



**Şekil 4.** Metil Paration'un erkek (A) ve dişi (B) sıçanların ince bağırsak dokusunda Piruvat Kinaz (PK) aktivitesi (U/mg.protein) üzerine etkisi. \*Kontrolle kıyasla istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları belirtir \*(p<0.05); \*\*(p<0.01); \*\*\*(p<0.001). Verilerin ortalaması ve standart hataları hesaplanarak verilmiştir (n = 3).

### TARTIŞMA ve SONUÇ

Tarımda verimi arttırmak için pestisit kullanımı önemli bir yaklaşımdır. Ancak pestisitlerin bilinçsiz bir şekilde kullanımı insanlar, hayvanlar ve çevre üzerine olumsuz etkilere neden olmaktadır [18, 19]. MP, aşırı toksik olarak sınıflandırılmasına rağmen, birçok ülkede halen kullanılan organofosfatlı bir insektisitir [4, 20]. MP'nin insektisidal aktivitesi deri, oral ya da solunum yoluyla gerçekleşmektedir [21]. Yapılan çalışmalarda MP'nin hepatotoksik, nörotoksik ve genotoksik etkilere neden olduğu belirlenmiştir [22, 11, 23]. Canlıları doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyen MP'nin hücresel sistemde enzimleri de etkilediğini gösteren çalışmalar vardır [24, 9, 10].

İnsektisitler başlıca kas ve sinir sistemleri olmak üzere büyümeyi, gelişmeyi ve enerji üretimini etkilemektedir [25]. Çalışmamızda MP'nin, glikolitik yolun önemli kontrol enzimlerinden biri olan PK aktivitesine olan etkisi farklı dokularda (karaciğer, böbrek, beyin ve ince bağırsak) incelenmiştir. Aldığımız sonuçlarda MP'nin dokularda PK aktivitesinde aktivasyona neden olduğu belirlenmiştir. Karaciğer dokusunda PK aktivasyonu dişi sıçanlarda erken dönemlerde (2, 4 ve 8. saat) iken erkek sıçanlarda ise daha geç dönemlerde (32 ve 64. saat) istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığı



belirlenmiştir. Daha öncede yapılan bir çalışmada MP'nin sıçan karaciğer enzimleri olan ve karaciğer hasarını gösteren aspartat amino transferaz (AST), alanin aminotransferaz (ALT) ve laktat dehidrogenaz (LDH) enzim aktivitelerinde artışa neden olduğu gösterilmiştir [23]. Yine MP'ye maruz kalan bir işçide yapılan analizlerde MP'nin karaciğer ve böbrek toksisitesine neden olduğu belirlenmiştir [6]. Çalışmamızda böbrek dokusunda PK aktivitesinin 8. saate kadar arttığı daha sonraki saatlerde ise aktivasyon seviyesinin azaldığı görülmektedir. Fakat genel anlamda PK aktivitesinde kontrole göre aktivasyonların deney periyodunun sonuna kadar devam ettiği belirlenmiştir. Beyin ve ince bağırsak dokularında da benzer şekilde MP'nin PK aktivitesinde aktivasyona neden olduğu bulunmuştur. PK aktivasyonunun 8. saate doğru maksimum seviyeye ulaştığı daha sonra aktivasyonda azalmalar meydana geldiği gözlenmiştir. Daha önce grubumuz tarafından farklı bir pestisit olan 2,2-diklorovinil dimetil fosfat (DDVP) ile yaptığımız çalışmada DDVP'nin sıçan dokularında PK aktivitesinde artışa neden olduğu da belirlenmişti [26]. Farklı bir çalışmada 2,3,7,8-tetraklorodibenzo-p-dioksin'in (TCDD) sıçanlarda hepatotoksositeye neden olduğu ve karaciğer PK enzim artışına neden olduğu belirlenmiştir [27]. Papadopoulos ve ark. yaptıkları çalışmada da MP'nin böceklerde kullanıldığında PK aktivitesinde artışa neden olduğunu göstermişlerdir [28]. Yine MP'nin hayvan dokularında katalaz (CAT), glutatyon peroksidaz (GPx), süperoksit dismutaz (SOD) gibi enzimlerin aktivasyonuna da neden olduğu belirtilmiştir [29]. Farklı bir çalışmada da MP'nun CAT ve Glutatyon redüktaz (GSSG-R) enzimlerinde anlamlı artışlar belirlenmiştir [10]. Sadece MP değil yapılan çalışmalarda farklı pestisitlerin de bazı glikolitik yolak enzimlerinde artışa neden olduğu belirlenmiştir [30-32]. Tüm bu çalışmalar MP'nun metabolizmada hücrel enzimleri etkilediğini göstermektedir. Nitekim bizde çalışmamız sonucunda MP'nun genel olarak dokularda PK aktivitesinin artışına neden olduğu gözlenmiştir. Hücrede metabolik yolların birbiri ile ilişkili oldukları düşünüldüğünde PK aktivitesindeki bu artışın diğer metabolik yolları da etkileyeceği açıktır. Özellikle PK aktivitesinde olabilecek bir artış PK'nın katalizlediği tepkime ürünü olan piruvatın artışına neden olacaktır. Piruvat hücrel metabolizmada merkezi bir rol alan ve pek çok metabolik yolun gerçekleşmesi için gerekli regülatör bir proteindir [15]. Sitoplazmada oluşan piruvat mitekondriye taşınarak burada ATP oksidatif fosforilasyon ile enerji üretimine ve pekçok biyosentetik yolağın gerçekleşmesine neden olmaktadır. Herhangi bir nedenle artan piruvat metabolizması enerji metabolizmasının değişmesine neden olacak ve özellikle beyin gibi ATP'ye bağımlı organlar daha fazla etkilenecektir. Bu durum kanser, kalp rahatsızlıkları ve nörodejeneratif hastalıklara neden olabilmektedir [33]. Bu yüzden PK artışının tüm metabolik yolları da etkileyeceği açıktır. Bu nedenle çalışmamızda MP'nun enerji metabolizmasında etkili olan PK aktivitesine etkisini araştırıldı. Sonuç olarak, çalışmamızda MP

toksisitesinin glikoz metabolizmasında özellikle piruvat kinaz enzim aktivitesinde değişime neden olduğu belirlenmiştir. MP'nin etki ettiği hücrel mekanizmaları ve metabolik tepkimeleri aydınlatmak için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmada yardımlarından dolayı Hakan Tosunoğlu'na ve Bursa Uludağ Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Farmakoloji Anabilim Dalına teşekkür ederiz.

## KAYNAKÇA

- [1] Food and Agriculture Data for Over 245 Countries FAO; [cited:02.03.2020]. 2017. Available from: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RP/visualize>.
- [2] Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü; [cited:02.03.2020]. 2018. Available from: <https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/tarim-ilaci-pestisit-kullanimi-i-85834>.
- [3] Sidhu G.K., Singh S., Kumar V., Dhanjal D.S., Datta S., Singh J. Toxicity, monitoring and biodegradation of organophosphate pesticides: a review, *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 49:13 1135-1187, 2019.
- [4] US Environmental Protection Agency, Pesticide Fact Sheet: Methyl parathion. EPA, 1986.
- [5] Edwards F.L., Tchounwou P.B. Environmental toxicology and health effects associated with methyl parathion exposure-a scientific review, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2:3 430-441, 2005.
- [6] Vikrant S. Hepato-renal toxicity-associated with methyl parathion exposure, *Hemoglobin (g/dL)*, 11:12 3-15, 2015.
- [7] Vabre P., Gatimel N., Moreau J., Gayraud V., Picard-Hagen N., Parinaud J., Leandri R.D. Environmental pollutants, a possible etiology for premature ovarian insufficiency: a narrative review of animal and human data, *Environmental Health*, 16:1 37, 2017.
- [8] Guo-Ross S.X., Meek E.C., Chambers J.E., Carr R.L. Effects of chlorpyrifos or methyl parathion on regional cholinesterase activity and muscarinic receptor subtype binding in juvenile rat brain, *Journal of toxicology and pharmacology*, 1, 2017.
- [9] Medina-Díaz I.M., Ponce-Ruiz N., Ramírez-Chávez B., Rojas-García A.E., Barrón-Vivanco B.S., Elizondo G. Bernal-Hernández Y.Y. Downregulation of human paraoxonase 1 (PON1) by organophosphate pesticides in HepG2 cells, *Environmental toxicology*, 32:2 490-500, 2017.
- [10] Khare A., Chhawani N., Kumari K. Glutathione reductase and catalase as potential biomarkers for synergistic intoxication of pesticides in fish, *Biomarkers*, 24:7 666-676, 2019.
- [11] Bartoli S., Bonora B., Colacci A., Niero A., Grilli S. DNA damaging activity of methyl parathion, *Research communications in chemical pathology and pharmacology*, 71:2 209-218, 1991.
- [12] Varga S.I., Matkovic B. Organophosphate effects on antioxidant system of carp (*Cyprinus carpio*) and catfish (*Ictalurus nebulosus*), *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Pharmacology, Toxicology and Endocrinology*, 117:1 83-88, 1997.
- [13] Hernandez-Cortes D., Alvarado-Cruz I., Solís-Heredia M.J., Quintanilla-Vega B. Epigenetic modulation of



- Nrf2 and Ogg1 gene expression in testicular germ cells by methyl parathion exposure, *Toxicology and applied pharmacology*, 346:19-27, 2018.
- [14] Gupta V., Bamezai R.N. Human pyruvate kinase M2: a multifunctional protein, *Protein science*, 19:11 2031-2044, 2010.
- [15] Valentini G., Chiarelli L., Fortin R., Speranza M.L., Galizzi A., Mattevi A. The allosteric regulation of pyruvate kinase A site-directed mutagenesis study, *Journal of Biological Chemistry*, 275:24 18145-18152, 2000.
- [16] Bohringer-Mannheim, *Biochemical information, Pyruvate Kinase*, 154, 1973.
- [17] Bradford M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding, *Analytical biochemistry*, 72:1-2 248-254, 1976.
- [18] Petersen B., Tomerlin J.R., Barraj, L. Pesticide degradation: exceptions to the rule, *Food technology (Chicago)*, 50:5 221-223, 1996.
- [19] Dikshit A.K., Pachauri D.C., Jindal, T. Maximum residue limit and risk assessment of beta-cyfluthrin and imidacloprid on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill), *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 70:6 1143-1150, 2003.
- [20] WHO, International Programme on Chemical Safety, *Environmental Health Criteria*, 1993.
- [21] Extoxnet Methyl parathion pesticide information profile, [cited:02.03.2020]. 1994. Available from: <http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/haloxyp-methylparathion/methyl-parathion-ext.html>.
- [22] Grover I.S., Malhi P.K. Genotoxic effects of some organophosphorous pesticides I. Induction of micronuclei in bone marrow cells in rat, *Mutation Research/Genetic Toxicology*, 155:3 131-134, 1985.
- [23] Celik I., Suzek H. The hematological effects of methyl parathion in rats, *Journal of Hazardous Materials*, 153:3 1117-1121, 2008.
- [24] Uzunhisarcikli M., Kalender, Y. Protective effects of vitamins C and E against hepatotoxicity induced by methyl parathion in rats, *Ecotoxicology and environmental safety*, 74:7 2112-2118, 2011.
- [25] Lushchak V.I., Matviishyn T.M., Husak V.V., Storey J.M., Storey, K.B. Pesticide toxicity: a mechanistic approach, *EXCLI Journal*, 17 1101, 2018.
- [26] Dere E., Ari F., Tosunoglu, H. Pyruvate kinase activity in various organs of rats exposed to dinitro-o-cresol and dichlorvos, *Acta veterinaria*, 58:5-6 439-447, 2008.
- [27] Nault R., Fader K.A., Kirby M.P., Ahmed S., Matthews J., Jones A.D., Lunt S.Y., Zacharewski T.R. Pyruvate kinase isoform switching and hepatic metabolic reprogramming by the environmental contaminant 2, 3, 7, 8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin, *Toxicological Sciences*, 149:2 358-371, 2016.
- [28] Papadopoulos A.I., Anagnostis A., Lazarou D. Effect of insecticide injection on pyruvate kinase of the insect *Tenebrio molitor* (Coleoptera), *Pesticide biochemistry and physiology*, 82:2 115-124, 2005.
- [29] Monteiro D.A., De Almeida J.A., Rantin F.T., Kalinin A.L. Oxidative stress biomarkers in the freshwater characid fish, *Brycon cephalus*, exposed to organophosphorus insecticide Folisuper 600 (methyl parathion), *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology Pharmacology*, 143:2 141-149, 2006.
- [30] Rezg R., Mornagui B., El-Arbi M., Kamoun A., El-Fazaa S., Gharbi N. Effect of subchronic exposure to malathion on glycogen phosphorylase and hexokinase activities in rat liver using native PAGE, *Toxicology*, 223:1-2 9-14, 2006.
- [31] Matin M.A., Husain K., Khan, S.N. Modification of diazinon-induced changes in carbohydrate metabolism by adrenalectomy in rats, *Biochemical pharmacology*, 39:11 1781-1786, 1990.
- [32] Wilkinson J.G., Rajendra W., Oloffs P.C., Banister E.W. Diazinon treatment effects on heart and skeletal muscle enzyme activities, *Journal of Environmental Science Health Part B*, 21:2 103-113, 1986.
- [33] Gray L.R., Tompkins S.C., Taylor E.B. Regulation of pyruvate metabolism and human disease. *Cellular and molecular life sciences*, 71:14 2577-2604, 2014.

## An Evaluation on the Behaviors of Aftershock Sequence of November 26<sup>th</sup>, 2019 Earthquake, $M_L=6.3$ , North of Durrës, Albania

Serkan ÖZTÜRK<sup>1</sup>, Rrapo ORMENI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Gümüşhane University, Department of Geophysics, Gümüşhane, Turkey

<sup>2</sup>Institute of Geosciences Energy, Water and Environment, Polytechnic University of Tirana, Albania

✉: serkanozturk@gumushane.edu.tr,  0000-0003-1322-5164,  0000-0002-5514-2204

Received (Geliş): 18.03.2021

Revision (Düzelme):29.04.2021

Accepted (Kabul): 03.05.2021

### ABSTRACT

A comprehensive assessment of aftershocks occurrence for the November 26<sup>th</sup>, 2019 earthquake,  $M_L=6.3$ , 16 km north of Durrës, Albania was achieved.  $b$ -value was estimated as  $0.88 \pm 0.07$ .  $b$ -value is close to 1.0 and relatively small  $b$ -value may be resulted from the plenty of larger aftershocks with  $M_L \geq 4.0$ .  $p$ -value was calculated as  $1.23 \pm 0.08$  with  $M_{min}=3.1$  and  $T_{start}=0.0034$  days. This high  $p$ -value may be a result of the relative fast decay rate of aftershock activity.  $D_c$ -value was calculated as  $1.74 \pm 0.09$  and it means that aftershocks are homogeneously distributed at larger scales. The smallest  $b$ -values and the largest  $p$ -values were observed in the north, northwest and northeast parts of the mainshock. The smaller  $b$ -values correlate with the larger stress variations, whereas the larger  $p$ -values are related to the maximum slip after mainshock. Consequently, region-time-magnitude analyses of the aftershocks occurrence may supply important clues for the fast evaluations of real time aftershock hazard.

**Keywords:** Albania, Durrës earthquake, aftershock,  $b$ -value,  $p$ -value,  $D_c$ -value

### 26 Kasım 2019, $M_L=6.3$ , Kuzey Durrës, Arnavutluk Depreminin Artçı Şok Dizisinin Davranışları Üzerine Bir Değerlendirme

#### ÖZ

26 Kasım 2019,  $M_L=6.3$ , kuzey Durrës, Arnavutluk depreminin artçı şok oluşumunun detaylı bir değerlendirmesi yapılmıştır.  $b$ -değeri  $0.88 \pm 0.07$  olarak hesaplanmıştır.  $b$ -değeri 1.0'e yakındır ve nispeten küçük  $b$ -değeri  $M_L \geq 4.0$  olan büyük artçı şokların fazla oluşundan kaynaklanmış olabilir.  $p$ -değeri,  $M_{min}=3.1$  ve  $T_{start}=0.0034$  gün alınarak  $1.23 \pm 0.08$  olarak hesaplanmıştır. Bu yüksek  $p$ -değeri artçı şok aktivitesinin nispeten hızlı azalım oranının bir sonucu olabilir.  $D_c$ -değeri  $1.74 \pm 0.09$  olarak hesaplanmıştır ve buda artçı şokların daha büyük ölçeklerde homojen olarak dağıldığı anlamına gelir. En küçük  $b$ -değerleri ve en büyük  $p$ -değerleri ana şokun kuzey, kuzeybatı ve kuzey kısımlarında gözlenmiştir. Daha düşük  $b$ -değerleri daha büyük gerilme değişimleri ile ilişkiliyken, daha büyük  $p$ -değerleri ana şoktan sonraki maksimum atım ile ilişkilidir. Sonuç olarak, artçı şok oluşumlarının bölge-zaman-magnitud analizleri gerçek zamanlı artçı şok tehlikesinin hızlı değerlendirmeleri için önemli ipuçları sağlayabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Arnavutluk, Durrës depremi, artçı şok,  $b$ -değeri,  $p$ -değeri,  $D_c$ -değeri

#### INTRODUCTION

A strong,  $M_L=6.3$ , earthquake near Durrës, Albania, occurred on November 26<sup>th</sup>, 2019 with the epicenter coordinates of  $41.459^\circ\text{N}$  and  $19.442^\circ\text{E}$ . The Institute of Geosciences, Energy, Water and Environment (IGEWE) reported that the earthquake occurred at 02:54:11 GMT (04:54:11 a.m. local time) around 39 km underground near the Hamallaj, northwest of Durrës and some 35 km west of Tirana, which is the strongest earthquake of the last 40 years. Some details of the mainshock occurrence was given in Table 1. It was followed minutes later by a series of weaker aftershocks, with the strongest measuring magnitude 5.5. Unfortunately, 51 people lost their lives. In Durrës district, 47 people were recovered from the ruins. The number of wounded reached about 760. More than 12,000 people remain homeless. The largest damages in the buildings were in the Durrës, in

the district of Tirana as well as in the district of Lezha, damages have also occurred in the districts of Shkodra, Diber, Berat *etc.* Liquefaction phenomena was observed extensively in the area between the villages of Juba and Hamallaj. Strong earthquake occurrences in this part of the world can be resulted with human victims, property damage, and social and economic disruption as the African Plate moves northward towards Europe by 4-10 mm annually, with regular earthquakes occurring alongside the Eurasia-Africa plate boundary, mainly in Greece, Turkey, Sicily and Italy. There is reliable evidence that the old town of Durrës (Dyrrachium) has been stricken several times by strong earthquakes that have caused serious human and economic losses. Reports found in old chronicles show that this town has been almost totally destroyed in the years 177 B.C, 334 or 345 A.C., 506, 1273, 1279, 1869 and 1870.

**Table 1.** Detailed information of November 26<sup>th</sup>, 2019, north of Durrës mainshock.  $M_L$ : mainshock magnitude,  $Ma_{max}$ : the maximum aftershock magnitude and  $Ma_{min}$ : the minimum aftershock magnitude

Year	Month	Day	Origin Time (GMT)	Longitude	Latitude	Depth (km)	( $M_L$ )	$Ma_{max}$	$Ma_{min}$
2019	11	26	02:54:11	19.442	41.459	39	6.3	5.5	0.9

The evidence of the earthquake of March, 1273 says that the town which had a population of 25 thousand people at that time was totally destroyed. On December of 1926, the town of Durrës and the surrounding region were hit by a series of strong earthquakes [1-7]. In recent years, several strong earthquakes occurred in and around Durrës, e.g., October 15<sup>th</sup>, 2016, July 3<sup>rd</sup>, 2017 and July 4<sup>th</sup>, 2018 earthquakes.

Aftershock sequences are generally considered as an important part of the earthquake occurrences since a strong mainshock can produce a large number of aftershocks in a short time and in a small region. Practical applications for the evaluation of aftershock occurrences can be preferred since large aftershock sequences may give some significant further seismic hazard assessments on the minimization of the human victims, property damage, and social and economic disruption [8]. For this reason, aftershock analyses have been gained more attention in recent years and many statistical studies on this subject by different authors for different aftershock sequences were achieved for different parts of the world [9-22]. Moreover, aftershock hazard assessment implies to statistically clarifying and forecasting the frequency that an aftershock in a certain level will occur. The modified Omori law [23] estimates the aftershock numbers after the mainshock. It is also necessary to combine this law with the Gutenberg-Richter [24] method to realize an aftershock probability evaluation. Also, fractal dimension of aftershock epicenter distributions is an effective tool to define the self-similar structure of aftershock occurrences and fractal dimension has widely been used in statistical seismology, especially for the measurements of complexity and stress distribution in the aftershock occurrence and aftershock clustering [25]. As stated in literature given above, region-time-magnitude behaviors of aftershock occurrences have significant information about the earthquake nucleation, fault geometry, material properties in the fault zone, as well as the distributions of stress, strength and temperature. It is well known that strong/large aftershock occurrences may have a potential to cause additional cumulative damage to structures since it is difficult to predict them. For this reason, evaluation of region-time-magnitude behaviors of the aftershocks is very important and interesting for protecting against and mitigating earthquake disasters. Thus, many statistical models have been suggested to define the spatial and temporal aftershock properties.

The main purpose of this study is to provide a detailed region-time-magnitude evaluation including several aftershock parameters such as the  $b$ -value of the frequency-magnitude distribution, the  $p$ -value of the modified Omori law and  $D_c$ -value of the fractal

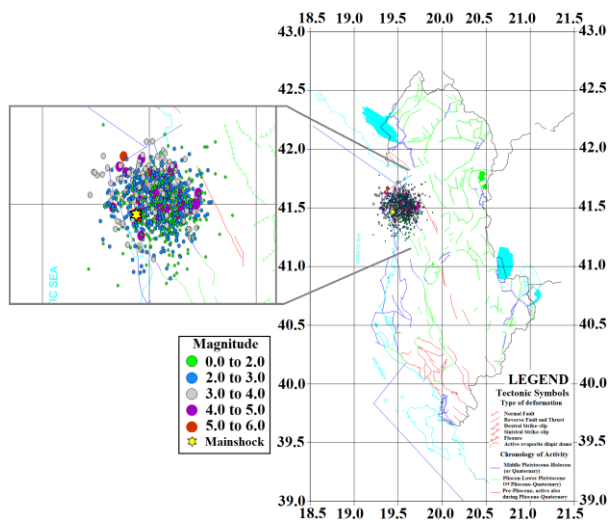
dimension for 910 aftershocks identified in seven months after the mainshock. For the calculations of aftershock parameters of north Durrës earthquake that occurred on November 26<sup>th</sup>, 2019 in Tirana district of Albania, ZMAP software package [26] was used. The results obtained in this study have a significance not only for the region-time-magnitude behaviors of the aftershock sequence but also help to understand the generation of aftershock occurrences. Statistical properties of aftershocks also make a contribution to attempts to forecast aftershock activities following large mainshocks and can be used to reveal the seismic hazard in this region.

#### Aftershock Data for November 26<sup>th</sup>, 2019 Durrës Earthquake

A detailed region-time-magnitude evaluation of aftershock sequence of the November 26<sup>th</sup>, 2019, a strong earthquake ( $M_L$ 6.3) occurred about 16 km north of the Durrës city in the Adriatic Sea, Albania was achieved in this study. The data used in this study were compiled from the Albanian Seismological Stations, Montenegro Seismological Stations and from INGV, MEDNET, and AUTH networks. Complete and homogenous catalog of aftershock data were provided for the mainshock with local magnitude  $M_L=6.3$ , occurred at 41.459°N and 19.442°E, and at 02:54:11 GMT on November 26<sup>th</sup>, 2019. The aftershock catalog includes approximately a period of over seven months, that is from the time of the mainshock (November 26<sup>th</sup>, 2019) until June 30<sup>th</sup>, 2020. A total of 910 aftershocks with magnitude  $M_L$  larger than and equal to 0.9 were used in a time period of about 215 days. The earthquake of November 26<sup>th</sup>, 2019 and its aftershocks were recorded by permanent broadband seismological stations that are part of the Albanian Seismological Network (bci, puk, dhr, php, vlo, kbn, lsk, bpa1, bpa2 and srn), as well as by the neighbouring seismic networks, namely, AUTH (fna, igt, nest, the, lkd2, mev), MSO (pdg, bey, bry, bdv, hcy, nky, pvy, ulc), INGV (mrvn, noci, scte, sgrt) and MEDNET (tir). The epicentres were located using P and S onsets, a local velocity model [27] and the Hypo inverse program [28]. The smallest magnitude events 0.9 to 3.0 (Richter) are recorded at least by the closest stations to the epicenters (dhr, tir, bpa1, bpa2, ulc, etc).

The epicenter locations of aftershocks were drawn in Figure 1 and the cumulative number of aftershocks in about a time period of seven months was plotted in Figure 2a. In order to analyze the temporal magnitude distribution, magnitude versus time changes of aftershocks was plotted in Figure 2b. Time-magnitude changes of aftershock occurrences were drawn in time interval about 215 days. As seen in Figure 2b, the largest aftershock with  $M_L=5.5$  observed in about three

hours after the mainshock. However, aftershock occurrences larger than  $M_L=4.0$  show two increases on the 23<sup>th</sup> and 64<sup>th</sup> days after the mainshock. There are also some aftershocks whose magnitudes varies from 4.0 to 5.0 in 25 days after the mainshock. A decreasing trend in the number of aftershocks with magnitude  $M_L=3.0$  can be shown after the first two months from the mainshock, and magnitude of aftershocks generally varies from 1.0 to 3.0 in the rest of aftershock period. It is well known that aftershock occurrences show elliptical distribution that spread in different directions from the mainshock epicenter [23]. Therefore, all these shocks and subsequent events that fall in this area can be accepted as aftershocks. Also, many authors suggested different time intervals for aftershock duration, from one month to one year [8, 10, 14, 23]. Hence, we identified the region and time interval of Durrës aftershocks by considering these literature studies.



**Figure 1.** Epicenter distribution of the aftershocks of November 26<sup>th</sup>, 2019 north of Durrës earthquake. Different magnitude sizes of the aftershocks were given by different symbols

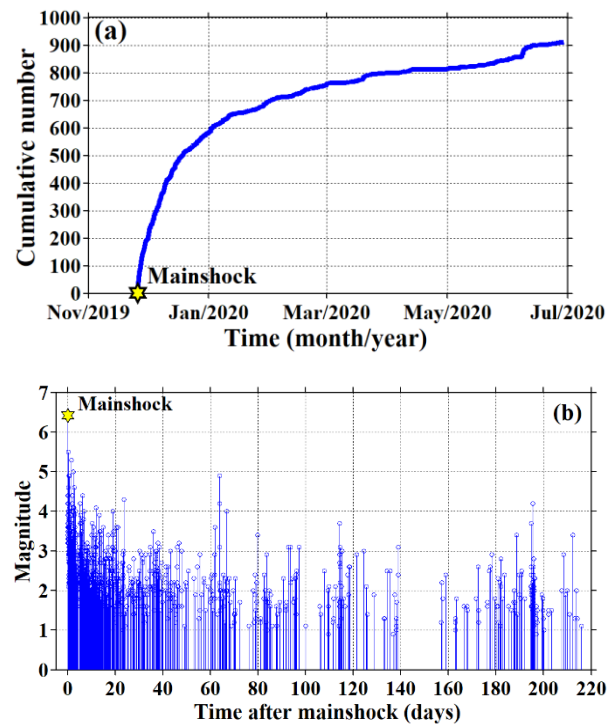
#### Methods and Brief Description of the Parameters

There are many statistical models to analyze the behaviors of aftershock occurrences, however, an aftershock sequence can be described in region (fractal dimension [29], time (modified Omori law) [30] and magnitude (Gutenberg-Richter law) [24]. Since the aftershocks can supply important and reliable information about the fault structure, cracks distribution, earthquake migration and the state of stress in the crust, these power-law distributions are the most common in the evaluation of aftershock sequence.

The cumulative earthquake-magnitude distribution in any region is described with the Gutenberg and Richter [24] relation (G-R). This power-law distribution between the frequency and magnitude of aftershocks can be explained with the following equation:

$$\log_{10} N(M) = a - bM \quad (1)$$

where  $N(M)$  is the cumulative number of aftershocks with magnitudes larger/equal to  $M$ ,  $a$  and  $b$ -values are positive constants.  $a$ -value represents the seismicity level and shows differences from region to region since it depends on data period and study area.  $b$ -value shows the frequency- magnitude distribution of aftershocks, and tectonic structure and stress distribution of investigated area effects the spatio-temporal changes of  $b$ -value. The estimated  $b$ -value is generally between 0.6 and 1.4 [10].



**Figure 2.** a) Cumulative number of aftershock in seven months after the mainshock. b) Magnitude variations of aftershock sequence as a function of time

However,  $b$ -value is roughly between 0.3 and 2.0, depending on the study area [31]. Frohlich and Davis [32] suggested that the mean  $b$ -value in global scale can be given as equal to 1.0.

Temporal decay rate of aftershocks can be empirically defined by the modified Omori law (MO). The number of aftershocks increases suddenly after the mainshock and then shows a decreasing trend with time after the mainshock according to the MO law. This power-law distribution can be given with the following formula:

$$n(t) = \frac{K}{(t + c)^p} \quad (2)$$

where  $n(t)$  is the aftershocks occurrence rate (number of aftershocks/day) per unit time,  $t$ -days after the mainshock.  $K$ ,  $p$ , and  $c$  values are empirically obtained positive constants, and they depend on the total number of aftershocks in the sequence and the activity rate in the earliest part of the sequence, respectively.  $K$ -value depends on the total number of events,  $c$ -value on the

rate of activity in the earliest part of the sequences.  $c$ -value changes between 0.02 and 0.5 and all the reported positive  $c$ -values result from incompleteness [33]. Among these three parameters,  $p$ -value is decay parameter and the most significant. Many researchers suggested that  $p$ -value usually changes between 0.5 and 1.8 for different aftershock sequences [10, 30]. Thus, these changes may be related to the tectonic situations of the region such as stress, fault heterogeneity, coseismic deformation, slip distribution and crustal heat flow [13].

Fractal concept has been used for a long time in order to describe the complexity of fault systems in which is observed the region and laboratory. One of the most commonly used methods for the estimation of fractal dimension is the correlation integral technique owing to its greater reliability and sensitivity to small variations in clustering features of points such as epicenters. Fractal dimension of the epicenter distribution of aftershocks can be modelled by using two-point correlation dimension,  $D_c$ , and correlation sum  $C(r)$  formulated by following equation [29]:

$$D_c = \lim_{r \rightarrow 0} [\log C(r) / \log r] \quad (3)$$

$$C(r) = 2N_{R < r} / N(N-1) \quad (4)$$

where  $C(r)$  is the correlation function,  $r$  is the distance between two epicenters and  $N$  is the number of aftershocks pairs separated by a distance  $R < r$ . If epicenter distribution has a fractal structure, following equation can be given:

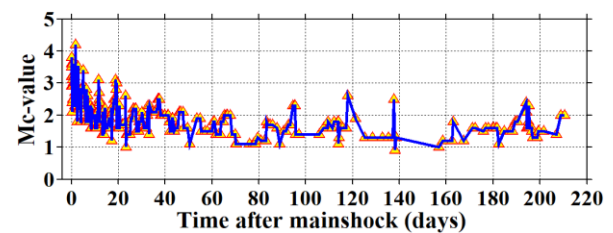
$$C(r) \sim r^{D_c} \quad (5)$$

where  $D_c$  is a fractal dimension, more definitely, the correlation dimension. Fractal dimension changes between 0 and 2 related to the seismically and tectonically active regions. If  $D_c$ -value is close to zero, it can be evaluated as all aftershocks clustered into one point. If  $D_c$ -value is close to 1, it shows the dominance of line sources. If  $D_c$ -value is close to 2, it indicates the planar fractured surface being filled-up and it is suggested that the earthquake epicenters are homogeneously distributed over a two-dimensional fault plane. If  $D_c$ -value is close to 3, it means that earthquake fractures are filling up a crustal volume. Fractal dimension may be estimated in order to avoid the possible unbroken fields, and these unbroken regions are suggested as potential seismic gaps to be broken in the future [25]. Also, it has been observed in many studies that there is a negative correlation between  $D_c$ -value and  $b$ -value. Larger  $D_c$ -value associated with smaller  $b$ -value is the dominant structural feature in the regions of increased complexity in the active fault system. Moreover, it can be an indication of stress changes in the region [34, 35].

## RESULTS and DISCUSSIONS

In this study, an assessment of region-time-magnitude behaviors of aftershock sequence of November 26<sup>th</sup>, 2019 north of Durrës earthquake was performed by analyzing several seismotectonic parameters related to aftershock hazard evaluation in and around the aftershock area. One of the most significant steps can be given as the minimum magnitude of completeness,  $M_c$ -value, based on the assumption of the G-R size-scaling distribution of earthquakes. Magnitude completeness,  $M_c$ -value, can be defined as the minimum magnitude of complete reporting and it means that  $M_c$  level includes 90% of the earthquakes [36].  $M_c$ -value shows spatio-temporal changes according to different networks and catalogs. Therefore, temporal changes in this value can potentially cause incorrect  $b$  and  $p$ -value estimations.  $M_c$ -value will be large in the early part of the aftershock sequence since small events may not be recorded during the first highest activity after the mainshock and, this large value may cause incorrect estimations on statistical analyses [10].  $M_c$ -value as a function of time can be calculated rapidly and safely by considering the goodness of fit to a power law. Temporal change of  $M_c$ -value is provided by using a moving time window approach with the maximum likelihood method (for details, see Wiemer and Wyss, [36]).

For the aftershock sequence of north of Durrës earthquake, an overlapping moving window technique (provided with ZMAP) was used to see  $M_c$ -value variations in time, starting at the mainshock time. A sample window consisting of 10 aftershocks was chosen to plot the temporal  $M_c$ -value changes. Temporal variations in  $M_c$ -value was drawn in Figure 3.  $M_c$ -value is the largest at the beginning of the sequence (in the first ten hours) and changes between 3.0 to 4.0. Then, it decreases to about between 2.0 and 3.0 after a few days from the mainshock.  $M_c$ -value generally changes between 1.5 and 2.5 after 20 days from the mainshock.



**Figure 3.** Temporal variations of magnitude completeness,  $M_c$ .  $M_c$ -value was estimated with a temporal overlapping windows, consisting of 10 aftershocks

Therefore, we suggest that  $M_c$ -value in the aftershock sequence does not show a stable value in time interval of seven months. In order to understand how much  $M_c$ -value changes depend on the sample size, different sample sizes such as 25, 75 and 100 events/window were tested for aftershock sequence and it was concluded that the selection of the sample size does not affect the results. Thus, temporal fluctuations in  $M_c$ -value shown in Figure 3 do not depend on the small

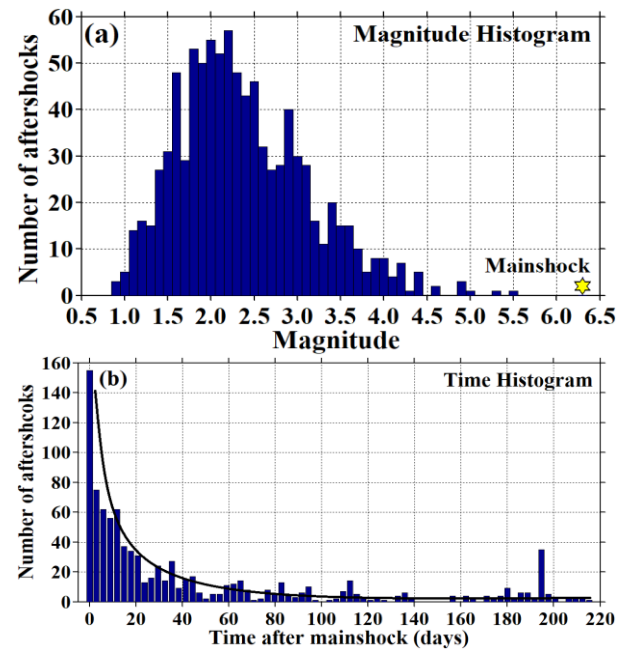
sample size and  $Mc$ -value was taken as 2.7 in the estimation of  $b$ -value.

For the evaluation of variations in the number of aftershocks in different magnitude levels, magnitude histogram of the aftershock sequence was plotted in Figure 4a. Aftershock magnitudes changes between 0.9 to 5.5 and show a decrease in their numbers from the lower to higher magnitudes. As seen in magnitude histogram, the size of the many aftershocks varies from 1.0 to 4.0 and a maximum was observed in  $M_L=2.7$ . There are 291 events with magnitude  $M_L < 2.0$ , 428 aftershocks  $2.0 \leq M_L < 3.0$ , 158 aftershocks  $3.0 \leq M_L < 4.0$ , 30 aftershocks  $4.0 \leq M_L < 5.0$ , 3 aftershocks  $5.0 \leq M_L$  and, the aftershock with  $M_L=5.5$  is the largest of all. As a result, the aftershock occurrences with magnitudes between 1.5 and 3.5 are more dominant in the aftershock region. Also, in order to see the variations in the number of aftershocks in different time intervals, time histogram of the events was plotted in Figure 4b. There is a large aftershock activity in the first two days and the number of aftershocks in this time interval is about 150. There is also a decrease in the number of aftershocks after 20 days. Then, average number of aftershocks decreases in time according to the modified Omori law (hyperbola on Fig. 4b). A stableness can be clearly seen after the first month and, the average number of aftershocks after the first month is less than 20. However, there is an increase in the number of aftershocks in the 195<sup>th</sup> (35 events) day. Thus, these types of evaluations can give preliminary results for the statistical properties of aftershock sequence which is associated with the aftershock probability evaluation and aftershock hazard in Durrës region of Albania.

A detailed region-time-magnitude evaluation of aftershock behaviors based on the statistical models aims to define the problem of determining whether or not it is possible to immediately and correctly find the aftershock parameters such as  $K$ ,  $c$ ,  $p$ ,  $b$  following a mainshock [37]. If the average values of these parameters for the aftershock sequence are known, there can be a probability that existing values can be used reliably as preliminary data until the real data is available. Therefore, these scaling parameters were compared by combining the G-R and MO formulas and, their application range was studied for the aftershock sequence of November 26<sup>th</sup>, 2019 north of Durrës earthquake. The maximum likelihood estimation was used in the estimation of  $b$ -value in G-R relationship since it yields a more robust calculation than least square method [38]. On the assumption that the earthquake activity follows a non-stationary Poisson process [37], parameters in the MO formula can be calculated correctly by the maximum likelihood method.

Cumulative frequency-magnitude relation and decay rate of north of Durrës aftershock sequence were shown in Figure 5a and 5b, respectively. Based on the time variations in Figure 3,  $Mc$ -value was considered as 2.7.  $b$ -value and its standard deviation, as well as the  $a$ -value of G-R relation, were computed with the maximum

likelihood method. For the aftershock sequence,  $b$ -value was computed as  $0.88 \pm 0.07$  with this  $Mc$ -value (Figure 5a). This  $b$ -value can be considered as relatively small but obtained  $b$ -value for aftershock sequence is close to 1.0. Thus, aftershock sequence matches the general feature of aftershocks such that frequency-magnitude distribution of aftershocks is represented by the G-R law with a  $b$ -value typically close to 1 [32].



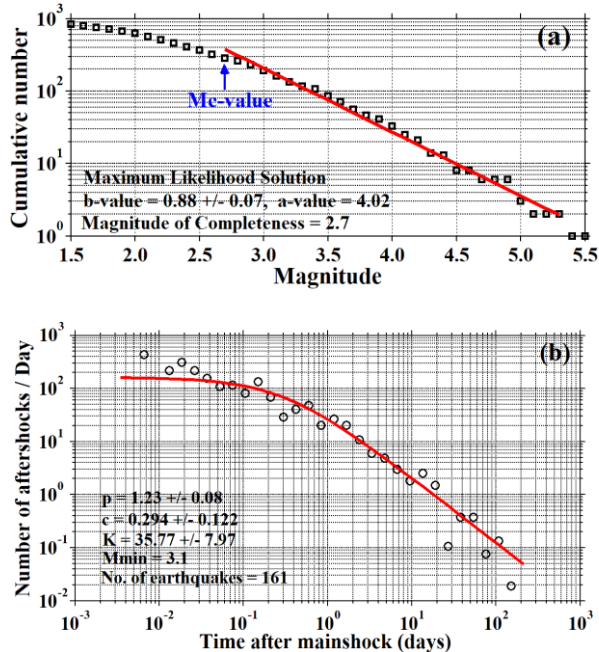
**Figure 4.** For the aftershock sequence of November 26<sup>th</sup>, 2019 north of Durrës earthquake: **a)** magnitude histogram, **b)** time histogram

As mentioned in Frohlich and Davis [32], low  $b$ -value may be explained with the low heterogeneity degree of medium, the high stress concentration or high strain in the aftershock area. Also, a small  $b$ -value shows a large proportion of aftershocks with large magnitudes. There are 188 aftershocks with magnitude  $3.0 \leq M_L < 5.0$  and 3 events with magnitude  $M_L \geq 5.0$ . Thus, this relatively low  $b$ -value may be resulted from abundance of aftershocks with magnitude  $M_L \geq 4.0$ .

In order to provide the completeness in the catalog and to estimate the decay parameters of aftershock sequence, two important threshold values must be set: (i) a minimum magnitude threshold,  $M_{min}$  and (ii) a minimum time threshold,  $T_{start}$  ( $T_1$ ), i.e. excluding the first hours to days from the analysis. As a simple application,  $M_{min}$  can be arranged for the shortest  $T_{start}$ .

However, this application uses the largest  $Mc$ -value defined for the earliest part of the aftershock sequence [10] and, this selection decreases the available number of data. To estimate the decay parameters of the modified Omori law for north of Durrës aftershock sequence,  $M_{min}=3.1$  and  $T_{start}=0.0034$  were considered.  $c$ -value is measured in time units, days for example. After some earthquakes, there is some small delay in the aftershock sequences. In some sequences,

however, it can be observed a large incompleteness in the catalog at the very beginning of the aftershock sequence and therefore, an artificial large  $c$ -value may be estimated.



**Figure 5.** a) Gutenberg-Richter relation of aftershock sequence.  $b$ -value, its standard deviation,  $M_c$ -value as well as the  $a$ -value in the Gutenberg-Richter relation are given. b) Modified Omori model and decay parameters aftershock activity of north of Durrës (for the cases:  $M_L \geq 3.1$ ) earthquake. Aftershock parameters such  $p$ ,  $c$  and  $K$ -values in the modified Omori formula, the minimum magnitude and the number of aftershocks were also given

These types of uncertainties on the estimations were tried to be removed by taking  $M_{min}=3.1$  and  $T_{start}=0.0034$ . In this way, although the number of aftershocks was largely decreased, the earliest part of the sequence was included in the analyses and completeness was provided. The effects of different  $M_{min}$  and  $T_{start}$  were tested in order to see the confidence of the results for  $p$  and  $c$ -values. All estimations were given in Table 2. Thus, for the estimation of decay parameters, 161 aftershocks with magnitude  $M_L \geq 3.1$  were used (rectangular area, No: 25). Figure 5b shows the decay rate of aftershock activity versus time after the mainshock for aftershocks with magnitude  $M_c \geq M_{min}$  for the north of Durrës aftershock sequence. The  $p$ ,  $c$  and  $K$ -values were estimated by using the maximum likelihood method with magnitude  $M_c \geq M_{min}$  and the occurrence rate was modeled by the MO formula.  $p=1.23 \pm 0.08$ , relatively larger than the global  $p$ -value 1.0, was calculated for aftershock sequence considering minimum magnitude  $M_c \geq M_{min}=3.1$ ,  $T_1=0.0034$  day since the number of aftershock is the maximum for a suitable  $c$ -value.  $c$ -value and  $K$ -value were calculated as  $0.294 \pm 0.122$  and  $35.77 \pm 7.97$ , respectively. High  $p$ -value for a given aftershock sequence indicates a fast decay of aftershock activity and thus, the occurrence of aftershocks in north

of Durrës earthquake shows a fast decay rate. Since the high  $p$ -value may be caused from the high stress heterogeneity [39, 40], we can conclude that there may be stress heterogeneity in the aftershock region. Detailed tests were made for decay parameters by using different  $M_{min}$  (ranging from 2.7 to 3.6) and  $T_{start}$  values (ranging from 0.0034 to 0.1). We saw that the  $p$ -value varies from 1.16 to 1.38 for different  $M_{min}$  and  $T_{start}$ ,  $c$ -value between 0.025 and 1.122. Thus, as shown in Table 2,  $p$ -value has a characteristic that is in and around 1.2 and,  $c$ -value is suggested to strongly related to the  $M_{min}$  in comparison with  $p$ -value.

Several statistical models have been applied to analyze the decay rate of aftershocks and to define the behaviors of aftershock sequences as a power law. Although alternative models such as Epidemic Type Aftershock Sequence (ETAS) model, stretched exponential relaxation, modified Omori law including a background rate term [9, 11, 14, 22, 37, 39] etc., have been supplied to evaluate the aftershock decay rate, different techniques have limited results relative to the modified Omori law. Among different techniques, the modified Omori law is one of the most effective approaches, and aftershock time series analyzed in this study are all well fit with the modified Omori model. Hence, and also considering the detailed statistics given in Table 2 (as seen in test 25), the modified Omori law seems suitable to model the decay rate of Durrës aftershock sequence.

The number of aftershocks may not be counted fully at the beginning of a sequence when smaller aftershocks are often hidden by larger ones due to overlapping and hence, too large  $c$ -value may be obtained. If all shocks can be counted,  $c$ -value may be zero [31]. There are two ideas in relation to  $c$ -value: one is that  $c$ -value is actually 0 and all the reported positive  $c$ -values result from incompleteness in the early stage of an aftershock sequence. The second opinion is that positive  $c$ -value can be obtained [33]. If  $c=0$ ,  $n(t)$  in Equation (2) diverges at  $t=0$ . If the enlargement of the aftershock area occurs in an early stage, a relatively high  $c$ -value may be computed [30]. Also, for the aftershock sequences following relatively small mainshocks, estimated  $c$ -values are generally small ( $c \leq 0.01$  days). Hirata [33] stated that  $c$ -value changes between 0.02 and 0.5 for the 1969 Shikotan-Oki earthquake. Considering these detailed literature studies, we can conclude that the use of  $M_{min}=3.1$  and  $T_{start}=0.0034$  day for the estimation of decay parameters seems better to fit the north of Durrës aftershock sequence. These results are in accordance with other studies and also suggest that aftershock activity does not have a heterogeneous background seismicity pattern. Thus, the simple modified Omori model appears suitable to describe the aftershock decay parameters in north of Durrës earthquake sequence.

Figure 6 shows the fractal dimension of aftershock epicenter distributions for north of Durrës earthquake.  $D_c$ -value was calculated by fitting a straight line to the curve of mean correlation integral against the epicenter distance,  $R$  (km).  $D_c$ -value was computed as  $1.73 \pm 0.10$



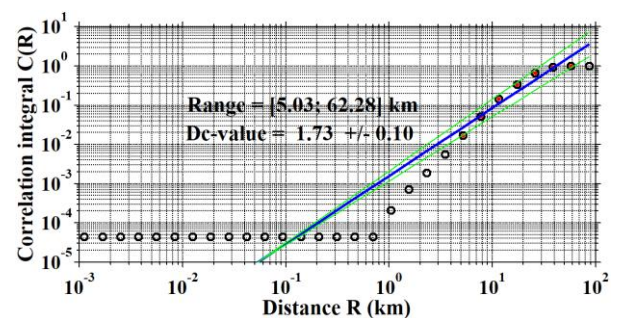
**Table 2.** Some tests on the input values for the estimation of aftershock decay parameters

No	$T_{start}$ ( $T_1$ , day)	$M_{min}$	Time interval ( $t$ , day)	Number of aftershocks used	$p$ -value	$c$ -value	$K$ -value
1	0.05	2.7	0.052083≤ $t$ ≤212.2076	277	1.34±0.09	1.122±0.369	119.86±36.01
2	0.05	3.0	0.052083≤ $t$ ≤212.2076	182	1.30±0.09	0.595±0.246	57.86±16.5
3	0.05	3.3	0.052083≤ $t$ ≤212.2076	108	1.38±0.12	0.48±0.24	35.99±12.44
4	0.05	3.4	0.061111≤ $t$ ≤212.2076	97	1.32±0.12	0.42±0.239	28.75±9.98
5	0.05	3.5	0.061111≤ $t$ ≤195.5188	78	1.27±0.11	0.206±0.15	17.7±5.46
6	0.05	3.6	0.061111≤ $t$ ≤195.5188	65	1.22±0.11	0.122±0.116	12.51±3.69
7	0.1	2.7	0.10972≤ $t$ ≤212.2076	272	1.34±0.09	1.099±0.386	118.33±36.32
8	0.1	3.0	0.10972≤ $t$ ≤212.2076	177	1.29±0.09	0.569±0.264	56.78±16.74
9	0.1	3.3	0.10972≤ $t$ ≤212.2076	104	1.37±0.12	0.44±0.255	34.61±12.34
10	0.1	3.4	0.10972≤ $t$ ≤212.2076	94	1.31±0.12	0.387±0.253	27.81±9.92
11	0.1	3.5	0.10972≤ $t$ ≤195.5188	75	1.22±0.11	0.108±0.13	15.24±4.46
12	0.1	3.6	0.10972≤ $t$ ≤195.5188	62	1.16±0.10	0.025±0.093	10.47±2.89
13	0.01	2.7	0.015278≤ $t$ ≤212.2076	284	1.31±0.08	0.924±0.293	105.58±28.25
14	0.01	3.0	0.015278≤ $t$ ≤212.2076	189	1.26±0.08	0.458±0.178	51.1±12.56
15	0.01	3.1	0.015278≤ $t$ ≤212.2076	159	1.23±0.08	0.304±0.132	36.21±8.33
16	0.01	3.2	0.015278≤ $t$ ≤212.2076	131	1.35±0.10	0.339±0.145	35.54±9.41
17	0.01	3.3	0.015278≤ $t$ ≤212.2076	115	1.31±0.10	0.284±0.134	28.11±7.42
18	0.01	3.4	0.015278≤ $t$ ≤212.2076	104	1.24±0.09	0.222±0.117	22.07±5.62
19	0.01	3.5	0.015278≤ $t$ ≤195.5188	84	1.23±0.10	0.146±0.088	15.78±3.91
20	0.01	3.6	0.015278≤ $t$ ≤195.5188	69	1.23±0.10	0.144±0.097	12.87±3.51
21	-	2.7	0.0034722≤ $t$ ≤212.2076	286	1.30±0.08	0.888±0.278	103.01±26.84
22	-	2.8	0.0034722≤ $t$ ≤212.2076	259	1.26±0.07	0.656±0.218	77.86±18.69
23	-	2.9	0.0034722≤ $t$ ≤212.2076	231	1.25±0.07	0.507±0.178	62.35±14.27
24	-	3.0	0.0034722≤ $t$ ≤212.2076	191	1.26±0.08	0.44±0.166	50.18±11.95
<b>25</b>	<b>-</b>	<b>3.1</b>	<b>0.0034722≤<math>t</math>≤212.2076</b>	<b>161</b>	<b>1.23±0.08</b>	<b>0.294±0.122</b>	<b>35.77±7.97</b>
26	-	3.2	0.0034722≤ $t$ ≤212.2076	133	1.34±0.09	0.327±0.134	34.92±8.92
27	-	3.3	0.0034722≤ $t$ ≤212.2076	117	1.30±0.09	0.267±0.12	27.35±6.88
28	-	3.4	0.0034722≤ $t$ ≤212.2076	106	1.23±0.09	0.202±0.101	21.31±5.11
29	-	3.5	0.0034722≤ $t$ ≤195.5188	86	1.22±0.09	0.138±0.076	15.49±3.63
30	-	3.6	0.0034722≤ $t$ ≤195.5188	71	1.21±0.10	0.124±0.077	12.32±3.08

for epicenter distribution of 910 aftershocks with 95% confident interval by the least squares method. This log-log relation shows a clear linear range and scale invariance in the self-similarity statistics between 5.03 and 62.28 km (indicated in Figure 6 as “Range”). If there is an increasing complexity in the active fault system with larger  $D_c$ -value and lower  $b$ -value, the stress release occurs on fault planes of smaller surface area [34]. Larger  $D_c$ -value is also sensitive to heterogeneity in magnitude distribution.  $D_c$ -value estimated as  $1.73±0.10$  in this study suggests that aftershocks are more clustered at larger scales or (in smaller areas) and this relatively high  $D_c$ -value may be a dominant structural characteristic for aftershock region. Since  $D_c$ -value is close to 2.0, we can imply that north of Durrës aftershocks are homogeneously distributed. Also, the heterogeneity of stress field controls the region [25]. Hence, it can be stated a non-heterogeneous stress distribution in north of Durrës region. Thus, we can statistically analyze and define the spatial distributions of aftershock epicenters and their fracture systems with fractal behaviors.

For the regional changes of  $b$ -value and  $p$ -value, a spatial grid of points with a nodal separation of  $0.01^\circ$  in longitude and latitude was used. The number of nearest

epicenters ( $N_e$ ) were taken as 400 for each node and the number of minimum nearest epicenters (minimum number of events  $> M_c$ ),  $N_{emin}$ , were taken as 100. Then, the regional distributions of  $b$ -value and  $p$ -value were imaged by using these values with color nodes on the maps. An important assumption is that  $c$ -value was selected as 0.294 days and  $T_{start}=0.0034$  day for the representation of  $p$ -value in the modified Omori formula since these values are more satisfying (as seen in Table 1) to image the regional changes.



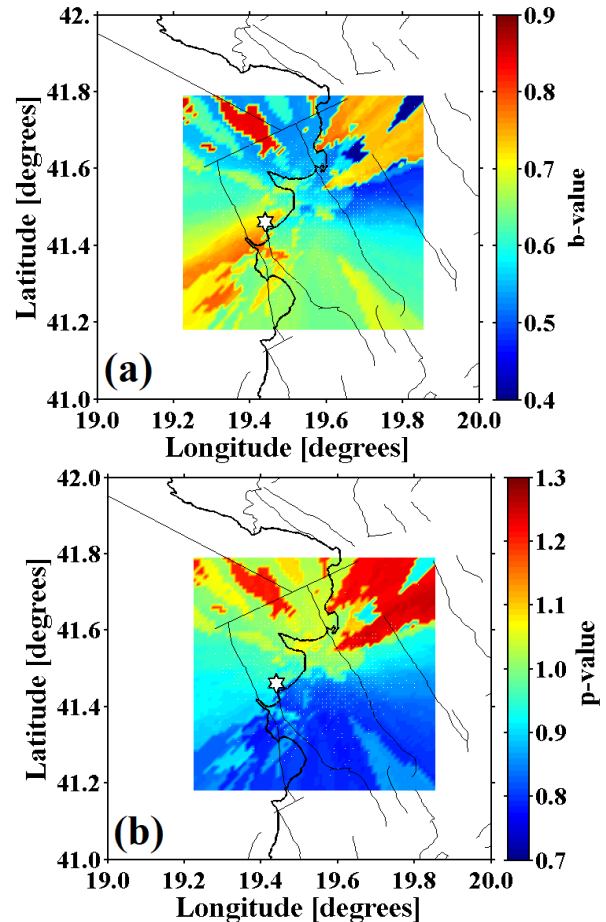
**Figure 6.** Fractal dimension,  $D_c$ -value, for north of Durrës aftershock sequence. Scale invariance in the self-similarity statistics was given as “Range”

Both  $b$ -value and  $p$ -value regional maps were created by using the same grid and number of aftershocks in each grid node, and the maximum likelihood method was used in the estimation of these two parameters.

Figures 7a and 7b show the regional distributions in  $b$ -value and  $p$ -value for north of Durrës aftershock sequence, respectively. Regional variations in  $b$ -value changes between 0.4 and 0.9, and  $p$ -value shows a distribution from 0.7 and 1.3. Considering the change interval in  $b$ -value and  $p$ -value according to several researchers such as Utsu [31], Wiemer and Katsumata [10], Öztürk et al., [14], Enescu et al., [15], Ansari [19], Öztürk and Şahin [21] etc., a general result is that changes in  $b$ -value and  $p$ -value for north of Durrës aftershock sequence are accordance with these results. Aftershock activity of north of Durrës sequence is densely distributed in the north, east, northeast and northwest parts of mainshock epicenter. The aftershocks with magnitude  $3.0 \leq M_L < 4.0$  were observed in these parts of the study region (as seen in Figure 1). Also, the larger aftershocks whose magnitude varies from 4.0 to 5.0 show an intense distribution from the mainshock epicenter to the east, west and northwest directions. The  $b$ -values smaller than 1.0 were generally observed in all parts of the study region. However, the smallest  $b$ -values ( $< 0.6$ ) were calculated in the north, northwest and northeast parts of the mainshock. These smallest  $b$ -values were generally observed in the larger aftershock ( $M_L \geq 4.0$ ) regions whereas the other large  $b$ -values are related to the area in which small shocks ( $M_L < 3.0$ ) generally occurred. The  $p$ -values for north of Durrës aftershock sequence show both small and great variations in all the study region. The larger  $p$ -values ( $> 1.0$ ) were observed in the north, northwest and northeast parts of the mainshock epicenter and the activity in these parts shows faster decay of aftershock activity. However, the lower  $p$ -values ( $< 0.9$ ) regions are observed related to the south, west, east, southwest and southeast parts of the study region. This result gives the appearance that decay is slower than the other parts at these parts of the region. Consequently, decay rates of aftershock activity in the northern, southwestern and southeastern ends of the sequence ( $p \sim 0.7$ ) are much slower than that of along the north, northwest and northeast parts.

Region-time-magnitude analyses of aftershock sequence may supply preliminary results for the evaluation of reliable probability and hazard of an aftershock region. As mentioned above, there is a clear relation between these aftershock parameters and the tectonic condition of the aftershock area such as stress and slip distribution, surface heat flow and structural heterogeneity. Studies show that stress relaxation in the fault zone materials causes higher temperatures in the aftershock source zone and leads to a larger  $p$ -value. Also, it is suggested that regional changes of  $b$  and  $p$ -values are related to the slip distribution during the mainshock. A general result from literature studies that smaller  $b$ -value changes are related to lower stress distribution after the mainshock and larger  $p$ -values

correlate with the regions that experienced higher slip during mainshock. Consequently, these results show that both  $b$ -value and  $p$ -value can be used in the aftershock probability evaluation, and regional changes of these parameters have an important influence on aftershock hazard assessments.



**Figure 7.** Regional changes of: **a)**  $b$ -value, **b)**  $p$ -value.  $b$ -value and  $p$ -value were plotted by sampling the nearest 400 aftershocks for each node of a grid with nodal separation of  $0.01^\circ$ . Star represents the mainshock

In recent years, many authors made illuminating studies which are focused on these types of aftershock evaluations, especially on  $b$ -value and  $p$ -value analyses for different aftershock occurrences. Temporal properties of 39 aftershock sequences in southern California were evaluated by Kisslinger and Jones [41] and they suggest a direct relationship between surface heat flow and  $p$ -value. Regional variations of  $b$  and  $p$ -values for the Landers, Northridge, Morgan Hill and Kobe aftershock sequences was analyzed by Wiemer and Katsumata [10], and they suggested that regional distributions of  $b$ -value and  $p$ -value are correlated with the slip distribution during the mainshock, and the largest slip regions are related to large  $b$ -value. Comprehensive statistical assessments for the spatio-temporal behaviors of different aftershock sequences from Japan and Turkey were achieved by Bayrak and Öztürk [13], Öztürk et al., [14], Enescu et al., [15], Öztürk and Şahin [21] and Nanjo [22]. According to

their results, there is a general relationship among the regional changes of  $b$  and  $p$ -values, the rupture mechanism and material properties of an aftershock region. They resulted that lower  $b$ -value changes are related to lower stress distribution after mainshock and higher  $p$ -values correlate with the areas that experienced larger slip during mainshock. These studies show that evaluation of aftershock sequences may benefit for earthquake hazards mitigation in the form of rapid assessment for short-term earthquake hazards immediately after the strong/large earthquakes. Also, spatio-temporal patterns in aftershock activity may indicate rapid change of mainshock-induced stress fields and may point out a strong aftershock triggered by the mainshock. Thus, obtained results in the present study may be important and give preliminary perspective for mainshock-aftershock pattern to earthquake hazard evaluation since there is not many detailed studies in literature on November 26<sup>th</sup>, 2019 north of Durrës, Albania, strong earthquake and its aftershocks.

## CONCLUSIONS

A comprehensive statistical region-time-magnitude evaluation for the aftershock sequence of November 26<sup>th</sup>, 2019,  $M_L=6.3$ , north of Durrës, Albania, earthquake was achieved. For this purpose, the  $b$ -value from Gutenberg-Richter relation,  $p$ -value from modified Omori law,  $Dc$ -value from fractal dimension as well as the expected number of aftershocks and aftershock occurrence probability for different magnitude sizes in the aftershock sequence were analyzed. Earthquake data including 910 aftershocks in seven months after the mainshock was taken from the Albanian Seismological Stations, Montenegro Seismological Stations and from INGV, MEDNET, and AUTH networks. Magnitude completeness for aftershock sequence was taken as  $M_c=2.7$  and  $b$ -value was estimated as  $0.88\pm 0.07$ . This  $b$ -value is relatively close to 1.0 and this aftershock sequence is well represented by the Gutenberg-Richter relation. This relatively small  $b$ -value may be related the plenty of larger aftershocks with  $M_L\geq 4.0$ .  $p$ -value was estimated as  $1.23\pm 0.08$  with a  $c$ -value= $0.294\pm 0.122$  by fitting the data for events with  $M_{min}=3.1$  and  $T_{start}=0.0034$ . A relatively large  $p$ -value was calculated since aftershock activity shows a relatively fast decay rate. These results also indicate that no background activity is not included in the estimation and there is not an incompleteness at the beginning of the sequence according to this  $c$ -value. Therefore, the simple modified Omori law can be considered a suitable model for north of Durrës aftershock sequence.  $Dc$ -value was estimated as  $1.73\pm 0.10$  and it can be concluded that the north of Durrës aftershocks are not heterogeneously distributed over a two dimensional fault plane. Also, there may be an increasing complexity in the aftershock area with these large  $Dc$ -value and small  $b$ -value. Regional variations of  $b$ -value change between 0.4 and 0.9. In general, aftershock region has small  $b$ -values, however, the lowest  $b$ -values were observed in the north,

northwest and northeast parts of the mainshock. These smallest  $b$ -values correlate with the larger aftershock ( $M_L\geq 4.0$ ) regions. Regional changes in  $p$ -value vary from 0.7 to 1.3. The largest  $p$ -values were also observed in the north, northwest and northeast parts of the mainshock epicenter and aftershock activity in these parts shows fast decay rate. On the other hand, since there is no information on slip distribution, stress changes and coseismic deformation for aftershock region, we could not make a suitable and reliable assessment among  $b$ -value,  $p$ -value and rupture mechanism of the aftershock region. Also, since no information on surface rupture of the causative faults were not stated in north of Durrës aftershock region, we did not suggest a relationship between slip and  $p$ -value. These results show that an effective region-time-magnitude evaluation of aftershock sequence may be important and these types of preliminary assessments of aftershock occurrences may be crucial for a contribution of disaster protection measurements and the fast evaluations of real time aftershock hazard in a short-time immediately following strong/large earthquakes in this part of Albania.

## ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to thank to reviewers for their useful and constructive suggestions in improving this paper. The new release of ZMAP software is freely available (version 7, <https://github.com/zmap/zmap>). We are grateful to Albanian Seismological Stations, Montenegro Seismological Stations and from INGV, MEDNET, and AUTH networks for providing us aftershock catalog.

## REFERENCES

- [1] Sulstarova E., Koçiaj S. The Albania Earthquake Catalog. Edition of Academy of Sciences of Albania, 1975.
- [2] Sulstarova E., Kociaj S., Aliaj Sh. Seismic regionalization of PSR of Albania. Publishing House of "8 Nentori" Tirana, 1-297, 1980.
- [3] Jolivet L. Faccenna C. Mediterranean extension and the Africa-Eurasia collision, Tectonophysics, 19:6 1095-1106, 2000.
- [4] Aliaj Sh., Sulstarova E., Muço B., Koçiu S. Seismotectonic map of Albania at the scale 1:500.000, Instituti i Sizmologjisë Tiranë, 2000.
- [5] Aliaj Sh., Koçiu S., Muço B., Sulstarova E. Seismicity, seismotectonic and seismic hazard assessment in Albania, Published by Albanian Academy of Sciences, 2010.
- [6] Aliaj Sh., Meço S. Neotectonics map of Albania at the scale 1:200.000, Albanian Geological Survey, Tirana, 2018.
- [7] Ormeni Rr., Hoxha I., Naco P., Dashmir G. The strong earthquake of 26 November 2019 (Mw 6.4) and its associate active tectonic of Durrës region in Albania, European Geosciences Union, General Assambly, (EGU2020), Vienna, Austria, 2020.
- [8] Öztürk S., Şahin Ş. A statistical space-time-magnitude analysis on the aftershocks occurrence of the July 21<sup>th</sup>, 2017  $M_W=6.5$  Bodrum-Kos, Turkey, earthquake, Journal of Asian Earth Sciences, 172 443-457, 2019.
- [9] Ranalli G.A Statistical Study of Aftershock Sequences, Annals of Geophysics, 22 359-397, 1969.



- [10] Wiemer S., Katsumata K. Spatial variability of seismicity parameters in aftershock zones, *J. Geophys. Res.*, 104:B6 13135-13151, 1999.
- [11] Ogata Y. Increased probability of large earthquakes near aftershock regions with relative quiescence, *J. Geophys. Res.*, 106 8729-8744, 2001.
- [12] Polat O., Eyidogan H., Haessler H., Cisternas A., Philip H. Analysis and interpretation of the aftershock sequence of the August 17, 1999, Izmit (Turkey) earthquake, *Journal of Seismology*, 6 287-306, 2002.
- [13] Bayrak Y., Öztürk S. Spatial and temporal variations of the aftershock sequences of the 1999 İzmit and Düzce earthquakes, *Earth Planets and Space*, 56:10 933-944, 2004.
- [14] Öztürk S., Çınar H., Bayrak Y., Karılı H., Daniel G. Properties of Aftershock Sequence of the 2003 Bingöl,  $M_D=6.4$ , (Turkey) Earthquake, *Pure and Applied Geophysics*, 165:2 349-371, 2008.
- [15] Enescu B., Enescu D., Ito K. Values of b and p: Their variations and relation to physical processes for Earthquakes in Japan and Romania, *Romanian Journal of Physics*, 56:3-4 590-608, 2011.
- [16] Zhang S., Wang G., Sa W. Damage evaluation of concrete gravity dams under mainshock-aftershock seismic sequences, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 50 16-27, 2013.
- [17] Nemati M. An appraisal of aftershocks behavior for large earthquakes in Persia, *Journal of Asian Earth Sciences*, 79 432-440, 2014.
- [18] Ávila-Barrientos L., Zúñiga F.R., Rodríguez-Perez Q., Guzmán-Speziale M. Variation of b and p values from aftershocks sequences along the Mexican subduction zone and their relation to plate characteristics, *Journal of South American Earth Sciences*, 63 162-171, 2015.
- [19] Ansari S. Aftershocks properties of the 2013 Shonbe Mw 6.3 earthquake, central Zagros, Iran, *Journal of Asian Earth Sciences*, 147 17-27, 2017.
- [20] Ormeni Rr., Öztürk S. A statistical analysis on the aftershock sequence for July 3<sup>rd</sup>, 2017, border region of Macedonia-Albania ( $M_L=5.0$ ) earthquake: Aftershock probability evaluation, *Journal of Natural and Technical Sciences*, XXIII(47) 95-110, 2018.
- [21] Ormeni Rr., Öztürk S. An appraisal on the aftershock characteristics of the July 4, 2018 earthquake,  $M_L=5.1$ , near Durrës, Albania, *Journal of Natural and Technical Sciences*, XXIV(48) 27-44, 2019.
- [22] Nanjo K.Z. Were changes in stress state responsible for the 2019 Ridgecrest, California, earthquakes? *Nature Communications*, 11 3082, 2020.
- [23] Utsu T.A. Statistical study on the occurrence of aftershocks, *Geophys. Mag.*, 30 521-605, Tokyo, Japan, 1961.
- [24] Gutenberg R., Richter C.F. Frequency of earthquakes in California, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 34 185-188, 1944.
- [25] Öncel A.O., Main I., Alptekin A., Cowie P. Spatial variations of the fractal properties of seismicity in the Anatolian fault zones, *Tectonophysics*, 257 189-202, 1996.
- [26] Wiemer S.A. software package to analyze seismicity: ZMAP, *Seismol. Res. Lett.*, 72:2 373-382, 2001.
- [27] Ormeni Rr. Structure of P, S seismic wave velocities of the Albanian earth lithospheres and its seismoactive features, Kumi publications, Tirana, 2010.
- [28] Klein F.W. User's guide to HYPOINVERSE-2000, a Fortran program to solve for earthquake locations and magnitudes, U.S. Geological Survey, Menlo Park, CA, 2002.
- [29] Grassberger P., Procaccia I. Measuring the strangeness of strange attractors, *Physics*, D9 189-208, 1983.
- [30] Utsu T., Ogata Y., Matsu'ura R.S. The centenary of the Omori formula for decay law of aftershock activity, *J. Phys. Earth*, 43 1-33, 1995.
- [31] Utsu T. Aftershock and earthquake statistic (III): Analyses of the distribution of earthquakes in magnitude, time and space with special consideration to clustering characteristics of earthquake occurrence (1), *J. Faculty Sci., Hokkaido University, Ser., VII (Geophys.)* 3 379-441, 1971.
- [32] Frohlich C., Davis S. Teleseismic b-values: Or, much ado about 1.0, *J. Geophys. Res.*, 98:B1 631-644, 1993.
- [33] Hirata T. Aftershock sequence of the earthquake off Shikotan Island on January 29, 1968, *Geophys. Bull. Hokkaido Univ.*, 21 33-43, 1969.
- [34] Öncel A.O., Wilson T.H. Space-time correlations of seismotectonic parameters and examples from Japan and Turkey preceding the İzmit earthquake, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 92 339-350, 2002.
- [35] Polat O., Gök E., Yılmaz D. Earthquake hazard of the Aegean Extension region (West Turkey), *Turkish Journal of Earth Sciences*, 17 593-614, 2008.
- [36] Wiemer S., Wyss M. Minimum magnitude of completeness in earthquake catalogs: Examples from Alaska, the Western United States, and Japan, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 90:3 859-869, 2000.
- [37] Ogata Y. Estimation of the parameters in the modified Omori formula for aftershock frequencies by the maximum likelihood procedure, *J. Phys. Earth.*, 31 115-124, 1983.
- [38] Aki, K. Maximum likelihood estimate of b in the formula  $\log N = a - bM$  and its confidence limits, *Bull. Earthquake Res. Inst., Tokyo University*, 43 237-239, 1965.
- [39] Helmstetter A., Shaw B. Relation between stress heterogeneity and aftershock rate in the rate-and-state model, *J. Geophys. Res.*, 111 B07304, 2006.
- [40] Peng Z., Vidale J.E., Ishii M., Helmstetter A. Seismicity rate immediately before and after mainshock rupture from high-frequency waveforms in Japan, *J. Geophys. Res.*, 112 B03306, 2007.
- [41] Kisslinger C., Jones L.M. Properties of aftershock sequences in Southern California., *J. Geophys. Res.*, 96:B7 11,947-11,958, 1991.

## Bazı Hibrit Mısır (*Zea mays* L.) Çeşitlerinin Muş Ekolojik Şartlarında Performanslarının Belirlenmesi

Sami AKAN<sup>1</sup>, Hasan KILIÇ<sup>2</sup> ✉

<sup>1</sup>Tarım ve Orman İl Müdürlüğü Muş, TÜRKİYE

<sup>2</sup>Tarla Bitkileri Bölümü, Ziraat Fakültesi, Bingöl Üniversitesi, Bingöl, TÜRKİYE.

✉: hkilic@bingol.edu.tr,  000-0002-8635-4453,  0000-0002-5242-9680

Geliş (Received): 25.02.2021

Düzeltilme (Revision):29.04.2021

Kabul (Accepted): 22.05.2021

### ÖZET

Bu araştırma, Muş ekolojik şartlarına uygun dane mısır çeşitlerini belirlemek amacıyla 2015 yılı ana ürün üretim sezonunda yürütülmüştür. Tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulan bu denemede, onbeş tek melez mısır çeşidi kullanılmıştır. Denemede kullanılan çeşitler arasında tane verimi bakımından önemli farklılıklar belirlenmiş olup en yüksek dane verimi 1193.9 kg da<sup>-1</sup> ile Dekalp 6724 çeşidinden elde edilirken, en düşük dane verimi de 800.7 kg da<sup>-1</sup> ile Adasa-16 çeşidinden elde edilmiştir. Çalışma sonucunda düşük hasat nemi açısından Dekalp-6101 ve Ada-8924 ön plana çıkarken, dane verimi açısından ise Dekalp 6724, Kalends ve As-71 en ümitvar çeşitler olarak tespit edilmişlerdir.

**Anahtar Kelimeler:** Ana ürün, hasat nemi, mısır, Muş ili, verim ve verim unsurları

### The Determination of Performance of Some Hybrid Corn Varieties Under Muş Ecological Conditions

#### ABSTRACT

This study was conducted to determine appropriate maize varieties for grain production in Muş ecological conditions. The research was conducted during main crop growth season of 2015. The experimental design was a randomized complete block with three replication and fifteen corn genotypes were used in the experiment. Results revealed that, considerable differences were found among varieties in grain yield. The highest grain yield was obtained in Dekalp-6724 variety with 1193.95 kg da<sup>-1</sup> while the variety with the lowest grain yield was Adasa-16 with 800.70 kg da<sup>-1</sup>. As a result of the study, Dekalp-6101 and Ada-8924 stood out in terms of low grain moisture content, while Dekalp 6724, Kalends and As-71 were identified as the most promising varieties in terms of grain yield.

**Key words:** Grain corn, main crop, moisture content, Muş province, yield and yield components

#### GİRİŞ

Mısır, insan ve hayvan beslenmesinde doğrudan kullanıldığı gibi sanayinin birçok dalında da yaygın bir şekilde değerlendirilmektedir. Ülkemizde mısır; yem, nişasta, glikoz, yağ ve biyoetanol üretiminde kullanılmakta olup, daha ziyade Çukurova, Amik Ovası, İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde yetiştirilmektedir [1]. Mısır yetiştiriciliği makineli tarıma uygun olup daha az insan iş gücüne ihtiyaç duymaktadır. Ayrıca gerek ana ve gerekse ikinci ürün olarak yetiştirilmeye uygun olması, hastalık, zararlı ve yabancı ot idaresinin diğer kültür bitkilerine göre kolay ve ucuz olması ile pazarda alıcı bulması gibi sebeplerden dolayı üreticiler tarafından tercih edilmektedir. Son zamanlarda biyoetanol üretiminde tercih edilmesi mısırın önemini daha da artırmıştır. Ülkemizde artan hayvan sayısına paralel yem ihtiyacı da o nispette artmaktadır. Bu sebeple yüksek verim potansiyeline sahip bir C4 bitkisi olan mısır ülkemiz kesif yem ihtiyacını karşılamada önemli bir ürün olarak yerini muhafaza etmektedir. Mısır hasadı

sonrası kalan sap-saman ve sömekler ya yakılarak veya toprağa karıştırılarak değerlendirilmektedir. Bunun yerine sap-samanın kaba ve kesif yem açığını kapatmaya esas haylaj yapım yöntemleri üzerinde durularak ekonomiye kazandırılması daha uygun olacaktır [2]. Mısır, tahıl ürünleri içerisinde ekim alanı bakımından dünya sıralamasında ikinci, üretim ve verimde ise ilk sırada yer almaktadır. Ülkemizde ise 0.59 milyon hektar ekim alanı ve 6.5 milyon ton üretim ile buğday ve arpadan sonra yer almaktadır [3]. Muş ilinde tarıma ayrılan toplam alan 344.842 ha. olup ancak 63 ha. alanında ana ürün mısır ekimi yapılabilmektedir. Tane veriminin yaklaşık 710 kg da<sup>-1</sup> alındığı ana ürün mısırdaki toplam üretim 492 tondur [4]. Muş ilinde küçükbaş hayvan sayısı 1.235.552, büyükbaş hayvan sayısı 31.881 ad. [4] olup, hammaddenin çoğunluğunu il dışından temin eden iki adet yem fabrikası da bölge kesif yem ihtiyacını karşılamaktan uzaktır. Bölgede kurutma tesislerinin olmaması mısır üretimini olumsuz etkileyen faktörlerden biri olarak görülmektedir. Ayrancı ve Sade (2004) [5], Konya ekolojik şartlarında dane amaçlı

olarak yetiştirilebilecek melez mısır çeşitlerini belirlemek amacıyla yürüttükleri bir çalışmada; dane veriminin 644-1091 kg da<sup>-1</sup>, bitki boyunun 162.1-214.9 cm<sup>-1</sup>, ilk koçan yüksekliğinin 72.2-116.3 cm<sup>-1</sup>, tane/koçan oranının % 74.8-85.1, tepe püskülü çıkış süresinin ise 62.3-73.3 gün<sup>-1</sup> arasında değiştiğini rapor etmektedirler. Deneme lokasyonuna en yakın Bingöl 'de ana ürün mısır adaptasyonu ile alakalı yürütülen bir çalışmada en yüksek tane verimi 1797.00 kg da<sup>-1</sup> ile Ada-7-20 genotipinden sağlanmıştır (Demiray ve Kılıç (2015) [6]. Tosun (1967) [7], Erzurum şartlarında yedi melez mısır çeşidi ile yaptığı bir çalışmada; erken gelişen çeşitlerde yaş ve kuru sap verimlerinin daha az, buna karşılık tane verimlerinin daha fazla olduğunu, geç olgunlaşan çeşitlerde erkenci çeşitlere oranla hasıl veriminin ve bitki boyunun daha fazla olduğunu tespit etmiştir. Araştırmacı, en erkenci M-202 çeşidinden 2 yıllık ortalamaya göre 376 kg da<sup>-1</sup> birim alan tane verimi aldığını bildirmiştir. Tezel ve ark. (2012) [8], Konya ana ürün şartlarında yürüttükleri bir çalışmada incelenen özellikler yönüyle 21 tek melez mısır genotiplerinden ADA 9.10, ADA 9.4, ADA 9.7, ADA 6.15 ve ADA 9.8'in bölge şartları için ümitvar olduklarını bildirmişlerdir. Diğer bitki türlerinde olduğu gibi mısır üretiminde de azami verimi sağlayan faktörlerin başında ekolojilere adapte olabilen uygun genotiplerin yetiştirilmesi gelmektedir. Bu açıdan hedef bölgenin agroekolojisine uygun çeşitlerin adaptasyon denemeleri ile belirlenmesi önemli bir unsurdur [9]. Bu çalışma, geçici taban su seviyesi probleminden dolayı kışlık ekilişlerin sorun olduğu yerlerin değerlendirilmesi yanısıra üreticiye farklı ürün alternatifi sunmak üzere yaz devresinde farklı olum gurubuna sahip farklı hibrid dane mısır çeşitlerinin ana ürün olarak adaptasyon kabiliyetleri ile mısır üretiminde verimi sınırlayabilecek faktörlerin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada, farklı kuruluşlardan temin edilen 15 melez mısır çeşidi kullanılmıştır (Tablo 1).

Deneme 15 mısır çeşidinin performanslarını belirlemek amacıyla, 2015 yılında Muş ili Merkez Çöğürü köyünde ana ürün sezonunda yürütülmüştür. Muş İli ülkemizin doğusunda "38°45'53.27" kuzey paralelleri ve "41°32'28.67" doğu meridyenleri arasında yer almakta olup, 1351 m irtifaya sahiptir (Şekil 1). Denemenin yürütüldüğü alan, akarsularca taşınmış alüvyial topraklar olup, etkili toprak derinliği fazla, killi-tınlı bünyeye sahip eğimi düze yakın, birinci sınıf tarım arazisidir. Denemenin yürütüldüğü toprak, organik maddece fakir (%1.23), tuzluluğu önemsiz (103 mS), kireç oranı (%4.01) düşük olup, pH'ı 7.23 olup nötr bir özellik göstermektedir. Ayrıca, azotça fakir, K<sub>2</sub>O miktarı (20.15 kg da<sup>-1</sup>) bakımından zengin, fosforca (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) yeterli (5.04 kg da<sup>-1</sup>) seviyede bulunmaktadır.

**Tablo 1.** Denemede Kullanılan Hibrid Mısır Çeşitlerinin Olum Grupları ve Üretici Kuruluşları

Çeşitler	Üretici Kuruluş	Olum Gurubu (FAO)
Sakarya	Mısır Araşt. Enst. Müd.	650
Agn 720	Agromar	700
Ada 8924	Mısır Araşt. Enst. Müd	450
Ada 523	Mısır Araşt. Enst. Müd	650
Ada 334	Mısır Araşt. Enst. Müd	600
Dekalp 6724	Monsanto	700
Dekalp 6101	Monsanto	600
Dekalp 5783	Monsanto	500
Kalends	Türk Tarım T.A.Ş	700
Kws Kebos	Türk Tarım T.A.Ş	700
Suerto	Polen Tohumculuk	700
As 71	Polen Tohumculuk	580
Adasa 16	Doğu Akdeniz TAE	650
Breaker	Sygenta	600
Fito Carella	Fito	700



**Şekil 1.** Denemenin Yürütüldüğü Lokasyon

Doğu Anadolu'nun karasal iklim özelliklerine sahip Muş ilinde yetiştirme süresi boyunca deneme sonucunu etkileyebilecek ekstrem bir iklim değeri gözlenmemekle birlikte uzun yıllar ortalaması ile mukayese edildiğinde daha serin bir sezon olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 2).

**Tablo 2.** Denemenin Yürütüldüğü Uzun Yıllar ve 2015 Yılına Ait Bazı İklim Verileri

Aylar	Yağış mm		Minimum Sıcaklık °C		Maksimum Sıcaklık °C	
	U.yıllar 2015	2015	U.yıllar 2015	2015	U.yıllar 2015	2015
Mayıs	67.6	66	8.7	8.0	21.2	20.5
Haziran	27.5	25	12.6	11.4	27.4	26.2
Temmuz	6.6	6	16.9	15.2	32.9	31.5
Ağustos	3.7	6	16.8	14.8	33.1	31.7
Eylül	14.4	13	12.1	10.6	28.2	27.3
Ekim	64.1	64	6.7	5.6	19.8	19.2

Tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı kurulan denemede, parsellerin boyutu  $5 \times 2.8 = 14 \text{ m}^2$  olarak alınarak bitkiler 4 sıra halinde  $70 \times 25 \text{ cm}$  ekim normuyla 1 Haziran 2015 tarihinde ekilmişlerdir. Denemede 20 kg saf azot ve 15 kg/da saf fosfor kullanılmış olup, fosforun tamamı ile azotun yarısı ekimde, geriye kalan azotun yarısı ise 20 Temmuz tarihinde bitkiler 40-50 cm boyuna ulaştığında verilmiştir. Mısır bitkisinin gelişme durumu, hava ve toprak şartlarına bağlı olarak karık sulama yöntemiyle, seyreltmeden sonra bitki boyları 10-15 cm olduğunda, üst gübreleme sonrası bitki boyları 40-50 cm olduğunda, tepe püskülü çıkarmanın hemen öncesi, koçan oluşum dönemi ve süt olum dönemlerinde olmak üzere toplamda 5 kez sulanmıştır. Yabancı otlarla mücadele elle çapalama şeklinde yapılmıştır. Çeşitler fizyolojik olgunluklarını tamamladıktan sonra 11 Ekim 2015 tarihinde, her parselin orta kısmındaki iki sırada bulunan bitkiler elle toplanarak hasad edilmiştir. Tepe püskülü çıkış süresi, bitkide koçan sayısı, ilk koçan yüksekliği, bitki boyu, hasat nemi, koçan dane ağırlığı, dane/koçan oranı, bin dane ağırlığı ve dane verimi, gibi özelliklerin ölçümleri Kılıç ve ark. (1999) [10]; Anonim (2005) [11]; Gül ve ark. (2008) [12], Sakin ve ark. (2016) [13]; kullandıkları yöntemler esas alınarak yapılmıştır. Öğütme cihazı kullanılarak toz haline getirilen danelerde protein içerikleri, Dumas yöntemleriyle Dumatherm cihazı kullanılarak belirlenmiştir [14, 15]. Elde edilen gözlem değerleri JMP 7.0 istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş olup, ortalamalar arasındaki farklar ( $P < 0.05$ ) Tukey testi ile mukayese edilmiştir.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Tepe Püskülü Çıkış Süresi

Mısır bitkisinin yetiştirilmesine esas  $\geq 10 \text{ }^\circ\text{C}$  sıcaklığın gün sayısı bakımından Muş ili yaklaşık 181 güne sahip [16] olmakla birlikte sıcaklık uygun olmasına rağmen Mayıs ayının yağışlı geçmesi sebebiyle ekim gecikebilmektedir. Bu açıdan erkencilikte önemli bir kriter olan çiçeklenme süresi bakımından, genotipler arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. FAO olum grubu 450 olan Ada-8924 genotipi 59.0 gün ile en erkenci olarak belirlenirken, Suerto, Kalends ve Dekalp 6724 çeşitleri ise 72.0 gün ile en geç çiçeklenen çeşitler olmuşlardır (Tablo 3). Benzer çalışmalarda tepe püskülü çıkış süresini Acar ve ark. (2017) [17] 64-66 gün, Tezel ve ark. (2012) [8] 70-77 gün, Demiray ve Kılıç (2015) [6] 61.5-67.8, Özata ve ark. (2013) [18] 61.5-68 gün arasında tespit ettiklerini rapor etmektedirler. Çalışmalar arasında görülen farklılıklar çevre x genotip interaksiyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir.

### Bitki Boyu

Bitki boyu bakımında genotipler arasında önemli bir farklılık tespit edilememiştir. Bitki boyu ile alakalı benzer çalışmalarda Soylu ve ark. (2008) [19]; Demiray ve Kılıç (2015) [6] önemli bir farklılık tespit edemezken,

diğer bazı çalışmalarda önemli farklılıklar tespit edilmiştir [18, 8, 17]. Verime doğrudan etkisinin %27-%35 dir [20]. Bitki boyunda farkın görülmemesi, birbirine yakın verim potansiyeline sahip çeşitlerin optimum toprak ve iklim şartlarında ortam bulmasıyla izah edilebilir. Nitekim Weaich ve ark. (1996) [21], Cairns ve ark., (2012) [22] gerek bitki boyu ve gerekse ilk koçan yüksekliğini belirleyen başlıca faktörün yüksek sıcaklık olduğunu bildirmektedirler.

### İlk Koçan Yüksekliği

Makinali hasatta 1 m altında olması arzu edilmeyen ilk koçan yüksekliği bakımından bitki boyunda olduğu gibi çeşitler arasında önemli bir farklılık tespit edilememiştir. Çeşitler çoğunlukla 1 m'nin üstünde değer kaydetmişlerdir. Tezel ve ark. (2012) [8], Kılınç ve ark. (2018) [23] ilk koçan yüksekliği bakımından ele aldıkları çeşitler arasında fark bulmazken, çeşitler arasında farkın olduğunu rapor eden araştırmacılar Özata ve ark. (2013) [18]  $109.2-145 \text{ cm}^{-1}$ ; Demiray ve Kılıç (2015) [6]  $88.4-107.4 \text{ cm}^{-1}$ ; Acar ve ark. (2017) [17]  $94-114 \text{ cm}^{-1}$  arasında farklı değerler elde ettiklerini bildirmişlerdir.

**Tablo 3.** Çiçeklenme Gün Sayısı, Bitki Boyu, İlk Koçan Yüksekliğine Ait Ortalama Değerler ve Tukey (%5) Testine Göre Oluşan Gruplar

Çeşitler	Tepe püskülü çıkış süresi (gün <sup>-1</sup> )	Bitki boyu (cm <sup>-1</sup> )	İlk koçan yüksekliği (cm <sup>-1</sup> )
Sakarya	69,00 c	300,60	119,75
Agn 720	70,50 b	310,90	118,85
Dekalp 6101	66,00 e	303,25	97,65
Suerto	72,00 a	303,70	109,85
Ada 8924	59,00 f	296,95	98,65
Ada 523	70,50 b	326,60	122,70
Adasa 16	71,75 ab	302,20	113,75
Kalends	72,00 a	294,60	127,25
Ada 334	68,50 cd	323,70	132,00
Dekalp 6724	72,00 a	292,70	98,90
Kws Kebos	72,25 a	284,65	102,10
As 71	68,25 cd	299,35	98,40
Fito Carella	72,25 a	308,20	111,75
Breaker	67,50 d	335,60	128,35
Dekalp 5783	64,75 e	282,15	108,15
F	182,6 **	1,71 ÖD	1,74 ÖD

\*,  $p \leq 0,05$  düzeyinde, \*\*,  $p \leq 0,01$  düzeyinde önemli

### Dane/Koçan Oranı

Dane verimi ile olumlu bir ilişkiye sahip dane/koçan oranı bakımından ortalamalar incelendiğinde çeşitler istatistikî açıdan  $P < 0.01$  seviyesinde önemli olduğu Tablo 4'ten anlaşılmaktadır. Çeşitler %74.3-85.8 arasında değişim göstermiş olup, söz konusu farklılık genotipik farklılıkla açıklanabilmektedir. Çalışmamızla benzer sonuçlar elde eden Saygı ve Toklu (2017) [24] %97.7-123.9; Tezel ve ark. (2012) [8] ise %78.5-87.5 ise arasında değerler elde ettiklerini bildirmişlerdir.

### Koçanda Dane Sayısı

Koçanda dane sayısı bakımından çeşitler arasında  $P < 0.01$  seviyesinde önemli farklılıkların olduğu görülmektedir

(Tablo 4). Dane de koçan sayıları 497.8- 736.8 arasında değişmiştir. Türkay ve ark. (2002) [25], İdikut ve Kara (2013) [26], Saygı ve Toklu (2017) [24] koçanda tane sayısı açısından çeşitler arasında farklılık olduğunu belirttikleri bulguları, sonuçlarımızı desteklemektedir.

### Koçanda Dane Ağırlığı

Koçanda dane ağırlığı açısından çeşitler arasında  $P<0.01$  seviyesinde önemli farklılıkların olduğu Tablo 4'ten anlaşılmaktadır. Değerler 76.6-135.8 g koçan<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup, sonuçlarımız koçanda dane ağırlığı bakımından farklılık bulduklarını bildiren İdikut ve Kara (2013) [26], Demiray ve Kılıç (2015) [6], Saygı ve Toklu (2017) [24] gibi araştırmacıların bulguları ile uyumludur.

### Bitkide Koçan Sayısı

Bitkide koçan sayısı bakımından varyans analiz sonuçları incelendiğinde çeşitler arasındaki farkın önemli olmadığı belirlenmiştir. Buna göre denemede en yüksek bitkide koçan sayısı 1,28 adet/bitki ile Dekalp 6101 çeşidinden elde edilirken en düşük bitkide koçan sayısı ise 1,03 adet/bitki ile Fito Carella çeşidinden elde edildiği belirlenmiştir. Mısır çeşitlerinin bitkide koçan sayısına ilişkin benzer çalışmalarda; Serin ve Bulut (2013) [27] önemli farklılıklar bildirirken, Sayaslan ve ark. (2010) [28] da ele alınan çeşitler arasında önemli farklar bulmadıklarını bildirmişlerdir.

**Tablo 4.** Bitkide Koçan Sayısı, Dane Koçan Oranı ve Koçanda Dane Sayısına Ait Ortalama Değerler İle Tukey (%5) testine göre oluşan gruplar

Çeşitler	Bitkide koçan sayısı ad bitki <sup>-1</sup>	Dane/koçan oranı %	Koçanda dane sayısı ad koçan <sup>-1</sup> .
Sakarya	1,19	75,9 de	708,2 ab
Agn 720	1,17	78,1 cd	736,8 a
Dekalp 6101	1,28	83,1 ab	547,3 abc
Suerto	1,13	79,4 cd	604,3 abc
Ada 8924	1,08	77,8 cde	567,3 abc
Ada 523	1,13	80,6 bc	511,3 c
Adasa 16	1,07	79,0 cd	543,0 abc
Kalends	1,06	80,7 bc	497,8 c
Ada 334	1,14	79,3 cd	613,8 abc
Dekalp 6724	1,10	83,7 ab	594,5 abc
Kws Kebos	1,09	74,3 e	675,0 abc
As 71	1,09	78,9 cd	529,3 bc
Fito Carella	1,03	77,6 cde	556,3 abc
Breaker	1,20	79,1 cd	569,0 abc
Dekalp 5783	1,05	85,8 a	615,0 abc
F	0,99 ÖD	17,0**	3,29 **

\*:  $p\leq 0,05$  düzeyinde, \*\*:  $p\leq 0,01$  düzeyinde önemli

### Bin Dane Ağırlığı

Bin dane ağırlığı bakımından çeşitler arasında  $P<0.01$  seviyesinde önemli farklılıkların tespit edilmiş olup, en yüksek bin dane ağırlığı 227.7 g<sup>-1</sup> ile Dekalp-6101'den, 15.5 g<sup>-1</sup> ile Adasa-16 çeşidinden elde edilmiştir (Tablo 5). Genotipik etki altında olmakla birlikte bin dane ağırlığında çevre şartları özellikle de sıcaklık önemli bir belirleyicidir. Zira 30 °C üzerindeki sıcaklıklar fotosentez verimini düşürmekte yanısıra dane doldurma

süresini de kısaltmaktadır [29]. Çiçeklenmenin başladığı Ağustos ayı başları maksimum sıcaklık ortalaması sınır civarında seyretmiştir.

### Hasad Nemi

Hasad nemi bakımından çeşitler arasında  $P<0.01$  seviyesinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Tablo 5). En düşük hasad nemi %30 ile dekalp-6101 çeşidinden elde edilirken, en yüksek hasad nemi de %35.6 ile Dekalp 5783 ve Agn-720 çeşitlerinden elde edilmiştir. Bir bölgede mısır yetiştiriciliğini belirleyen faktörlerin başında uygun hasad nemi gelmektedir. Sezonun kısıllığı danelerin yeterince kuruyamaması sonucu makineli hasata zorluklar yaşanabilmektedir. Denemeye ait hasad neminin %28 ve üzeri kaydedilmesi geniş alanlar düşünüldüğünde makineli hasad için önemli bir engel olarak görülmektedir. Tezel ve ark. (2012) [8] Konya şartlarında %14.2-26, Özata ve ark. (2013) [18] Samsun şartlarında %18.9-26.7, Vartanlı ve Emeklier (2007) [29] Ankara şartlarında %21.5-28.6 olarak bulduklarını bildirmişlerdir. Çalışmamızda hasad neminin %30 ve üzeri kaydedilmesi uygun sıcaklığa rağmen yağışlardan dolayı tarlanın ekime imkân tanımaması sonucu ekimin 1 Haziran tarihine sarkması sebep olarak gösterilebilir.

**Tablo 5.** Koçan Dane Ağırlığı, Din Dane Ağırlığı Ve Hasad Nemine Ait Ortalama Değerler İle Tukey (%5) testine göre oluşan gruplar

Çeşitler	Koçan dane ağırlığı g koçan <sup>-1</sup> .	Bin dane ağırlığı (g <sup>-1</sup> )	Hasat nemi (%)
Sakarya	116,1 abc	166,4 bc	33,9 abc
Agn 720	120,5 abc	197,1 ab	35,6 ab
Dekalp 6101	134,5 ab	227,7 a	30,0 c
Suerto	105,3 abc	166,1 bc	33,2 abc
Ada 8924	102,3 abc	178,8 abc	30,7 bc
Ada 523	104,93 abc	199,6 ab	35,3 ab
Adasa 16	76,6 c	145,5 c	34,8 abc
Kalends	113,3 abc	201,4 ab	34,8 abc
Ada 334	87,0 c	162,5 bc	35,4 ab
Dekalp 6724	135,8 a	198,8 ab	34,3 abc
Kws Kebos	120,0 abc	196,6 ab	33,0 abc
As 71	117,8 abc	196,6 ab	32,6 abc
Fito Carella	105,9 abc	193,7 abc	32,4 abc
Breaker	89,9 bc	186,7 abc	33,8 abc*
Dekalp 5783	112,2 abc	191,8 abc	35,6 ab
F	3,45 **	4,57**	3,59**

\*:  $p\leq 0,05$  düzeyinde, \*\*:  $p\leq 0,01$  düzeyinde önemli

### Ham Protein Oranı

Yem değeri açısından önem verilen bir özellik olan danede ham protein oranı bakımından çeşitler arasında  $P<0.01$  seviyesinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Tablo 5). Dekalp-5783 ve Suerto %10 ile en yüksek ham protein oranına sahip olurken, Kalends ise %5.8 ile en düşük orana sahip olmuştur. Ana ürün dane mısır ile alakalı çalışmalarda Vartanlı (2005) [30], %6.2-8.7; Kahraman (2016) [31] %7.9-8.6; Kılınç ve ark. (2018) [23] %7.8-9.0 arasında ham protein oranı tespit ettiklerini belirtmişlerdir.



### Dane Verimi

Dane verimi bakımında çeşitler arasında  $P < 0.05$  seviyesinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Tablo 6). Çalışmada Dekalp-6724 (1193.9 kg da<sup>-1</sup>), Kalends (1167.4 kg da<sup>-1</sup>) ile As-71 (1141.9 kg da<sup>-1</sup>) ilk üç sırayı paylaşırken, Adasa-16 800.7 kg da<sup>-1</sup> ile en düşük dane verimine sahip olmuştur. Dane veriminin çeşit ve genotiplere göre farklılık arz ettiği muhtelif çalışmalarla da belirlenmiştir [32, 18, 33, 12, 16].

**Tablo 6.** Protein Oranı ve Dane Verimine Ait Ortalama Değerler İle Tukey (%5) testine göre oluşan gruplar

Çeşitler	Protein oranı (%)	Dane verimi kg da <sup>-1</sup>
Sakarya	6,4 cd	929,1 ab
Agn 720	6,4 cd	1068,0 ab
Dekalp 6101	6,8 bcd	1058,2 ab
Suerto	10,0 a	1052,3 ab
Ada 8924	8,2 abc	925,1 ab
Ada 523	8,7 ab	947,6 ab
Adasa 16	6,6 cd	800,7 b
Kalends	5,8 d	1167,4 ab
Ada 334	7,2 bcd	925,1 ab
Dekalp 6724	6,8 bcd	1193,9 a
Kws Kebos	7,0 bcd	1105,5 ab
As 71	6,4 cd*	1141,9 ab
Fito Carella	6,4 cd	1096,9 ab
Breaker	6,8 bcd	986,5 ab
Dekalp 5783	10,0 a	1104,4 ab
F	8.77 **	2.21 *

\*:  $p \leq 0,05$  düzeyinde, \*\*:  $p \leq 0,01$  düzeyinde önemli

### SONUÇ ve ÖNERİLER

Denemeden elde edilen sonuçlara göre; Muş ilinde  $\geq 10$  °C sıcaklığa sahip 180 günlük bir yetiştirme periyodunun varlığı ana ürün dane amaçlı mısır yetiştirilmesini mümkün kılmaktadır. Denemeye alınan çeşitler birbirine yakın değerlere sahip olamkalla birlikte daha yüksek dane verimleriyle öne çıkan Dekalp 6724, Kalends ve As-71'in Muş ekolojik şartları için ümitvar oldukları tespit edilmiştir. Yazlık yetiştirme sezonunun sınırlı olduğu bu tür bölgelerde ekim zamanı önemli bir belirleyicidir. Bu bakımdan mısır ekim işleminin Mayıs ayının ilk haftasından itibaren tarlaya girme fırsatları değerlendirilmek suretiyle yapılması, yüksek verim ve daha düşük hasat nemini yakalama açısından önem arz etmektedir.

### KAYNAKÇA

- [1] TMO. Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü 2019 Yılı Hububat Sektör Raporu. <https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/sectorraporlari/hububat2019.pdf>. (23.02.2021).
- [2] Avcı M., Kaplan O., Denek N. Değişik Katkılarla Hazırlanan Mısır Sapı Haylal Kalitesinin Belirlenmesi Harran Üniv Vet Fak Derg., 2:1 32-35, 2013.

- [3] TÜİK. Tarım İstatistikleri, Türkiye İstatistik Kurumu, <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>, 2020.
- [4] Anonim. Muş Tarım Orman İl müdürlüğü İstatistik kayıtları, 2020.
- [5] Ayrancı R., Sade B. Konya ekolojik şartlarında yetiştirilebilecek atdışi melez mısır (*Zea mays L. indentata* Sturt.) çeşitlerinin belirlenmesi. Bitkisel Araştırma Dergisi, 2:1 6-14, 2004.
- [6] Demiray Y.G., Kılıç H. Bingöl Ekolojik Şartlarına Uygun Tane Mısır (*Zea mays L.*) Çeşitlerinin Belirlenmesi" 11. Tarla Bitkileri Kongresi, Çanakkale s. 244, 2015.
- [7] Tosun, F. Erzurum Ovasında Ekşi Silo ve Kesif Tane Yemi Olarak Melez Tarla Mısırı Yetiştirme İmkânları Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zirai Araştırma Enstitüsü Bülteni No: 21, A.Ü. Basımevi, s. 41 1967.
- [8] Tezel M., Özcan G., Aksoyak Ş., Işık Ş. Konya Şartlarına Uygun Mısır Çeşitlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 5:1 47-50, 2012.
- [9] Kapar H., Öz A. Bazı Mısır Çeşitlerinin Orta Karadeniz Bölgesi'nde Performanslarının Belirlenmesi, Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21:2 147-153, 2006.
- [10] Kılıç H., Gül İ., Baytekin H. Diyarbakır sulu koşullarında bazı ön bitkilerin ikinci ürün mısırdaki verim ve bazı tarımsal karakterlere etkisi Türkiye 3.Tarla Bitkileri Kongresi Adana, 1 423-428, 1999.
- [11] Anonim. Tarımsal değerleri ölçme denemeleri teknik talimatı (Mısır, *Zea mays L.*). T.C. Tarım Ve Orman Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü, Ankara, 2018.
- [12] Gül İ., Akıncı C., Doran İ., Kılıç H., Baytekin H. Effects of Different Previous Crops and Nitrogen Rates on Double Cropping Maize (*Zea mays L.*), Asian Journal of Chemistry, 20:4 2947-2954, 2008
- [13] Sakin M.A., Bozdağ M., Çakar Ş. Tokat Kazova ve Zile Ana Ürün Koşullarında Yetiştirilen Melez Atdışi Mısır (*Zea mays indentata L.*) Çeşitlerinin Verim ve Verim Özelliklerinin Belirlenmesi Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25:1 87-93, 2016.
- [14] Olgun M., Başçıftçi, Z.B., Ayter, N.G., Kutlu, İ., Akın, A. Karaduman, Y. Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum L.*) Çeşitlerinde Protein Oranının Üç Farklı Analiz Yöntemine Göre Karşılaştırılması Üzerine Bir Araştırma, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 8:2 80-87, 2013.
- [15] Caporaso N., Whitworth, M.B., Fisk, I.D. Protein content prediction in single wheat kernels using hyperspectral imaging. Food Chemistry, 240 32-42, 2018.
- [16] Kırtok Y. Mısır üretimi ve Kullanımı. Nişasta ve Glikoz Üreticileri Derneği. Kocaeli basım ve yayınevi. Tarsus. s.445, 1998.
- [17] Acar N., Yılmaz M.F., Kara R. Kahramanmaraş Koşullarına Uygun Tane Mısır (*Zea mays L.*) Çeşitlerinin





- Belirlenmesi Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 26 80-85, 2017.
- [18] Özata E., Geçit H.H., Öz A., Ünver S. Atđışı Hibrit Mısır Adaylarının Ana Ürün Koşullarında Performanslarının Belirlenmesi Determination of performance of some candidate dent corn under main crop conditions. Iğdır Univ. J. Inst. Sci. Tech., 3:1 91-98, 2013.
- [19] Soylu S., Akman H., Gürbüz B. Konya Sarayönü Koşullarında Tane Mısır Yetiştiriciliği Üzerine Bir Araştırma. Ülkesel Tahıl Sempozyumu, 2-5 Haziran, Konya, s. 776-781, 2008.
- [20] Sade B., Soylu S., Palta, Ç. Melez Mısır Çeşitlerinde Tane Verimi ve Verim Unsurları Arasındaki İlişkilerin Korelasyon, Path ve Faktör Analiz Yöntemleri İle Değerlendirmesi. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül, Antalya, s. 989-994, 2005.
- [21] Weaich K., Bristow K.L., Cass, A. Modeling preemergent maize shoot growth: II. High temperature stress conditions, Agronomy Journal, 88:3 98-403, 1996.
- [22] Cairns J.E., Sonder K., Zaidi P.H., Verhulst N., Mahuku G., Babu R., Rashid, Z. Maize Production in a Changing Climate: Impacts, Adaptation, and Mitigation Strategies. Advances in agronomy, 114 1-58, 2012.
- [23] Kılınç S., Karademir Ç., Ekin Z. Bazı Mısır (*Zea mays* L.) Çeşitlerinde Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi KSÜ Tarım ve Doğa Derg., 21:6 809-816, 2018.
- [24] Saygı M., Toklu F. Çukurova Bölgesinde Birinci Ürün Koşullarında Yetiştirilen Bazı Danelik Mısır (*Zea mays indentata* Sturt.) Çeşitlerinin Dane Verimi, Bazı Bitkisel Özellikler ve Karakterler Arası İlişkiler Yönünden Değerlendirilmesi. KSÜ Doğa Bil. Derg., 20 308-312, 2017.
- [25] Türkay M.A., Cerit İ., Sarıhan İ.H., Şen H.M., Çınar S., Ülger A.C. Farklı Azot Dozlarının At Dişi Melez Mısır Çeşitlerinde Tane Verimi ve Bazı Tarımsal Özelliklere Etkisi Üzerine Bir Araştırma. Çukurova Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Tarla Bitki Araştırmaları ATK, Adana, 2002.
- [26] İdikut L., Kara S.N. Tane Ürünü İçin Yetiştirilen İkinci Ürün Mısır Çeşitlerinin Bazı Verim Öğeleri İle Tane Nişasta Oranlarının Belirlenmesi KSÜ Doğa Bil. Derg., 16:1 8-15, 2013.
- [27] Serin Y., Bulut S. Bazı mısır çeşitlerinin kayseri koşullarına adaptasyonu. Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Proje No: FBA-10-322, Kayseri, 2013.
- [28] Sayaslan A., Gökmen S., Ülger A.C., Sakin M.A., Öz A., Duman A. Farklı bölgelerde ana ürün koşullarında yetiştirilen melez atđışı Mısır (*Zea mays indentata* L.) çeşitlerinin verim ve yaş öğütme kalitesinin belirlenmesi. TOVAG-1070800 Nolu proje sonuç raporu, s. 76, 2010.
- [29] Vartanlı S., Emeklier H.Y. Ankara Koşullarında Hibrit Mısır Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 13:3 195-202, 2007.
- [30] Vartanlı S. Ankara Koşullarında Hibrit Mısır Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri ABD, Yüksek Lisans Tezi, s. 80, 2005.
- [31] Kahraman Ş. Diyarbakır Koşullarında Ana Ve İkinci Ürün Tane Mısır Tarımında Bazı Tarımsal ve Teknolojik Özellikler Üzerine Araştırmalar. Dicle Üniversitesi Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri ABD, Doktora Tezi, s. 167, 2016.
- [32] Carvalho, H.W.L., Leal M.D.D., Santos M.X., Monteiro A.A.T., Cardoso M.J., Carvalho B.C.L. Stability of corn cultivars in three ecosystems of Brazilian Northeast. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, 35:9 1773-1781, 2000.
- [33] Kuşvuran A., Nazlı R.İ. Orta Kızılırmak Havzası ekolojik koşullarında bazı mısır (*Zea mays* L.) çeşitlerinin tane mısır özelliklerinin belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 24:3 233-240, 2014.

## Augmented Deneme Desenine Dayalı Ekmeklik Buğday Genotiplerinin (*Triticum aestivum L.*) Diyarbakır Yağışa Dayalı Şartlarında Bazı Tarımsal Özellikler Yönünden Değerlendirilmesi

Mehmet KARAMAN<sup>1</sup>, Mahir BAŞARAN<sup>2</sup>, İrfan ERDEMÇİ<sup>3</sup>, Mustafa OKAN<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Muş Alparslan Üniversitesi, Muş, Türkiye

<sup>2,3,4</sup>GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Diyarbakır, Türkiye

✉: m.karaman@alparslan.edu.tr  0000-0002-6176-9580,  0000-0002-9655-0992,  0000-0003-3066-410X,  40000-0001-7642-3849

0000-0003-3066-410X,  40000-0001-7642-3849

Geliş (Received): 05.03.2021

Düzeltilme (Revision): 17.05.2021

Kabul (Accepted): 30.05.2021

### ÖZ

Çalışma, Diyarbakır merkez lokasyonunda 2018-2019 üretim sezonunun yağışa dayalı koşullarında yürütülmüştür. Araştırma materyalini farklı tabiatlı ekmeklik buğday genotipleri oluşturmuştur. Çalışma, Augmented Deneme Deseninde 6 blokta yürütülmüş olup, araştırma konusu 120 hat, 5 kontrol çeşit ile kıyaslanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; incelenen tüm özellikler yönünden genotipler arasında  $p \leq 0.01$  ve  $p \leq 0.05$  düzeyinde önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Araştırmada, tane verimi; 186.3-813.0 kg da<sup>-1</sup>, hektolitre ağırlığı; 76.01-84.91 kg hl<sup>-1</sup>, bin tane ağırlığı; 23.51-46.71 g ve protein oranı; %8.67-12.61 arasında değişmiştir. Genotiplere ait veriler kullanılarak yapılan biplot analizine göre hektolitre ağırlığı ile bin tane ağırlığı arasında pozitif korelasyon olduğu belirlenirken, protein oranı ile tane verimi arasında negatif korelasyon olduğu görülmüştür. Üstün hatlar genetik tabanı zenginleştirmek için işaretlenerek genitör olarak gen havuzuna alınmıştır. Ayrıca, aynı hatlar ileri kademe verim denemelerine aktarılarak farklı çevrelerde en az 3 yıl denenmek suretiyle ıslah süreçlerinin devam ettirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Seleksiyon, kalite, buğday, genotip

### Evaluation of Some Agricultural Characteristics of Bread Wheat (*Triticum aestivum L.*) Genotypes Based on Augmented Experimental Design in Diyarbakır Rainfall Conditions

#### ABSTRACT

The study was carried out based on rainfall conditions in the 2018-2019 growing season in center of Diyarbakır location. The research material consisted of different natured bread wheat genotypes. This study was designed as Augmented Experimental Design with 6 blocks, and 120 lines, being the subject of this study, was compared with 5 control variety. According to results; It was determined that there were significant differences between the genotypes in the  $p \leq 0.01$  and  $p \leq 0.05$  level in terms of all the examined features. It was determined that grain yield; 186.3-813.0 kg da<sup>-1</sup>, test weight; 76.01-84.91 kg hl<sup>-1</sup>, thousand grain weight; 23.51-46.71 g and protein ratio; %8.67-12.61 ranged. According to the biplot analysis using genotypes data, it was determined that there was a positive correlation between test weight and thousand grain weight, while a negative correlation was found between protein ratio and grain yield. Superior lines were marked to enrich the genetic base and were taken into the gen pool as a parents. In addition, the same lines were transferred to advanced yield trials and it was concluded that the breeding processes should be continued by testing them in different environments for at least 3 years.

**Keywords:** Selection, quality, wheat, genotype

#### GİRİŞ

Serin iklim tahıllarından olan buğday, dünyada ve Türkiye’de ekiliş ve üretim miktarı bakımından ilk sırada yer almaya devam etmektedir [1]. Buğday, farklı çevre koşullarına uyum kabiliyetinin yüksek olması ve ekmek yapımında hammadde olarak kullanılması gibi faktörlerden dolayı dünyada ve Türkiye’de Stratejik bir ürün olarak görülmektedir.

Bu sebeple birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de yüksek tane verimi ve kabul edilebilir kalite hedefli buğday ıslah çalışmaları güncelliğini korumaktadır [14]. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde farklı çevre koşullarında 1.3 milyon hektar civarında yazlık, alternatif ve kışlık tabiatlı ekmeklik buğday yetiştiriciliği yapılmaktadır [2, 3].

Ekmeklik buğdayın ıslah çalışmalarında protein oranı ile kalite özellikleri arasında önemli düzeyde

korelasyon mevcut olmakla birlikte protein oranı üzerinde genotip ve çevrenin etkisi büyüktür [4, 5]. İslah çalışmalarında açılan materyal (F1, F2, F3, F4 vs.) aşamasında araştırma konusu materyallerin tohumu sınırlı miktarda (az) olmaktadır. Bu dönemde materyal 1 metre 1 sıra, 1 metre 2 sıra veya tek parsel (gözlem nörserisi) ekilmekte ve standart (kontrol) olarak kullanılan çeşitlerle karşılaştırılmaktadır. Tohumu az olan materyalin tekerrürlü olarak ekilmesi mümkün olmadığından dolayı istatistiki olarak karşılaştırma veya yorum yapmak zorlaşmaktadır. Bu sebeple, objektif karşılaştırma yapabilmek için Augmented Deneme Deseni kullanılmaktadır [6]. Augmented Deneme Deseninde kontrol olarak kullanılan çeşitler her blokta bir kez tekrar etmekte ve deneme hatasını hesaplamak mümkün olabilmektedir. Nitekim, blokta bulunan çeşitler ve hatlar ile farklı bloklarda bulunan hatlar karşılaştırılabilmektedir.

Dünya nüfusunun her geçen gün artması insanların gıda ihtiyaçlarının teminini zorlaştırdığından dolayı birim alanda yüksek verimli çeşitlerin tercih edilmesi kaçınılmaz olmuştur. Bu doğrultuda, geliştirilen ıslah yöntemleri ile buğday üretiminin artırılması ulaşılmaya istenen hedeflerdendir. Bu amaçla, bölge koşullarına uyum kabiliyeti yüksek, verim ve kalite açısından ümitvar olan genotipleri belirlemek ve Buğday ıslah programlarına katkı yapmak çalışmanın hedeflerindedir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma, Diyarbakır ekolojisinin yağışa dayalı koşullarında, 2018-2019 yetiştirme sezonunda ve Augmented Deneme Desenine göre GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü araştırma uygulama alanında yürütülmüştür (Şekil 1). Çalışmada, 120 adet ekmeclik buğday hattı kontrol olarak kullanılan 5 adet tescilli çeşit (kontrol) ile kıyaslanmıştır (Tablo 1). Ayrıca, kontrol çeşitler her blokta tekrar etmiştir. Denemede, parsel uzunluğu 5 m, eni 1.2 m, her parsel 6 sıra, sıra arası 20 cm ve hasat döneminde net 6 m<sup>2</sup> olacak şekilde oluşturulmuş, ekim 10 Kasım 2018 tarihinde metrekaireye 450 tohum düşecek şekilde deneme mibzeri ile yapılmıştır. Dekara saf madde üzerinden 14 kg azot (N) ve 6 kg fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) uygulanmıştır.



Şekil 1. Deneme Alanına Ait Görüntü

Tablo 1. Araştırmada Kullanılan Genotiplere Ait Bilgiler

Genotipler	Pedigri	İslahçı kuruluşu veya Menşei	Tabiatı	Genotipler	Pedigri	İslahçı kuruluşu veya Menşei	Tabiatı
G1	Attila/3*Bcn*2//Ba v92/3/Catedral	CIMMYT	Yazlık	G61	Kachu #1/Yunmai 47//Kachu/5/Saua 1/3/	CIMMYT	Yazlık
G2	Attila/3*Bcn*2//Ba v92/3/Catedral	CIMMYT	Yazlık	G62	Kırıtati/4/2*Bav9 2//Irena/Kauz/3/H ute	CIMMYT	Yazlık
G3	Kauz*2/4/Car//Kal/ Bb/3/Nac/5/Kauz/6/ Milan/7	CIMMYT	Alternatif	G63	Kfa/2*Kachu/3/P bw343*2/Kukuna *2//Fr	CIMMYT	Yazlık
G4	Daphan//Pastor/Mıl an	CIMMYT	Yazlık	G64	Kfa/2*Kachu*2// Quelea	CIMMYT	Yazlık
G5	Daphan//Pastor/Mıl an	CIMMYT	Yazlık	G65	Kfa/2*Kachu*2// Waxbı	CIMMYT	Yazlık
G6	F00429gp1/6/53/3/ Abl/1113//K92/4/Ja g/5/Ks89	CIMMYT	Alternatif	G66	Wbll1*2/Bramblı ng//Juchi/5/Kırıtati/4	CIMMYT	Yazlık
G7	Nudakota/4/Mahon Demias/3/Hım/Cndr	CIMMYT	Yazlık	G67	Achtar*3//Kanz/K s85-8-5/4/Milan/ Kau	CIMMYT	Yazlık
G8	Pvn//Car422/Ana/5/ Bow/Crow//Buc/Pv n/	CIMMYT	Alternatif	G68	Tc870344/Guı//T emporalera M 87/Agr/	CIMMYT	Yazlık
G9	Pbw343*2/Kukuna/ /Pbw343*2/Kukuna /3/Ks82w	CIMMYT	Yazlık	G69	Pbw343/Tonı//Elv ıra//Cno79//Pf70 354/M	CIMMYT	Yazlık
G10	Attila*2/Pbw65//Ka chu/3/Up2338*2/K kts	CIMMYT	Yazlık	G70	Rebwah-13/Zad-2	ICARDA	Yazlık
G11	Wbll1*2/Kuruku//H elo/3/Pbw343*2/K ukuna	CIMMYT	Yazlık	G71	Qafzah-19//Vee7/ Kauz	ICARDA	Yazlık

**Tablo 1-Devam**

G12	Kachu #1/Yunmai 47//Kachu/5/Saua/ 3/	CIMMYT	Yazlık	G72	Hoosam-8/2*Flag -4	ICARDA	Yazlık
G13	Fret2*2/Kukuna//P1 ha/3/Fret2/Kuruku// Fret	CIMMYT	Yazlık	G73	Seri.1b*2/3/Kauz *2/Bow//Kauz*2/ 4/Mnc	ICARDA	Yazlık
G14	Fret2/Kukuna//Fret 2/3/Yanac/4/Fret2/ Kırta	CIMMYT	Yazlık	G74	Seri.1b//Kauz/He vo/3/Amad/4/Kau z/Gys	ICARDA	Yazlık
G15	Fret2/Kukuna//Fret 2/3/Yanac/4/Fret2/ Kırta	CIMMYT	Yazlık	G75	Vee/Pjn//2*Kauz/ 3/Shuha-4/Fow-2	ICARDA	Yazlık
G16	Fret2/Kukuna//Fret 2/3/Yanac/4/Fret2/ Kırta	CIMMYT	Yazlık	G76	Vee/Nac//Rebwah -19	ICARDA	Yazlık
G17	Trch/Srtu//Kachu*2 /3/Waxbı	CIMMYT	Yazlık	G77	Huw 234/Rebwah-19	ICARDA	Yazlık
G18	Trch/Srtu//Kachu*2 /5/Up2338*2/Sham a/3/Mıla	CIMMYT	Yazlık	G78	Vee/7/Kauz/6/Lfn/ li58.57//PrI/3/Hah n/4/	ICARDA	Yazlık
G19	Trch/Srtu//Kachu*2 /3/Muu #1/Saua//Muu	CIMMYT	Yazlık	G79	Cham-6/Mubashu r-10	ICARDA	Yazlık
G20	Trch/Srtu//Kachu*2 /3/Muu #1/Saua//Muu	CIMMYT	Yazlık	G80	Dajaj-5/4/Chen/A egilops Squarrosa	ICARDA	Yazlık
G21	Bokota*2/3/Up2338 *2/Kkts*2//Yanac	CIMMYT	Yazlık	G81	Faris-17//Pfau/Mı lan	ICARDA	Yazlık
G22	Up2338*2/Shama/3 /Milan/Kauz//ChI/ Chum18	CIMMYT	Yazlık	G82	Cham-8/Ruth-3	ICARDA	Yazlık
G23	Up2338*2/Shama/3 /Milan/Kauz//ChI/ Chum18/	CIMMYT	Yazlık	G83	Trap#1/Bow//Pfa u/3/Milan/4/Etbw 4922/	ICARDA	Yazlık
G24	Up2338*2/Shama/3 /Milan/Kauz//ChI	CIMMYT	Yazlık	G84	Attila/3*Bcn//Mıl an/Ducula	ICARDA	Yazlık
G25	Bav92//Irena/Kauz/ 3/Huets*2/4/Croc	CIMMYT	Yazlık	G85	TheIn/Waxwing// Attila*2/Pastor/3	ICARDA	Yazlık
G26	Attila*2/Pbw65*2/4 /Bow/Nkt//Cbrd/3/ Cbrd/5/P	CIMMYT	Yazlık	G86	Temporalera M 87*2/Tukuru//Fay eq-2	ICARDA	Yazlık
G27	Attila*2/Pbw65*2/4 /Bow/Nkt//Cbrd/3/ Cbrd/5/	CIMMYT	Yazlık	G87	Fayeq-2/3/Nesma *2/14-2//2*Safi-3	ICARDA	Yazlık
G28	Tacupeto F2001/6/Cndo/R14 3//Ente/Mexı_2/3/	CIMMYT	Yazlık	G88	Florkwa-2/Njoro Sd-2/5/Qt6581/4/ Pasto	ICARDA	Yazlık
G29	Tacupeto F2001/6/Cndo/R14 3//Ente/Mexı_2/3/	CIMMYT	Yazlık	G89	Sudan#3/Shuha-6/ /Flag-5/3/Pfau/Mı lan	ICARDA	Yazlık
G30	Tacupeto F2001/6/Cndo/R14 3//Ente/Mexı_2/3/	CIMMYT	Yazlık	G90	Attila 50y//Attila/Bcn/3/ Kapsw/Shuh	ICARDA	Yazlık
G31	Wbll1*2/Brambling /4/Babax/Lr42//Bab ax*	CIMMYT	Yazlık	G91	Attila-7/3/Shuha- 4//Ns732/Her/4/S oma	ICARDA	Yazlık
G32	Wbll1*2/Brambling /4/Babax/Lr42//Bab ax*2	CIMMYT	Yazlık	G92	Seri.1b*2/3/Kauz *2/Bow//Kauz*2/ 4/Mnc	ICARDA	Yazlık
G33	TheIn/2*Wbll1/5/K auz//Altar 84/Aos/3/Kauz	CIMMYT	Yazlık	G93	Shuha-4//Ns732/ Her/3/Tnmu/Mıla n/4/Bo	ICARDA	Yazlık
G34	TheIn/2*Wbll1/5/K auz//Altar 84/Aos/3/Kau	CIMMYT	Yazlık	G94	Kauz//Altar 84/Aos 3/Kauz/3/Catbird	ICARDA	Yazlık
G35	TheIn/2*Wbll1/5/K auz//Altar 84/Aos/3/Kauz	CIMMYT	Yazlık	G95	Dajaj-5/4/Chen/A egilops Squarrosa	ICARDA	Yazlık
G36	TheIn/2*Wbll1/5/K auz//Altar 84/Aos/3/Kau	CIMMYT	Yazlık	G96	Mex94.27.1.20/3/ Sokoll//Attila/3*B cn/4/	ICARDA	Yazlık
G37	Kfa/5/Reh/Hare//2* Bcn/3/Croc_1/Ae.S quarro	CIMMYT	Yazlık	G97	Debeira//Milan/Pa stor/4/Ures/Bow//	ICARDA	Yazlık

**Tablo 1-Devam**

G38	Kachu/Sup152	CIMMYT	Yazlık	G98	Krichauff/2*Pastor/Shuha-8	ICARDA	Yazlık
G39	Saual/Mutus/4/Kachu #1//Wbll1*2/Kukun	CIMMYT	Yazlık	G99	Skauz/2*Star/5/Jun//Maya/Mon/3/Pgo/4	ICARDA	Yazlık
G40	Saual/Mutus/4/Kachu #1//Wbll1*2/Kukuna/3	CIMMYT	Yazlık	G100	Pfau/Milan//Fung Mai 24/3/Attıla*2/	ICARDA	Yazlık
G41	Pbw343*2/Kukuna*2//Frtl/Pifed/5/Kachu	CIMMYT	Yazlık	G101	Pfau/Milan//Fung Mai 24/3/Achar/Inr	ICARDA	Yazlık
G42	Bokota/3/Attıla*2/Pbw65//Murga	CIMMYT	Yazlık	G102	Florkwa-2/Njoro Sd-2/5/Qt6581/4/Past	ICARDA	Yazlık
G43	Becard/Akuru/4/Wbll1*2/Brambling	CIMMYT	Yazlık	G103	Terbol	ICARDA	Yazlık
G44	Pbw343*2/Kukuna*2//Frtl/Pifed/3/Kfa/2*Kac	CIMMYT	Yazlık	G104	Kachu #1/Yunmai 47//Kachu/5/Saua l/3/	CIMMYT	Yazlık
G45	Pbw343*2/Kukuna*2//Frtl/Pifed/3/Kfa/2*Kac	CIMMYT	Yazlık	G105	Francolin #1/Yanac/5/Kırtatı/4/2*	CIMMYT	Yazlık
G46	Pbw343*2/Kukuna*2//Frtl/Pifed/3/Kfa	CIMMYT	Yazlık	G106	Whear//2*Pr/2*Pastor/5/Up2338	CIMMYT	Yazlık
G47	Pbw343*2/Kukuna*2//Frtl/Pifed/3/Wbll1*2/Sh	CIMMYT	Yazlık	G107	Saual/Mutus/3/Kıngbird #1//Inqalab 9	CIMMYT	Yazlık
G48	Wbll1/4/Bow/Nkt//Cbrd/3/Cbrd/5/Wbll1	CIMMYT	Yazlık	G108	Trch/Srtu//Kachu*2/5/Up2338*2/S hama	CIMMYT	Yazlık
G49	Mutus*2/Tecue #1/3/Kingbird #1//Inqalab 9	CIMMYT	Yazlık	G109	Saual/4/Croc_1/A e.Squarrosa (205)//	CIMMYT	Yazlık
G50	Mucuy//Mutus*2/Tecue #1	CIMMYT	Yazlık	G110	Saual/Yanac//Sau al/5/Up2338*2	CIMMYT	Yazlık
G51	Mucuy/3/Pbw343*2/Kukuna*2//Frtl	CIMMYT	Yazlık	G111	Wbll1*2/Brambling/4/Babax/Lr42//	CIMMYT	Yazlık
G52	Mucuy/4/Attıla*2/Pbw65//Muu #1/3/Franco	CIMMYT	Yazlık	G112	Thelm/2*Wbll1/5/Kauz//Altar 84/Aos/3	CIMMYT	Yazlık
G53	Attıla/3*Bcn//Bav9 2/3/Pastor/4/Tacupe to F	CIMMYT	Yazlık	G113	Waxwing/Kırtatı*2/3/C80.1/3*Bat avia/	CIMMYT	Yazlık
G54	Babax/Lr42//Babax*2/3/Kukuna/4/Cros bill	CIMMYT	Yazlık	G114	Frcin/Rolf07//Copio/3/Frcin*2/Tecu	CIMMYT	Yazlık
G55	Attıla*2/Pbw65//Kachu*2/3/Francolin #1//	CIMMYT	Yazlık	G115	Livingston/6/2*M trwa92.161/Prmia /5/S	CIMMYT	Yazlık
G56	Kauz//Altar 84/Aos/3/Milan/Kauz/4/Saual/5	CIMMYT	Yazlık	G116	Sup152/5/Chr//Bow/Crow/3/Wbll1 /4/Cr	CIMMYT	Yazlık
G57	Saual/Mutus*2/3/Wbll1*2/Kuruku//Heilo	CIMMYT	Yazlık	G117	Kachu/Sup152	CIMMYT	Yazlık
G58	Saual/Mutus/3/Attıla*2/Pbw65*2//Kachu/4/S	CIMMYT	Yazlık	G118	Waxwing/7/Tnmu /6/Cep80111/Cep 81165/5/	CIMMYT	Alternatif
G59	Wbll1*2/Kuruku//Heilo/3/2*Kachu #1/Kırı	CIMMYT	Yazlık	G119	Rolf07/Saual/3/Trch/Srtu//Kachu/4/Ro	CIMMYT	Yazlık
G60	Wbll1*2/Kuruku//Heilo/3/2*Kachu #1/Kırta	CIMMYT	Yazlık	G120	Rolf07*2/Kırtatı*2//Pıcaflor #1	CIMMYT	Yazlık
<b>Kontrol grubu</b>							
Dinç		GAPUTAEM	Yazlık				
Pehlivan		TTAEM	Kışlık				
Esperia		TASACO	Kışlık				
Tekin		GAPUTAEM	Yazlık				
Ceyhan-99		DATAE	Yazlık				

Araştırmada, saf azotun 6 kg'ı ekimle birlikte, kalan miktarı ise bitkilerin Zadoks 25 [7] aşamasında olduğu dönemde, fosforun ise tamamı ekimle birlikte uygulanmıştır. Hasat işlemi Haziran ayının ikinci

haftasında parsel biçerdöveri ile gerçekleştirilmiştir. Denemenin kurulduğu sezonda gerçekleşen yağış ile ilgili değerler genel olarak bütün dönemlerde değişkenlik göstermiştir.

**Tablo 2.** Diyarbakır İlinin 2018-2019 İklim Verileri

Aylar	Yağış Miktarı (mm)		2018-2019 Sıcaklık Değerleri (°C)			
	2018-2019	UYO	Minimum	Maksimum	Ortalama	UYO
Eylül	6.2	9.1	17.3	34.6	26.0	24.8
Ekim	76.6	33.1	12.4	25.8	19.1	17.4
Kasım	88.2	48.9	5.7	15.5	10.6	9.8
Aralık	190.8	70.2	3.1	9.9	6.5	4.3
Ocak	67.6	62.7	0.1	7.8	4.0	1.8
Şubat	77.4	63.6	0.4	10.9	5.7	3.8
Mart	135.2	70.9	3.1	13.7	8.4	9.5
Nisan	152.6	64.1	5.8	17.8	11.8	13.9
Mayıs	45.8	47	11.1	28.3	19.7	19.3
Haziran	0	10	17.8	35.4	26.6	26.6
Toplam	840.4	479.6	-	-	-	-
Ortalama	-	-	-	-	13.8	13.12

\*Diyarbakır Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nün yıllık iklim rasatlarından alınmıştır. UYO: Uzun yıllar ortalaması

Tablo 2'de görüldüğü gibi özellikle Ekim, Kasım, Aralık, Mart ve Nisan aylarında kaydedilen yağışlar uzun yıllar ortalamasına göre sapma göstermiştir. Ayrıca, tabloda görüldüğü üzere buğdayın suya ihtiyaç duyduğu dönemlerde gerçekleşen yağış miktarı uzun yıllar ortalamasının üzerinde olmuştur. Yeterli yağış miktarının gerçekleşmesi verim potansiyeline bağlı olarak bazı genotiplerin tane verimine olumlu olarak yansımıştır. Ortalama sıcaklık verileri incelendiğinde ise uzun yıllar ortalamasına yakın değerlerin olduğu

ve kaydedilen verilerin uzun yıllara ait ortalama değerlerden önemli bir sapma göstermediği görülmüştür. Toprak analizi sonuçları incelendiğinde deneme alanı topraklarının killi olduğu, reaksiyon olarak hafif alkali karakterli ve organik madde miktarı bakımından fakir olduğu söylenebilir. Toprağın içerdiği makro besin elementlerinin miktarlarına bakıldığında ise P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> miktarının çok düşük, K<sub>2</sub>O (potasyum) miktarının ise orta sınıfta olduğu görülmektedir (Tablo 3).

**Tablo 3.** Deneme Yeri Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Tekstür sınıfı	Derinlik (cm)	Organik madde (%)	CaCO <sub>3</sub> (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg da <sup>-1</sup> )	K <sub>2</sub> O (kgd <sup>-1</sup> )	Toplam tuz (%)	Su ile doygunluk (%)	pH
Killi	0-30	0.96	7.31	1.49	94.38	0.023	72.5	8.15

### İncelenen Özellikler

Araştırmada, tane verimi için parselin tamamı hasat edildikten sonra birim alandan elde edilen verim miktarı kg da<sup>-1</sup> dönüştürülerek belirlenmiştir. Bin tane ağırlığını belirlemek için öncelikle 400 tane sayılıp g cinsinden ağırlığı belirlenmiş ardından elde edilen değer 2.5 ile çarpılarak 1000 tane ağırlığı tespit edilmiştir. Hektolitre ağırlığını ve protein oranını belirlemek amacıyla NIT spectrometre cihazı kullanılmıştır. Elde edilen verilerin varyans analizleri JMP 13.0 pro paket programı kullanılarak yapılmıştır. Önemli (p≤0.01 veya p≤0.05 göre ) bulunan özelliklerin ortalamaları Tukey testi ile gruplandırılmıştır. Ayrıca özellikler arasındaki

ilişkilerin görsel sunumu için Genstat 12<sup>th</sup> paket programı kullanılmış ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda oluşturulan GGE biplot grafiği yorumlanmıştır.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Varyans analizi sonuçlarına göre; çeşitler arasında incelenen özellikler bakımından istatistiksel olarak önemli (P<0.01 ve P<0.05 ) farklılıklar görülmüştür (Tablo 4). Her bir özellik için çeşitler arasında oluşan farklılıklar Tukey testine göre değerlendirilmiştir. Çalışmada özellikle kalite parametrelerinde birçok hatın incelenen özellikler yönünden kontrol çeşitlerden üstün olduğu belirlenmiştir (Tablo 5).

**Tablo 4.** Kareler Ortalamasına Ait Varyans Analiz Tablosu

Varyans Kaynakları	SD	TV	HL	BTA	PRT
Model	129	7570.22	2.78	10.23	0.60
Blok	5	2315.96	0.22	1.88	0.1
Genotip	124	7253.02*	2.83**	9.76**	0.59**
Hata	20	2958.78	0.17	1.68	0.06
T (0.05)		439.56	3.35	10.49	1.97
DK (%)		9.04	0.51	3.54	2.43

\* 0.05, \*\* 0.01 düzeyinde önemli, DK: Değişim Katsayısı, SD: Serbestlik Derecesi, TV: Tane Verimi, HL: Hektolitre ağırlığı, BTA: Bin tane Ağırlığı, PRT: Protein Oranı

**Tablo 5.** İncelenen Özellikler Bakımından Genotiplerden Elde Edilen Değerler ve Oluşan Gruplar

Genotip (G)	Tane verimi (kg da <sup>-1</sup> )	Hektolitre (kg hl <sup>-1</sup> )	Bin tane (g)	Protein (%)
G1	415.8 ab	79.39 x-d1	34.55 b-n	9.91 f-e1
G2	462.2 ab	80.49 q-d1	36.15 b-n	10.01 c-e1
G3	440.5 ab	80.59 o-d1	36.15 b-n	10.01c-e1
G4	490.8 ab	81.56 c-b1	37.75 a-n	10.71 b-d1
G5	515.0 ab	82.19 a-x	38.35 a-n	10.11 b-d1
G6	465.8 ab	83.89 a-p	37.95 a-n	9.91f-e1
G7	582.8 ab	80.89 i-c1	31.75 i-m	9.31 m-e1
G8	597.8 ab	81.79 a-b1	34.95 b-n	10.21 b-e1
G9	625.2 ab	79.09 y-d1	33.75 c-n	10.01 c-e1
G10	680.5 a	81.19 e-c1	35.95 b-n	10.31 b-e1
G11	617.5 ab	82.09 a-z	35.95 b-n	<b>11.71 a-g</b>
G12	648.5 a	81.29 c-b1	37.55 a-n	11.01 a-d1
G13	425.0 ab	83.89 a-p	35.35 b-n	<b>12.61 a</b>
G14	549.2 ab	83.19 a-t	34.75 b-n	9.21 q-e1
G15	541.5 ab	82.89 a-v	34.95 b-n	9.31 m-e1
G16	538.3 ab	<b>84.69 a-d</b>	37.15 a-n	9.91 f-e1
G17	645.5 a	83.19 a-t	41.55 a-n	9.61 h-e1
G18	646.3 a	82.79 a-w	37.35 a-n	9.91 f-e1
G19	695.3 a	81.89 a-b1	36.95 a-n	10.01 c-e1
G20	647.0 a	81.99 a-b1	38.15 a-n	9.11 q-e1
G21	670.1 a	83.71 a-r	39.51 a-n	9.79 e-e1
G22	186.3 ab	82.81 a-w	38.11 a-n	10.19 b-e1
G23	<b>813.0 a</b>	83.11 a-t	37.51 a-n	9.49 i-e1
G24	708.6 a	82.81 a-w	38.31 a-n	10.49 b-e1
G25	665.3 a	<b>84.51 a-f</b>	38.71 a-n	9.69 h-e1
G26	573.0 ab	82.31 a-y	38.51 a-n	9.49 i-e1
G27	649.0 a	83.11 a-t	36.11 b-n	8.99 r-e1
G28	570.0 ab	84.01 a-m	39.71 a-n	9.79 e-e1
G29	642.1 a	<b>84.91 a</b>	39.51 a-n	10.39 b-e1
G30	658.3 a	81.71 b-b1	38.11 a-n	10.49 b-e1
G31	706.8 a	82.51 a-x	33.51 c-n	9.69 h-e1
G32	<b>749.8 a</b>	82.41 a-y	35.11 b-n	10.09 c-e1
G33	654.3 a	82.91 a-v	35.51 b-n	9.59 h-e1
G34	683.8 a	82.31 a-y	36.11 b-n	9.09 g-e1
G35	659.8 a	82.71 a-x	37.11 a-n	9.19 p-e1
G36	663.5 a	82.61 a-x	35.71 b-n	9.29 m-e1
G37	549.5 ab	83.11 a-t	33.31 d-n	9.99 e-e1
G38	576.3 ab	82.01 a-b1	35.31 b-n	9.69 h-e1
G39	525.3 ab	82.11 a-z	23.51 m	10.19 b-e1
G40	538.0 ab	84.11 a-k	36.71 a-n	10.79 a-d1
G41	486.8 ab	82.47 a-x	37.55 a-n	9.47 j-e1
G42	547.0 ab	81.27 f-b1	39.35 a-n	9.37 k-e1
G43	566.5 ab	79.57 u-d1	35.15 b-n	9.77 g-e1
G44	475.3 ab	84.27 a-h	39.95 a-n	11.57 a-a1
G45	494.2 ab	84.17 a-i	39.35 a-n	11.47 a-b1
G46	477.5 ab	83.67 a-r	42.35 a-f	<b>11.97 abc</b>
G47	692.5 a	81.37 b-b1	36.35 a-n	8.67 w-e1
G48	530.7 ab	81.57 a-b1	<b>43.35 a-d</b>	11.37 a-b1
G49	586.7 ab	80.67 m-d1	35.55 b-n	10.77 a-d1
G50	693.3 a	83.77 a-r	39.35 a-n	10.67 ad1
G51	681.2 a	83.27 a-t	34.75 c-n	10.77 a-d1
G52	673.2 a	79.57 u-d1	33.75 e-n	10.27 b-e1
G53	578.7 ab	<b>84.37 a-e</b>	40.35 a-n	<b>11.67 a-y</b>



**Tablo 5-Devam**

G54	625.0 ab	81.97 a-a1	39.35 a-n	9.17 p-e1
G55	614.7 ab	84.27 a-h	35.15 b-n	9.27o-e1
G56	601.5 ab	81.57 a-b1	38.35 a-n	9.27 o-e1
G57	669.0 a	78.67 b1-e1	37.75 a-n	9.77 g-e1
G58	681.5 a	80.57 p-d1	41.35 a-n	10.17 d-e1
G59	655.8 a	82.47 a-x	<b>44.55 ab</b>	11.17 a-b1
G60	656.2 a	82.47 a-x	40.15 a-n	10.67 a-d1
G61	572.2 ab	81.31 e-b1	37.11 a-n	9.97 e-e1
G62	478.5 ab	83.31 a-s	35.11 b-n	10.47 b-e1
G63	477.0 ab	80.81 j-c1	39.71 a-n	<b>12.07 a-d</b>
G64	647.2 ab	81.61 a-b1	40.31 a-n	10.27 c-e1
G65	626.4 a	84.21 a-1	<b>42.71 a-f</b>	9.87 e-e1
G66	571.4 ab	83.41 a-s	37.91 a-n	9.37 j-e1
G67	660.0 a	82.01 a-b1	35.31 b-n	9.37 j-e1
G68	657.2 a	76.01 e1	39.91 a-n	9.07 s-e1
G69	583.7 ab	82.61 a-x	37.51 a-n	10.77 a-d1
G70	516.5 ab	78.81 z-e1	35.11 b-n	10.17 c-e1
G71	<b>745.5 a</b>	81.41 d-b1	36.71 a-n	9.67 h-e1
G72	668.4 a	81.01 g-c1	34.11 b-n	10.87 a-d1
G73	644.7 a	82.31 a-y	33.91 c-n	9.97 e-e1
G74	635.2 a	79.61 v-d1	33.51 c-n	10.17 c-e1
G75	539.9 ab	80.11 t-d1	40.11 a-n	9.07 s-e1
G76	618.0 ab	<b>84.61 a-f</b>	38.71 a-n	10.07 c-e1
G77	622.7 ab	82.41 a-y	36.11 b-n	9.07 s-e1
G78	592.7 ab	82.41 a-y	31.31 h-m	10.57 b-e1
G79	525.2 ab	83.41 a-s	36.51 a-n	10.87 a-d1
G80	512.7 ab	82.91 a-u	36.91 a-n	9.67 h-e1
G81	527.7 ab	80.93 h-c1	34.35 b-n	9.83 e-e1
G82	503.5 ab	77.33 d1-e1	29.35 lm	10.33 b-e1
G83	571.9 ab	80.63 n-c1	38.55 a-n	11.13 a-b1
G84	636.7 a	81.83 a-b1	32.75 f-n	9.63 h-e1
G85	612.5 ab	81.73 a-b1	37.75 a-n	9.63 h-e1
G86	691.2 a	83.33 a-t	38.55 a-n	9.93 e-e1
G87	657.7 a	83.03 a-t	32.55 f-n	9.73 h-e1
G88	641.7 a	83.83 a-q	34.55 b-n	10.13 b-e1
G89	669.4 a	80.43 r-c1	34.55 b-n	10.23 b-e1
G90	633.7a	82.13 a-z	33.55c-n	11.53 a-b1
G91	666.7 a	81.43 b-b1	37.35 a-n	10.13 b-e1
G92	589.5 ab	82.23 a-y	31.95 g-n	11.33 a-b1
G93	578.7 ab	83.73 a-q	34.55 b-n	11.03 a-d1
G94	578.5 ab	81.33 c-b1	30.95 j-m	9.43 l-e1
G95	529.4 ab	83.03 a-t	35.95 b-n	9.93 e-e1
G96	587.4 ab	82.03 a-z	38.55 a-n	9.63 h-e1
G97	654.5 a	83.83 a-q	37.35 a-n	10.03 c-e1
G98	591.9 ab	82.43 a-y	37.15 a-n	11.23 a-b1
G99	688.0 a	82.23 a-y	35.15 b-n	10.03 c-e1
G100	643.0 a	83.13 a-t	35.55 b-n	10.23 b-e1
G101	<b>749.9 a</b>	81.67 a-b1	34.91 b-n	8.73 v-e1
G102	666.6 a	83.87 a-p	35.91 b-n	9.63 h-e1
G103	677.1 a	82.17 a-y	36.11 b-n	9.93 e-e1
G104	710.6 a	81.57 a-b1	39.11 a-n	9.73 f-e1
G105	601.2 ab	81.77 a-b1	40.91 a-n	10.43 b-e1
G106	656.7 a	83.57 a-r	39.71 a-n	8.73 v-e1
G107	575.6 ab	81.87 a-b1	<b>43.91 a-e</b>	10.03 c-e1
G108	478.4 ab	82.57 a-x	37.71 a-n	9.33 n-e1
G109	593.6 ab	82.67 a-x	<b>46.71 a</b>	9.93 e-e1
G110	568.7 ab	81.27 c-b1	37.31 a-n	10.23 b-e1
G111	687.2 a	84.17 a-1	35.91 b-n	10.43 b-e1
G112	734.7 a	82.67 a-x	36.31 b-n	10.63 b-d1
G113	<b>737.6 a</b>	83.47 a-r	34.71 b-n	9.63 h-e1
G114	638.2 a	82.87 a-v	42.11 a-n	9.83 e-e1
G115	704.6 a	80.27 s-d1	41.11 a-n	8.93 q-e1
G116	631.2 a	80.77 k-c1	36.51 b-n	9.43 i-e1
G117	556.1 ab	81.67 a-b1	33.91 d-n	9.93 e-e1

**Tablo 5-Devam**

G118	569.6 ab	82.67 a-x	39.31 a-n	9.63 h-e1
G119	625.7 ab	83.37 a-t	38.11 a-n	10.43 b-e1
G120	437.7 ab	77.87 c1-e1	37.51 a-n	11.13 a-b1
Dinç	624.2 a	83.10 a-n	34.50 gl	9.50 q-e1
Pehlivan	594.9 a	80.35 w-c1	36.13 c-n	9.30 u-e1
Esperia	532.3 a	81.52 l-y	32.70 kl	10.52 c-d1
Tekin	627.3 a	83.47 a-g	38.73 b-n	9.32 t-e1
Ceyhan-99	588.9 a	79.53 a1-d1	34.10 hkl	10.02 h-e1
Ortalama	603.0	82.13	36.89	10.01
Minimum	186.3	76.01	23.51	8.67
Maksimum	813.0	84.91	46.71	12.61
En yüksek kontrolden daha üstün hat sayısı	-	5	66	46

**Not:** Bold olarak yazılan değerler ilgili özellik bakımından en iyi olan hatlara ait değerleri göstermektedir.

### Tane Verimi ve Hektolitire Ağırlığı

Çalışmada genotipler arasında tane verimi bakımından %5, hektolitire ağırlığında %1 düzeyinde önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir (Tablo 4). Genotiplerin tane verimi potansiyeli, birçok tarımsal karakterin doğrudan veya dolaylı olarak etkisi altında oluşan, tarımsal karakterlerin bileşkesi olarak tanımlanabilecek bir özelliktir. Diyarbakır koşullarında ekmeklik buğdayda yapılan bir çalışmada, tane veriminin 514.5-820.9 kg da<sup>-1</sup> arasında değiştiği bildirilmiştir. Ayrıca, tane veriminin çalışmanın yapıldığı ekoloji, genotiplerin kalıtımı ve agronomik uygulamaların etkileşiminin bileşkesi olduğu vurgulanmıştır. Oransal olarak tane verimi potansiyelinde genetik faktörlerin belirleyici olduğu bildirilmiştir [8, 9, 10]. Çalışmada G23 (813.0 kg da<sup>-1</sup>), G32 (749.8 kg da<sup>-1</sup>), G71 (745.5 kg da<sup>-1</sup>), G101 (749.9 kg da<sup>-1</sup>) ve G113 (737.6 kg da<sup>-1</sup>)'ün tane verimi yönünden en iyi hatlar olduğu görülmüştür.

Diyarbakır koşullarında yapılan başka bir ekmeklik buğday çalışmasında Augmented Deneme Desenine göre tane veriminin 354.51-810.77 kg da<sup>-1</sup>, hektolitire ağırlığının 77.46- 82.10 kg hl<sup>-1</sup> aralığında farklılık gösterdiği bildirilmiştir [11]. Isparta ve Bingöl koşullarında ekmeklik buğdayda yapılan bir çalışmada hektolitire ağırlığı için sırasıyla; 76.0-82.0 kg hl<sup>-1</sup> ve 76.4-81.4 kg hl<sup>-1</sup> değerlerinin elde edildiği bildirilmiştir [12, 13]. Bu çalışmada hektolitire ağırlığının 76.01-84.91 kg hl<sup>-1</sup> arasında değişim göstermesi araştırmada kullanılan genotipler arasında geniş bir varyasyonun olduğunu göstermektedir. Bu yönüyle elde edilen sonuçlar benzer değildir.

### Bin Tane Ağırlığı ve Protein Oranı

Bin tane ağırlığı tane verimi üzerinde etkili olan önemli teknolojik kalite parametrelerinden biridir. Bin tane ağırlığının üretim sezonu içerisinde verim ve verim komponentlerinin (başak uzunluğu, başak ağırlığı, başaktaki başakçık ve tane sayısı, metrekaresindeki başak sayısı vs.) birbiriyle rekabetinden etkilenen bir özellik olduğu, Aydın İlinde ekmeklik buğdayda 2 yıl süren bir çalışmada bin tane ağırlığı ortalamasının 22.1-42.0 g arasında değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir [14]. Bu çalışma, bin tane ağırlığı bakımından elde edilen 23.51-46.71

g aralığındaki geniş varyasyon değerleri ile farklılık göstermiştir. Daha yüksek değerlerin elde edilmesi çalışmaların yapıldığı ekolojik koşulların farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Buğdayın işleneceği ürün grubunu belirlemede tane protein içeriği büyük bir önem teşkil etmektedir. İnsan beslenmesinde büyük bir önemi olan proteinler insan vücudunda yapıcı ve onarıcı rolünü üstlendiğinden dolayı buğday tanesindeki protein oranı değerlidir. Tane protein oranı %6-22 arasında geniş bir rence sahiptir. Bu durum protein oranının genetik faktörler ile beraber önemli ölçüde çevre koşullarından etkilenmesinden kaynaklanmaktadır [15, 16]. Genotip sayısı (120 hat ve 5 çeşit) oldukça fazla olan bu çalışmada protein oranının %8.67-12.61 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.

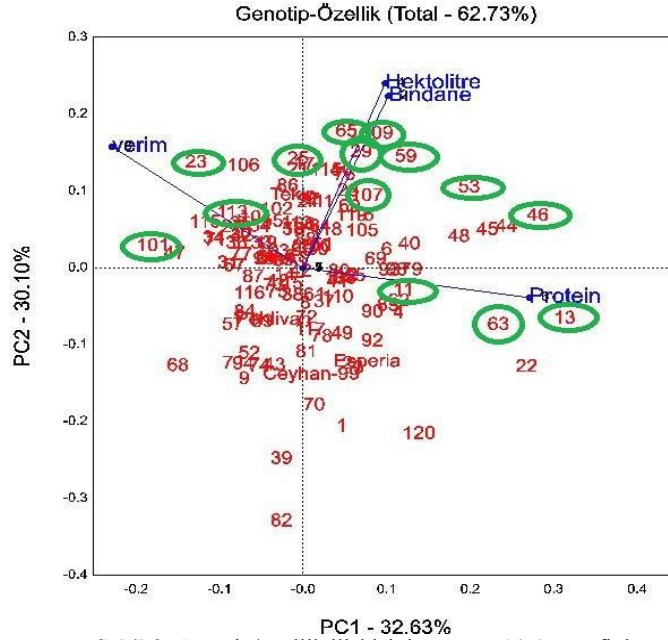
### Genotip-Özellik İlişkisinin GGE Biplot Analizi İle İncelenmesi

GGE biplot analizi genotipler ile özellikler arasındaki ilişkiyi görsel olarak sunmak suretiyle buğday ıslahçılarının işini kolaylaştırmaktadır. Biplot modelinin vektörler ile sunumunda, herhangi bir özelliği temsil eden vektör orijin merkezinden uzaklaştıkça yani vektör uzadıkça genotipler arasındaki varyasyon artmaktadır [17, 11].

Bu doğrultuda, araştırılan tüm özelliklerde varyasyonun yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 2). Ayrıca, garafikte gösterilen vektörler arasındaki açı <90° pozitif, >90° negaif, =90° korelasyon yoktur şeklinde değerlendirilmektedir [18, 19, 20, 21]. Buna göre Şekil 2 değerlendirildiğinde, hektolitire ağırlığı ile bin tane ağırlığı arasında pozitif bir korelasyon, tane verimi ile protein oranı arasında ise negatif korelasyon olduğu açık bir şekilde görülmektedir. Bu ilişkiyi doğrulayan korelasyon tablosu önem seviyesini p≤0.01 düzeyinde ortaya koymuştur (Tablo 6). Özellikler bazında öne çıkan genotipleri değerlendirdiğimizde tane veriminde; G23, G32, G71, G101, G113, hektolitire ağırlığında; G16, G25, G29, G53 ve G76, bin tane ağırlığında; G48, G59, G65, G107 ve G109 protein oranında ise; G11, G13, G46, G53 ve G63 hatları ön sıralarda yer almıştır (Şekil 2 ve Tablo 5).

İncelenen özellikler arasındaki korelasyonu (pozitif, negatif veya korelasyon yoktur) ve korelasyonun önem düzeyini gösteren Tablo 6 incelendiğinde bin tane ağırlığı ile hektolitreye ağırlığı arasında pozitif ve önemli bir korelasyon olduğu belirlenirken, tane

verimi ile protein oranı arasında ise önemli fakat, negatif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bu sonuçların GGE biplot grafiğini teyit eder düzeyde önemli sonuçlar olduğu görülmüştür.



Şekil 2. Genotip/özellik ilişkisini gösteren biplot grafiği

Tablo 6. İncelenen Özellikler Arasındaki İlişkiyi Gösteren Korelasyon Tablosu

Özellikler	Tane verim (kg da <sup>-1</sup> )	Hektolitreye ağırlığı (kg hl <sup>-1</sup> )	Protein oranı(%)
Hektolitreye ağırlığı	0.0804	-	-
Protein oranı	-0.2521**	0.0695	-
Bin tane ağırlığı	0.0486	0.2356**	0.0581

## SONUÇ

Diyarbakır İli koşullarında Augmented Deneme Deseninde yağışa dayalı koşullarda yürütülen bu çalışma sonucunda; İncelenen tüm özelliklerde ümitvar hatlar olduğu belirlenmiştir. Hektolitreye ağırlığı ile bin tane ağırlığı arasında pozitif ve önemli korelasyon olduğu belirlenirken, protein oranı ile tane verimi arasında negatif ve güçlü bir korelasyon olduğu görülmüştür. Araştırma konusu hatlar, incelenen özellikler yönünden kontrol çeşitleri ile kıyaslandığında; tane veriminde hatların neredeyse tamamına yakını kontrol çeşitleri (kontrol olarak kullanılan tüm çeşitler 'a' grubunda yer almıştır) ile aynı grupta yer almıştır. Hektolitreye ağırlığında; 5, bin tane ağırlığında; 66, protein oranında; 46 hattın en yüksek değere sahip kontrol çeşitten daha üstün olduğu belirlenmiştir. Ümitvar olarak görülen hatlar (tane veriminde; G23, G32, G71, G101, G113, hektolitreye ağırlığında; G16, G25, G29, G53 ve G76, bin tane ağırlığında; G48, G59, G65, G107 ve G109 protein oranında ise; G11, G13, G46, G53 ve G63)

bir üst kademe olan ileri kademe verim denemelerine aktarılmıştır. Ayrıca, her bir özellikte en iyi olan hatlar ıslah programlarında ebeveyn olarak kullanılmak üzere tohumları muhafaza altına alınmıştır. Çalışmada, verim denemelerine aktarılan hatların farklı çevrelerde en az 3 yıl denemek suretiyle ıslah süreçlerinin devam ettirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

## TEŞEKKÜR

Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü bünyesinde faaliyetlerine devam eden ve bu projeyi (Proje Numarası: TAGEM/TBAD/Ü/18/A7/P1/255) finansal olarak destekleyen GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi'ne teşekkür ederiz.

## KAYNAKÇA



- [1] TMO. Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü hububat sektör raporu. <https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/sektorraporlari/hububat2019.pdf>. Erişim Tarihi: 01.05.2021.

- [2] TÜİK. Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel üretim istatistikleri, tuik.gov.tr, 2020.
- [3] Karaman M. Evaluation of the physiological and agricultural properties of some of bread wheat (*Triticum aestivum L.*) genotypes registered in Turkey Using Biplot Analysis. Pak. J. Bot., 52:6 1989-1997, 2020
- [4] Stone P.J., Savin, R. Grain Quality and Its Physiological Determinants. in: Satorre M.H., Slafer G.A. Wheat, Ecology and Physiology of Yield Determination. Food Products Press, New York, p. 85120, 2000.
- [5] Bonfil D.J., Karnieli A. Raz M. Mufradi I., Asido S., Egozi H., Hoffman A. Schmilovitch Z. Decision support system for improving wheat grain quality in the mediterranean area of Israel. Field Crop Research, 89 153-163, 2004.
- [6] Peterson R.G. Agricultural Field Experiments Design and Analysis, Marcel Dekker, Inc. 409, 1994.
- [7] Zadoks J.C., Chang T.T., Konzak C.F. A Decimal Code for The Growth Stages of Cereals. Weed Research, 14 415-421, 1974.
- [8] Dokuyucu T., Akkaya A., Nacar A., İspir B. Kahramanmaraş koşullarında bazı ekmeklik buğdayların verim, verim unsurları ve fenolojik özelliklerinin incelenmesi, Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi, 22-25 Eylül, 16-20, Samsun, 1997.
- [9] Anıl H. Samsun ekolojik şartlarında yetiştirilen bazı ekmeklik buğday çeşitlerinde verim, verim unsurları ve kalite kriterlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü Yüksek lisans tezi, Samsun, 2000.
- [10] Doğan Y., Kendal E. Diyarbakır koşullarında bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum L.*) genotiplerinin tane verimi ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 23:3: 199-208, 2013.
- [11] Karaman M. Seydoşoğlu S., Çam B. Diyarbakır ili koşullarında augmented deneme deseninde ekmeklik buğday (*Triticum aestivum L.*) Genotiplerinin Tarımsal Özellikler Yönünden İncelenmesi. Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, 8:9 195-205, 2020.
- [12] Özen S., Akman Z. Yozgat ekolojik koşullarında bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 10:1 35-43, 2015.
- [13] Aktaş A. Bingöl ekolojik koşullarında bazı buğday (*Triticum aestivum L.*) çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, s. 34, 2018.
- [14] Koca Y.O., Dere Ş., Ereku O. İleri ekmeklik buğday hatlarında tane verimi ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 8:2 15 – 22, 2011.
- [15] Anjum F.M., Ahmad I., Butt M.S., Sheikh M.A., Pasha I. Amino acid composition of spring wheats and losses of lysine during chapati baking, J. of Food Composition and Analysis, 18 523-532, 2005.
- [16] Ereku O., Yiğit A., Koca Y.O., Ellmer F., Weib K. Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum L.*) çeşitlerinin kalite potansiyelleri ve beslenme fizyolojisi açısından önemi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25 31-36, 2016.
- [17] Abate F., Mekbib, F., Dessalegn, F. GGE biplot analysis of multi-environment yield trials of durum wheat (*Triticum turgidum Desf.*) genotypes in North Western Ethiopia. American Journal of Expanded Agriculture, 8 120-129, 2015.
- [18] Erdemci İ. Investigation of genotype  $\times$  environment interaction in chickpea genotypes using AMMI and GGE biplot analysis. Turk Journal of Field Crops, 23:1 20-26, 2018.
- [19] Kendal E., Karaman M., Tekdal S., Doğan S. Analysis of promising barley (*Hordeum vulgare L.*) lines performance by AMMI and GGE biplot in multiple traits and environment. Applied Ecology and Environmental Research 17:2 5219-5233, 2019.
- [20] Kendal E., Tekdal S., Karaman M. Proficiency of biplot methods (AMMI and GGE) in the appraisal of triticale genotypes in multiple environments, Applied Ecology and Environmental Research, 17:3 5995-6007, 2019.
- [21] Karaman M. Evaluation of yield and quality performance of some spring bread wheat (*Triticum aestivum L.*) genotypes under rainfall conditions, International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences, 4:1 19-26, 2020.

## NOMA Superiority Condition for Rayleigh Fading Channels

Enis KÖRPE<sup>1</sup>, Bilge KARTAL ÇETİN<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Department of Electrical and Electronics Engineering, Faculty of Engineering, Ege University, İzmir, Turkey

✉: bilge.kartal@ege.edu.tr,  <sup>1</sup>0000-0001-8271-9059,  <sup>2</sup>0000-0002-3338-1538

Received (Geliş): 25.04.2021    Revision (Düzelme): 31.05.2021    Accepted (Kabul): 06.06.2021

### ABSTRACT

Non-orthogonal Multiple Access (NOMA) is a new generation multiple access technique in which multiple users simultaneously share the same frequency band. In the implementation of NOMA, the choice of user pairs that will use the same frequency is a determining factor for the NOMA superiority condition due to Successive Interference Cancellation (SIC) mechanism on the receiver. However, performance of NOMA depends on SIC mechanism which relies on the order of the user in a NOMA cluster. In the literature, it has been shown that utilizing distance based order of the users for user pairing outperforms over the random pairing and an analytical boundary distance is derived for NOMA superiority condition for a path loss based channel model. In this study, the path loss based NOMA superiority condition respect to the Orthogonal Multiple Access (OMA) was investigated in terms of the spectral efficiencies for Rayleigh channel model in a cellular uplink and the results were compared with an analytical boundary value derived for a path loss based channel model in the literature. In addition, the effect of power ratio of the users on the NOMA superiority condition is investigated and accuracy of the derived analytical model is validated with numerical results for both channel models. The results reveal that the NOMA superiority condition based on distance changes depend on the assumed channel model, but assuming the channel as Rayleigh fading or path loss based channel does not make a significant difference. In addition, it is observed that the accuracy of the derived NOMA superiority condition changes with the power ratios for both channel models and the gap between numerical and analytical results is larger in Rayleigh channel compared to path loss based channel model.

**Keywords:** Cellular uplink, non-orthogonal multiple access, NOMA superiority condition.

## Rayleigh Sönümlmeli Kanalda NOMA Üstünlük Koşulunun Belirlenmesi

### ÖZ

Dikgen olmayan çoklu erişim (NOMA) birden fazla kullanıcının aynı frekans bandını aynı anda kullanması ilkesine dayanan yeni nesil çoklu erişim tekniğidir. NOMA uygulamasında alıcı üzerindeki Ardışık Girişim İptali (SIC) mekanizması nedeniyle aynı frekansı kullanacak kullanıcı çiftlerinin seçimi NOMA üstünlük durumu için belirleyici bir faktördür. Ancak NOMA'nın performansı, bir NOMA kümesindeki kullanıcının sırasına dayanan SIC mekanizmasına bağlıdır. Literatürde, kullanıcı eşleştirilmesi için kullanıcıların mesafe tabanlı sıralamasının kullanılmasının rastgele eşleştirmeden daha iyi performans gösterdiği ve yol kaybı tabanlı bir kanal modeli varsayımıyla NOMA üstünlük koşulu için analitik bir sınır mesafesinin türetildiği gösterilmiştir. Bu çalışmada, NOMA'nın dikgen çoklu erişime (OMA) göre üstünlük koşulu hücresel yukarı yönlü bağlantıdaki Rayleigh kanal modeli için spektrum verimliliği açısından incelenmiş ve yol kaybı temelli kanal modeliyle karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada, Dikey Çoklu Erişim'e (OMA) göre yol kaybına dayalı NOMA üstünlük koşulu, bir hücresel yukarı bağlantıda Rayleigh kanal modeli için spektral verimlilikler açısından araştırılmış ve sonuçlar, literatürdeki yol kaybı tabanlı kanal modeli için türetilen bir analitik sınır değeri ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca, kullanıcıların güç oranının NOMA üstünlük koşuluna etkisi araştırılmış ve türetilen analitik modelin doğruluğu, her iki kanal modeli için sayısal sonuçlarla doğrulanmıştır. Sonuçlar, mesafe değişikliklerine dayalı NOMA üstünlük koşulunun varsayılan kanal modeline bağlı olduğunu, ancak kanalı Rayleigh sönümleme veya yol kaybı tabanlı kanal olarak kabul etmenin önemli bir fark yaratmadığını ortaya koymaktadır. Ayrıca, her iki kanal modeli için de elde edilen NOMA üstünlük koşulunun doğruluğunun güç oranları ile değiştiği ve Rayleigh kanalında sayısal ve analitik sonuçlar arasındaki farkın yol kaybı tabanlı kanal modeline göre daha büyük olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Hücresel yukarı yönlü bağlantı, dikgen olmayan çoklu erişim, NOMA üstünlük koşulu

## INTRODUCTION

In the past few decades of the cellular communication development, Frequency division multiple access (FDMA), time division multiple access (TDMA) and code division multiple access (CDMA) were utilized as the orthogonal channel access techniques in 1G, 2G and 3G, respectively. In Long-Term Evolution (LTE) (4G) and LTE-Advanced (4.5G), orthogonal frequency division multiple access (OFDMA) is adopted as the Orthogonal Multiple Access (OMA) method [1]. In OMA, orthogonal frequencies are assigned to cellular users, therefore there is no mutual interference between users and this enables to use simplified receivers. OMA schemes are sufficient for system-level throughput, but high traffic demands of future 5G network have led to search alternative channel access mechanisms for improved spectral efficiency [2, 3] NOMA is seen as a promising candidate as a multiple access technique for the spectral performance improvement in next-generation cellular communications. In NOMA, multiple users simultaneously share the same frequency band [3, 4]. In [5], the results show that NOMA provides 30% more throughput than OMA counterpart. In addition, NOMA provides an efficient way to increase the user fairness [6].

The operating principle of NOMA has a mechanism called SIC at the receiver where decoding is done successively. In SIC, the weakest signal can be extracted by subtracting stronger inter-user interferences with superposition coding [7]. NOMA increases spectral efficiency using SIC mechanism [8]. The SIC technique is applied differently in uplink and downlink;

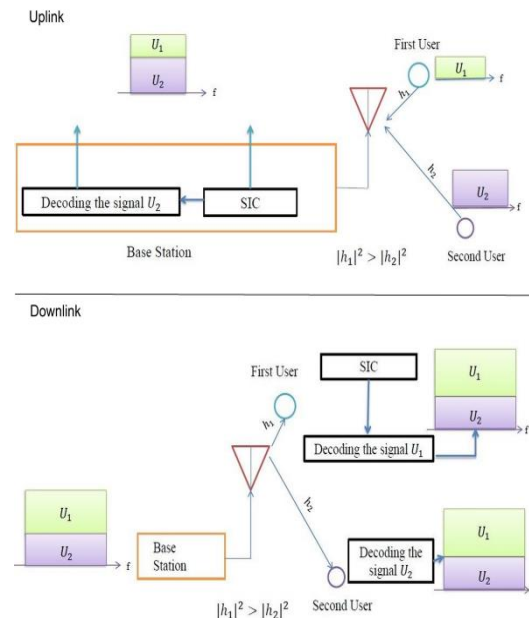
In uplink (at top in Figure 1), the base station (BS) first decodes the signal of the cell center user ( $U_1$ ) with a large channel gain ( $|h_1|^2$ ).

Because, for the cell center user the received signal power at BS is likely to be the stronger at the BS as it has the stronger channel gain compared to the cell edge user. In this step, the signal of the cell edge user ( $U_2$ ) with weak channel gain ( $|h_2|^2$ ) is considered as interference.

In the second step, the BS decodes the signal of the cell edge user with a weak channel gain ( $|h_2|^2$ ) after subtracting the signal of the strong user from the received superimposed signal.

In downlink (at bottom in Figure 1), the base station allocates more power to the weak user ( $U_2$ ) than the strong user ( $U_1$ ). The strong user implements SIC and decodes its own signal. According to the power allocation at the base

station, this signal is much weakened to the user ( $U_2$ ) having a weak channel gain ( $|h_2|^2$ ) because the signal of the strong user ( $U_1$ ) is sent at low power. In this way, the weak user ( $U_2$ ) could decode the signal at the interference of the strong user ( $U_1$ ).



**Figure 1.** Implementation of SIC in NOMA in uplink and downlink

NOMA superiority condition is one of the popular research topics. The conditions that NOMA ensures better spectral efficiency than OMA is called NOMA superiority condition. In NOMA, the selection of user pairs that is going to share the channel is a crucial factor for NOMA superiority condition due to the SIC mechanism applied at the receiver. In addition, interferences values depend on the power allocation and it is done based on user order inside a NOMA cluster but follows an opposite principle of water-filling mechanism. The most of the literature utilize a distance based ordering of the users due to its less complexity and analytical tractability [9-15]. In [9], NOMA and OMA spectrum efficiencies were compared according to their distance from the base station (BS) and the NOMA superiority condition was derived for both users assuming only a basic channel model where the channel gain depends a distance based channel model (path loss model). In [13], the mean rate coverage probability per cluster was calculated for NOMA and OMA respect to the radius of a cluster and NOMA superiority condition was obtained in terms of the average rate coverage.

In this paper, different than the study in [9], we investigate the spectral efficiency for Rayleigh fading channels and compare it with the basic

channel model to determine whether it affects NOMA superiority conditions. Accuracy of the user ranking based on distance is investigated in [16] and it is concluded that for two user NOMA clusters it is reasonable to use distance based ordering of the user for Rayleigh channels. Specifically, the role of the user distances from base station for NOMA superiority condition for Rayleigh channels is investigated for the selection of user pairs that share the same channel in the cellular uplink. (Preliminary results of this study have been presented in [17]). In fact, the NOMA is always superior to OMA in terms of the sum spectral efficiency. However, each individual user's spectral efficiency needs to be investigated in terms of NOMA superiority conditions as well as the sum spectral efficiency. The Main contribution of this work is two folds;

i) It has been shown in [9] that the distance based user pair selection conditions for two user NOMA cluster is significance compared to the random user pairing. We investigate whether distance based conditions for NOMA superiority derived for the basic channel model in [9] is valid for Rayleigh fading channels and if so how much the results differ from the conditions derived for the basic channel model.

ii) As the power allocation is crucial for the performance of NOMA, we investigate the effect of power ratios on NOMA superiority conditions. To the best of our knowledge, in the current literature [9, 13-18] about the NOMA superiority, where a distance based ranking of the users are utilized as a link quality metrics, neither the power control nor the effect of power ratios has not been considered. We also evaluate the accuracy of the derived boundary distance for NOMA superiority for different power ratios. It has been shown that for both channels, the selection of user pairs is important for the NOMA superiority condition to be valid for both users.

## METHODOLOGY and SYSTEM MODEL

We consider a scenario where uplink channel is shared by two user with NOMA principle. We implemented the scenario in MATLAB. We assume that a base station runs SIC mechanism to decode the superimposed signal of two users. It is assumed that the first user has always stronger channel. Therefore, the base station decodes the first user's signal by treating the second user's interference as noise. However, the base station decodes the second user's signal after subtracting the first user's decoded signal from the superimposed signal. Hence, the second user's signal is decoded without any interference caused by the first user. The spectral efficiencies for NOMA and OMA users ( $C^{NOMA}$  and  $C^{OMA}$ ) are calculated using Shannon formula in

Equation 1, 2 and 3. The channel gains ( $|h_i|^2$ ) for two channel models are calculated through Equations 4 and 5.

$$C_1^{(NOMA)} = \log_2 \left( 1 + \frac{P_1 * |h_1|^2}{P_2 * |h_2|^2 + N_0} \right) \quad (1)$$

$$C_2^{(NOMA)} = \log_2 \left( 1 + \frac{P_2 * |h_2|^2}{N_0} \right) \quad (2)$$

$$C_i^{(OMA)} = 0.5 * \log_2 \left( 1 + \frac{P_i * |h_i|^2}{N_0} \right) \quad (3)$$

$$|h_i|^2_{\text{basicchannel}} = (d_i)^{-\alpha} \quad (4)$$

$$|h_i|^2_{\text{Rayleighfading}} = \exp (d_i)^{-\alpha} \quad (5)$$

where  $P_1$  and  $P_2$  are transmission powers and  $N_0$  is the power spectral density of the Gaussian noise at the BS. The distance between the BS and  $i^{\text{th}}$  user is represented as  $d_i$  and  $\alpha$  is the common path loss component. In Equation 3, similar to [9], we consider a TDMA based OMA where the uplink channel is allocated to each user half of the duration at which the BS serves the users, the multiplier 0.5 is used to represent this behavior. Equation 4, for the basic channel model the channel gain ( $|h_i|^2$ ) is described as a simplified distance dependent path loss model. Equation 5 describes an exponential distributed channel coefficient when the channel is assumed as Rayleigh fading. The limit distances at which NOMA superior to OMA is calculated by applying the following condition [9]:

$$C_i^{(NOMA)} > C_i^{(OMA)}, \forall i = 1, 2 \quad (6)$$

Utilizing Equation 6, the necessary condition that guaranties the superiority of NOMA over OMA is determined as  $d_2 > d_1$  and  $d_2 > d_{lim}$ , where user 1 (having good channel) located at  $d_1$ , while the user 2 (having poor channel) is located at  $d_2$ . Then the value of  $d_{lim}$  is derived as follows [9],

$$d_{lim} = \left( \frac{\sqrt{1 + P_{N1} d_1^{-\alpha}}}{P_{N2}} \right)^{-\frac{1}{\alpha}} \quad (7)$$

where  $P_{N1}$  and  $P_{N2}$  denote the transmit power of strong and weak user normalized by the  $N_0$ .

This result is derived by substituting Equation 4 into Equation 1,2 and 3.

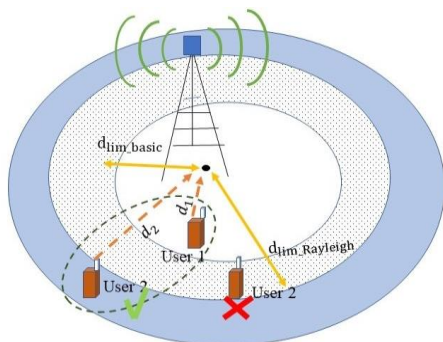
**RESULTS and DISCUSSION**

Results are obtained for spectral efficiencies averaging over 1000 random networks. The cell-center user and the cell-edge user were referred to as strong user and weak user, respectively, and their distances to the base station were expressed as  $d_1$  and  $d_2$ , respectively. Numerical values are presented in Table 1. Note that in NOMA power allocation to the user does not follow the water-filling principle because of the SIC mechanism at the receiver. Instead, the user with poor channel is allocated more power while the user having strong channel transmit with less power. For the numerical analysis we choose an arbitrary ratio of 0.8 and set the users' transmission (Tx) power accordingly, later we investigate the NOMA superiority condition for different power ratios as well.

**Table 1.** The numerical values

Parameters	Value
Noise power ( $N_0$ )	$10^{-10}$ W/Hz
Total tx power ( $P_1$ )	0.2 W
Path loss exponent ( $\alpha$ )	4
Tx power of the user 1 ( $P_1$ )	0.089 W
Tx power of the user 2 ( $P_2$ )	0.111 W
Tx Power ratio of the users ( $P_1/P_2$ )	0.8

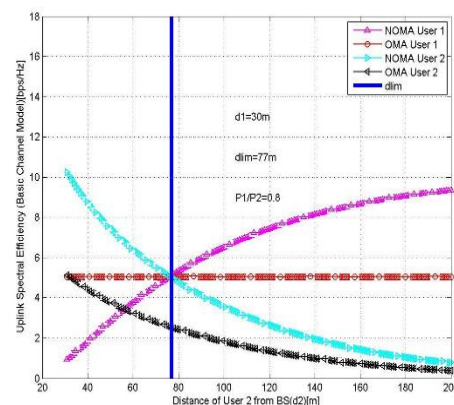
We investigated NOMA superiority conditions for a scenario where the strong user is located at a reference distance ( $d_1$ ) from the BS while the weak user is located at a distance of  $d_2$ . We calculated the spectral efficiency value as a function of the weak user's distance from the base station ( $d_2$ ). The illustration of the scenario is shown in Figure 2.



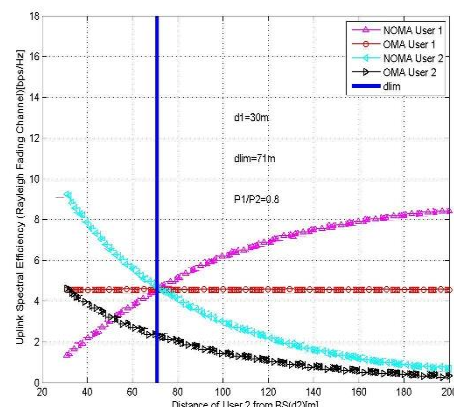
**Figure 2.** NOMA dominant condition ( $d_2 > d_{lim}$ ) for user 1 for the Path Loss based Channel model [9] and Rayleigh Channel model ( $d_1=30m$ )

OMA and NOMA uplink spectral efficiencies were calculated for the distance values of cell-edge user (weak user, ( $d_2$ )) which follows the condition of  $d_1 < d_2$ . By selecting a strong user with  $d_1 = 30$  m at a fixed reference point, the limit value ( $d_{lim}$ ) of the weak user's distance is determined for the NOMA superiority condition. The results are shown in Figure 3 and Figure 4.

In Figure 3, it can be seen that for a strong user at a distance of  $d_1 = 30$  m,  $d_2 > d_{lim} = 77$  m is NOMA superiority condition for the first user. Note that  $d_{lim}$  value that is found by Equation 8 is 76 m, there is a 1m gap between numerical results and the derived analytical limit distance (Equation 8). Therefore, the second user sharing the channel with NOMA principle should be chosen as farther distance of 77 m from the base station. As the distance  $d_2$  is increased, SINR (signal-to-interference-plus-noise ratio) of the weak user decreases and its interference to the strong user decreases, so SINR and spectral efficiency of the strong user increase. However, as can be seen from the Figure 3 NOMA is always superior to OMA for the weak user.



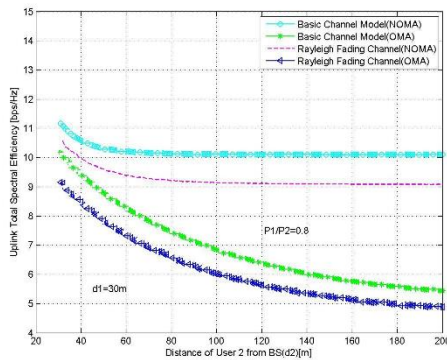
**Figure 3.** NOMA superiority condition for the path loss based channel model [9]



**Figure 4.** NOMA superiority condition for Rayleigh Fading Channel.



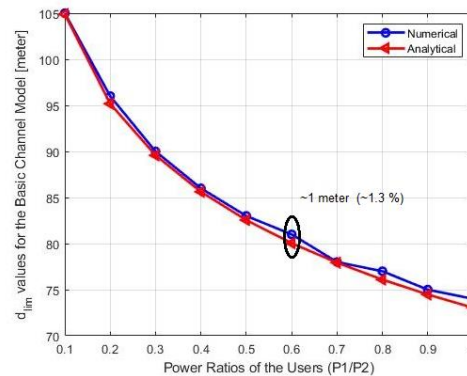
In Figure 4, it can be seen that NOMA superiority condition slightly changes when Rayleigh fading channel is used. The limit value decreases ( $d_{lim}=71m$ ) and NOMA superiority condition becomes  $d_2 > 71$  m. We conclude that for the Rayleigh channel, the gap between numerical results and the derived analytical limit distance (Equation 8) has increased. Thus, the strong user in NOMA begins to be superior to OMA at the smaller value of distance  $d_2$ . However, this difference between the distances for the superiority condition is very limited. In OMA, there is no interference between the first user and the second user. Since SINR of the first user only depends on the distance  $d_1$ , increasing the distance  $d_2$  does not affect its SINR and hence its spectral efficiency stays unchanged. For the second user, when distance  $d_2$  increases, SINR and spectral efficiency decreases as seen in Figure 3 and Figure 4.



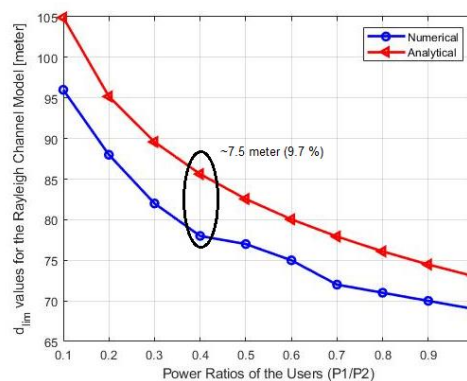
**Figure 5.** Sum spectral efficiencies for Rayleigh Fading Channel and Path Loss based Model in [9]

Sum spectral efficiencies for NOMA and OMA were calculated for two channel models and the results have shown in Figure 5. It can be seen that the basic channel model assumption results in higher spectral efficiency values for both NOMA and OMA channel access schemes compared to the Rayleigh fading channel model assumption. As can be seen from the Figure.5, the sum spectral efficiency of NOMA does not change for both channel models at the farther distances than NOMA superiority value ( $d_{lim}$ ). It is because of that when the second user (the weak user) went farther from the base station, its spectral efficiency decreases, and its interference to the first user (the strong user) decreases as well. Therefore, the spectral efficiency for the first user increases while the spectral efficiency of the second user decreases as it is seen in Figure 3 and Figure 4. This opposite effect results a constant sum spectral efficiency for the distances farther than NOMA superiority distance. However, the sum spectral efficiency of NOMA is greater than

the sum spectral efficiency of OMA as NOMA always outperforms OMA for the second user. In order to see the effect of power ratio on accuracy of the distance based analytical NOMA superiority condition, we obtained the  $d_{lim}$  distances as a function of power ratios as shown in Figure 6 and Figure 7 for both channel models. In Figure 5, it is seen that derived analytical superiority distance is very accurate but the gap between the numerical and analytical  $d_{lim}$  values is larger for the Rayleigh channel as seen in Figure 6. For both channel models, when the transmission power ratio of the users ( $P_1/P_2$ ) gets closer to 1, the limit value ( $d_{lim}$ ) decreases; this means that NOMA becomes superior to OMA for smaller distances of user 2 ( $d_2 > d_{lim}$ ). This is inherent results of the difference between channel gains of the users. User 1 is assumed having good channel gains while user 2 has poor channel due to its farther location. Hence, while transmission powers are getting closer to each other ( $P_1/P_2 = 1$ ), user 2 needs to be located in closer location to the BS to compensate its poor channel gain.



**Figure 6.** Boundary distance as a function of Tx power ratios for NOMA superiority condition for Path Loss based Channel model ( $d_1=30m$ )



**Figure 7.** Boundary distance  $d_{lim}$  as a function of Tx power ratios for NOMA superiority condition for Rayleigh channel model ( $d_1=30m$ ).

## CONCLUSION

In this study, NOMA superiority condition is determined for the Rayleigh Channel Model and compared with the basic channel model counterpart studied in [9]. As presented in [9], the choice of the user pair that will share the same frequency is important due to the channel gain values in order to choose NOMA over OMA in terms of the spectral efficiency. In this study, we concluded that these conditions derived for NOMA superiority are also valid for the Rayleigh fading channels, but NOMA superiority condition changes according to the channel model and this change is not significant. As expected, because of neglecting the multipath fading, the basic channel model assumption studied in [9] results ~1 bps/Hz higher individual and sum spectral efficiencies for both NOMA and OMA compared to the Rayleigh fading channel. NOMA provides higher spectral efficiency for the cell-edge user in both cases, because it is not affected by the cell-center user's interference due to the SIC mechanism. Regarding the transmission power ratios of the users and the accuracy of the derived boundary distance ( $d_{lim}$ ) obtained from Equation 7; it is observed that accuracy of the analytical model is slightly changing for the basic channel model the gap between numerical values is at maximum of ~1.3%. However, for Rayleigh channel model the gap between analytical and numerical results has larger value at a maximum of 9.7%. Note that utilized analysis methodology consider only two user NOMA clusters, practical figure for many user NOMA clusters might be different as importance of user ranking would be come up more. As a future work, the analytical methodology for the NOMA superiority condition can be extended for more practical channel models and considering more users in the NOMA clusters.



## REFERENCES

- [1] Andrews J.G., Buzzi S., Choi W., Hanly S.V., Lozano A., Soong A.C.K., Zhang J.C. What will 5G be?, *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*. 32:6 1065-1082, 2014.
- [2] Beniebbour A., Saito Y., Kishiyama Y., Li A., Nakamura T. Concept and practical considerations of non-orthogonal multiple access (noma) for future radio access. *International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems*. 770-774, 2013.
- [3] Hasna M.O., Alouni M.S., Bastami A., Ebbini E.S. Performance analysis of cellular mobile systems with successive co-channel interference cancellation. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 2:1 29-40, 2003.
- [4] Islam S.M.R., Avazov N., Dobre O.A., Kwak K. Power-domain non-orthogonal multiple access (noma) in 5g systems: Potentials and challenges, *IEEE Communications Surveys Tutorials*. 19:2, 721-742. 2017.
- [5] Körpe E., Kartal B. Effect of different channel models on noma superiority condition, 3rd International Balkan Conference on Communications and Networking. 1-5, 2019.
- [6] Saito Y., Kishiyama Y., Benjebbour A., Nakamura T., Li A., Higuchi K. Non-orthogonal multiple access (noma) for cellular future radio access, *77th IEEE Vehicular Technology Conference*. 1-5, 2013.
- [7] Prasad R. *OFDM for Wireless Communications Systems*, Artech, 2004.
- [8] Tabassum H., Ali M.S., Hossain E., Hossain M.J., Kim D.I. Uplink Vs. Downlink NOMA in Cellular Networks: Challenges and Research Directions, *IEEE 85th Vehicular Technology Conference (VTC Spring)*, p. 1-7, 2017.
- [9] Timotheou S., Krikidis I. Fairness for non-orthogonal multiple access in 5G systems, *IEEE Signal Processing Letters*. 22:10 1647-1651, 2015.
- [10] Mahady I. A., Bedeer E., Ikki S., Yanikomeroglu H. Sum-Rate Maximization of NOMA Systems under Imperfect Successive Interference Cancellation, *IEEE Commun. Lett.* 23 474-477, 2019.
- [11] Chen Z., Ding, Z., Dai X., Zhang R. An Optimization Perspective of the Superiority of NOMA Compared to Conventional OMA, in *IEEE Transactions on Signal Processing*, 65:19 5191-5202, 2017.
- [12] Shi Z., Ma S., ElSawy H., Yang G., Alouini M. Cooperative HARQ-Assisted NOMA Scheme in Large-Scale D2D Networks, in *IEEE Transactions on Communications*, 66:9 4286-4302, 2018.
- [13] Sharma P., Kumar A., Bansal M. Performance analysis of downlink NOMA over  $\eta$ - $\mu$  and  $\kappa$ - $\mu$  fading channels. *IET Communications*, 4 522-531, 2020.
- [14] Wei Z.L., Yang D.W.K., Yuan Ng.J., Hanzo L. On the Performance Gain of NOMA Over OMA in Uplink Communication Systems, in *IEEE Transactions on Communications*, 68:1 536-568, 2020.
- [15] Mankar P.D., Dhillon H.S. Downlink Analysis of NOMA-Enabled Cellular Networks With 3GPP-Inspired User Ranking," in *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 19:6 3796-3811, 2020.
- [16] Tabassum H., Hossain E., Hossain J. Modeling and analysis of uplink non-orthogonal multiple access in large-scale cellular networks using poisson cluster processes, *IEEE Transactions on Communications*. 65:8 3555-3570, 2017
- [17] Z. Shi, S. Ma, H. ElSawy, G. Yang and M. Alouini, "Cooperative HARQ-Assisted NOMA Scheme in Large-Scale D2D Networks," in *IEEE Transactions on Communications*, 66:9 4286-4302, 2018.
- [18] Salehi M., Tabassum H., Hossain E. Accuracy of Distance-Based Ranking of Users in the Analysis of NOMA Systems, in *IEEE Transactions on Communications*, 67:7 5069-5083, 2019.

## Bitkisel Orjinli İmmunomodulatorler ve Hayvan Sağlığında Kullanım Olanakları

Kerim Emre YANAR<sup>1</sup>, Mustafa Sinan AKTAŞ<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Klinik Bilimler Bölümü, Veteriner Fakültesi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye

✉: emre.yanar@atauni.edu.tr,  0000-0001-7302-7077,  0000-0002-7206-5757

Geliş (Received): 12.02.2021

Düzeltilme (Revision): 27.03.2021

Kabul (Accepted): 31.03.2021

### ÖZ

İmmunomodulatorler, bağışıklık sistemini etkileyerek immun sistem üzerinde uyarıcı veya baskılayıcı etki gösteren veya bu sistem üzerinde regüle edici özelliklere sahip maddeler olarak tanımlanmaktadır. Bu maddeler arasında, bakteri ve bakteriyel ürünler, bitkisel immünomodulatorler, hayvansal ekstraktlar, aşılarda, kompleks karbohidratlar, besinsel faktörler, sitokinler ve sentetik bir kısım kimyasal bileşikler sayılabilir. Doğada aynı zamanda immünomodulator etkili birçok bitki de bulunmaktadır. Bu derleme çalışmasında, immünomodulator etkili bitkiler, bunların içerdikleri etkin maddeler ile bu maddelerin etki şekilleri detaylı olarak incelenmiştir. Çalışmanın amacı, söz konusu bitkisel immünomodulatorlerin pet hayvanlarının, ruminantların ve atların tedavilerinde kullanım olanaklarının araştırılmasıdır.

**Anahtar Kelimeler:** İmmunomodulator, immun sistem, tıbbi bitkiler, immüno-supresif, hayvan sağlığı

### Herbal Immunomodulators and Possibilities for Use on Animal Health

#### ABSTRACT

Immunomodulators are defined as substances that stimulate or suppress the immune system by affecting the immune system, or have regulatory properties on this system. These substances include some bacterial and bacterial products, plant-derived immunomodulators, animal extracts, vaccines, complex carbohydrates, nutritional factors, cytokines and some synthetic chemical compounds. In nature, there are also many plants with immunomodulatory effects. In this review study, plants with immunomodulatory effects, their active ingredients and their mode of action were examined in detail. In addition, results of the studies regarding with possibilities of using these herbal immunomodulators in the treatment of pet animals, ruminants as well as horses were evaluated.

**Keywords:** Animal health, Immunomodulator, immun system, immunosuppressive, medical plants

#### GİRİŞ

Son yıllarda birçok ülkede kaliteli, sağlıklı ve güvenilir hayvansal gıda tüketimi konusundaki tüketici hassasiyeti hızla artmaktadır. Uzun süreli kontrolsüz kullanılan başta antibiyotikler olmak üzere veteriner ilaçlarının hayvansal gıdalardaki kalıntıları, alerji, nefropati, antibiyotiğe dirençli bakterilerin insanlara transferi, normal bağırsak florasının bozulması, immünopatolojik etkiler, kanserojenite, mutajenlik, kemik iliği toksisitesi, üreme bozuklukları ve hepatotoksinite gibi çeşitli yan etkilere neden olabilmektedir [1]. Bunların yanı sıra, antibiyotik kalıntıları, et ve süt ürünlerinde faydalı mikroorganizmaların gelişmesini önleyerek gıdaların işlenmesi sırasında önemli teknolojik sorunlara da sebep olmaktadır. Ayrıca et ve süt gibi ürünlerde biriken kimyasal toksik metabolitler de halk sağlığı açısından endişe yaratan diğer bir faktördür [2, 3]. Bu endişeler nedeniyle başta 1986 yılında İsveç'te ve daha sonra Avrupa'da 2005 yılında antibiyotiklerin büyütmeye faktörü olarak kullanımı yasaklanmıştır. Avrupa'nın bu kararından sonra 1 Ocak 2006 yılında ülkemizde antibiyotiklerin hayvan yemlerinde büyütmeye faktörü olarak kullanılması yasaklanmıştır [4].

Artan dünya nüfusu ile birlikte, insanların neden olduğu aşırı kirlenme, organik dengelerin bozulması gibi birçok

olumsuz neden insanoğlunun geleceğini tehdit etmekte ve dünya canlıları için her geçen gün yaşanması zor bir hale gelmektedir [5]. Bu olumsuzlukların ortadan kaldırılması, hayvan, insan, toprak ve bitkilerden oluşan ekolojik dengenin korunması ve iyileştirilmesi için organik bitkisel üretim ve organik hayvan yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılması ve özendirilmesi önemlidir [6]. Enerji içeriği yüksek olan konsantre yemlerle besleme sonucunda hayvanlarda tırnak hastalıkları, mastitis, yağlı karaciğer sendromu, asidozis, ketozis, idrar yolu taşları oluşumu gibi önemli sağlık sorunlarına neden olmaktadır [7].

Hayvanlarda normal fizyolojik aktivitelerin devamlılığı ve güçlü immun sistemin oluşturulabilmesi için hayvanların ihtiyaç duyduğu besin maddelerinin rasyon ile verilmesi gerekmektedir [8]. Bu amaçla, immun sistemin tepkime basamakları çeşitli ilaçlar ve ksenobiyotikler tarafından yönlendirilebilmektedir. İmmunomodulatorler spesifik immün sistemi pozitif veya negatif yönde etkilemektedir. Pozitif yöndeki immün yanıt güçlendirici, negatif yöndeki ise baskılayıcı etki yapmaktadır. Özellikle lenfositlerin çoğalması, farklılaşması ve olgunlaşması aşamaları immünomodulatorlere en duyarlı olan basamaklardır [9,10]. Ayrıca, immünomodulator maddeler antijen sunan hücreleri stimüle eder ve farklı sitokinlerin salgılanmasını da artırır [11]. Söz konusu

immünomodulatorler, malignant, enfeksiyöz ve immünolojik hastalıkların tedavisinde de kullanılmaktadır [12]. Hastalıklarla mücadelede adjuvant olarak kullanılan çeşitli iz element ve vitaminler (Vit A, D, E ve Selenyum) dışında, mevcut olan aşuların etkinliğini artırmak için immünomodulatorlerin aşıyla eşzamanlı olarak kullanımları da yeni bir uygulama olarak ortaya çıkmaktadır [11]. Bu çalışmada, hayvanlarda kullanılan çeşitli immünomodulator etkili bitkiler ve bunların içerdikleri etken maddeler ve etki şekilleri hakkında ayrıntılı bilgilerin verilmesi amaçlanmıştır.

### İmmünomodulatorler

Pratikte immün sistemi uyarıcı immünstimulan terimi ile eş anlamlı olarak da kullanılan immünomodulatorler, bağışıklık sistemini etkileyerek immün sistem üzerinde uyarıcı veya baskılayıcı etki gösteren veya bu sistem üzerinde regüle edici özelliklere sahip maddeler olarak tanımlanmaktadır [13]. İmmünomodulatorler orijinlerine ve etki şekillerine göre bakteri ve bakteriyel ürünler, bitkisel kaynaklılar, hayvansal ekstraktlar, aşular, kompleks karbonhidratlar, besinsel faktörler, sitokinler, sentetik kimyasal bileşikler olarak sınıflandırılabilir gibi; patojenlere spesifik olanlar (patojen-spesifik) ve patojenlere spesifik olmayanlar (non-spesifik) olmak üzere de gruplandırılabilir [14, 15]. Patojen-spesifik immünomodulatorler tedaviden ziyade akut enfeksiyöz hastalıkları önlemek amacıyla yapılan kuduz ve suçiçeği aşuları haricindeki aşular ve antikör reaktiflerini içermektedir. Non-spesifik immünomodulatorler ise başlıca sitokinler, antimikrobiyal peptidler, bazı antimikrobiyal ilaçlar ve probiyotikleri kapsamaktadır [16]. Non-spesifik immünomodulatorler değişik hastalıklara karşı koruyucu ve sağaltım amacıyla kullanılan farklı orijinden bileşikler olup mikrobiyal, sentetik ve endojen kaynaklı olabilirler [12].

İmmünomodülasyon yoluyla, iç veya dış mikroplar veya diğer enfeksiyon ajanları tarafından saldırılara karşı organizmanın direnci artırılabilir; süt sığırlarında meme bezi veya yeni doğan ruminantlarda gastrointestinal sistem gibi hassas bölgelerde lokal koruyucu immün reaksiyonlar geliştirilebilir; mikroorganizmaların neden olduğu hastalıklara karşı güçlü ve uzun süreli bağışıklık tepkisi aktive edilebilir; neonatal dönemde ve genç hassas hayvanlarda spesifik ve spesifik olmayan bağışıklığın olgunlaşması hızlandırılabilir; stres ve çevre kirliliğinin immünespresif etkileri azaltılabilir; aşılama sonrası bağışıklık süresi ve seviyesinin yükseltilmesi sağlanabilir [15].

Enfeksiyonlara karşı yetersiz immün cevap bir takım nedenlere bağlı olarak şekillenmektedir. Bu nedenlerin başında enfeksiyonun bizzat kendisi olup, diğer nedenler arasında özellikle bazı virüs ve bakterilerin neden olduğu birçok enfeksiyonun bağışıklık sistemini baskılaması; hayvanlarda farklı nedenlerle ortaya çıkan stres; özellikle protein, vitamin A, vitamin E, selenyum vb. besin maddelerince yetersiz beslenme; hayvanın fizyolojik durumu (örneğin doğumu yaklaşan dişi

hayvanlarda bağışıklığın zayıflaması); hayvanın yaşı (özellikle çok genç ve yaşlı hayvanlarda bağışıklık baskılanmakta); kanser ve metabolik hastalıklar (koyunlarda gebelik toksemisi, sığırlarda yağlı karaciğer sendromu); yetersiz, günü geçmiş, uygun olmayan şartlarda depolanan ve usulüne uygun olmayan şekilde yapılan aşılama uygulamaları sayılabilir [17-19]. Zayıf bağışıklık sistemi ve yanıtlarına karşı antibiyotik direncinin geliştiği spesifik patojenler, yüksek mortalite oranlarına neden olabilmektedir [20].

İmmünomodulatorler, antimikrobiyal maddelere göre birçok avantajlı yönere sahiptir. İmmünomodulatorler doğrudan mikroorganizmaları etkilemediğinden, mikroorganizmalarda hızlı direnç gelişimine neden olmazlar. Ayrıca antimikrobiyal maddeler, immünespresif vakalarda genellikle etkisiz kalmaktadır. Bu durumda immünomodulatorler daha fazla önem kazanmaktadır [15]. Gallois ve Oswald [21] da antimikrobiyal maddelerin belli bir grup spesifik mikroorganizmalara (bakterilere) karşı olduğunu, buna karşılık immünomodulatorlerin bakteriyel, viral ve fungal ajanlara karşı geniş bir spektrum kapasitesine sahip olduğunu bildirmektedirler.

### İmmünomodulator Etkili Bitkiler

Birçok tıbbi bitkinin immünomodulator özelliğe sahip olduğu bilinmektedir [22]. Söz konusu bir takım yan etkileri (rumen atonisi, rumen mikrobiyal aktivitede azalma, gastro enteritis ve karaciğer hasarı vb.) bulunan ve sağlığı da olumsuz etkileyebilen sentetik orijinli immünomodulatorlerin yerine, son yıllarda daha sağlıklı, güvenilir ve uygun maliyetli bitkisel kaynaklı immünomodulatorlerin hayvan sağlığı alanında kullanımı daha popüler hale gelmiştir [12, 18, 24].

Bitkilerin immünomodulator aktif bileşenleri ve ekstraktlarıyla yapılan araştırmalar, söz konusu maddelerin organizmayı farklı yollarla etkileyerek immün cevabı verebileceğini göstermektedir [25]. Bu etkiler, hücresel düzeyde bağışıklık hücrelerinin proliferasyon hızını regüle ederek, humoral seviyede de antikör üretimini etkileyerek ya da sitokinler veya diğer mediatörlerin (fenolik bileşikler) yapımını artırarak veya azaltarak ortaya çıkabilmektedir [26]. Ayrıca, lenfoid hücre stimülasyonu ile antijen spesifik immünglobulin üretimini, doğal katil hücrelerinin (DKH) sayısının ve nonspesifik immün mediatörlerin sayısının artışıyla da bitkisel immünomodulatorlerin etki gösterdikleri rapor edilmiştir [27]. Klinik denemelerde, adaptojen olarak bilinen bazı bitkilerin strese karşı dayanıklılığı artırdığı ve bu yolla hastalıklara karşı direnci yükselttiği bildirilmiştir [28]. Bu tür bitkilerin etki mekanizmasının genellikle hipotalamik-pituitary-adrenal aks yolunun modülasyonu olduğu; ancak diğer mekanizmaların da immünomodülasyona etkisinin olabileceği aynı bilim insanları tarafından ileri sürülmüştür.

Yaygın olarak tanınan immünomodulator etkiye sahip bitkilere ait etken maddeler, bunların etki mekanizmaları ile ruminant, at ve pet hayvanlarının sağlığı alanında kullanımlarına ait bilgiler aşağıda özetlenmiştir.

*Allium sativum*

Alliaceae familyasına dâhil olan *Allium sativum*'un (sarımsak) içeriğindeki organosülfür bileşiklerle hayvanlarda tümör gelişimini inhibe ettiği, çeşitli kimyasal karsinogenlerin aktivitesini modüle ettiği, bu etkilerin organizmada DKH aktivasyonu, T lenfositlerin stimülasyonu ve interlökin-2'lerin üretimini artırmasıyla gerçekleştirdiği bildirilmektedir [29]. Sarımsak aynı zamanda makrofaj (oksidatif patlamada artış yoluyla) ve T lenfosit (blastogenesisde artış yoluyla) fonksiyonlarını da artırmaktadır [30]. Son yıllarda, sarımsakta bazı immunmodülatör etkili proteinlerin varlığı saptanmış olmasına rağmen, bunların özellikleri henüz ortaya konulamamıştır [31]. Atlar üzerinde yapılan bir çalışmada yemlerle birlikte 32 mg/kg dozda uzun süreli kuru *Allium sativum* takviyesinin, trakeal hastalıkların semptomlarını ve trakeal eksüdat birikimini azalttığını, ancak hayvanlarda hemoglobin, eritrosit ve hematokrit değerlerde azalmanın meydana geldiği bildirilmiştir [32]. Köpeklerde ise, *Allium sativum*, *Maytenus ilicifolia*, *Psidium guava* ve *Copaifera officinalis*'in ağız boşluğundaki bakteriler üzerindeki antimikrobiyal aktivitesini değerlendirmiş, bal, propolis, zencefil ve nar içeren özütlerle kıyasla *Staphylococcus Aureus*, *Streptococcus Mitis*, *Streptococcus Oralis* ve *Streptococcus Mutans* türlerine karşı bakteri üremesini engellediğini bildirilmiştir [33].

*Aleo vera*

*Aleo vera* Aleoaceae familyasına ait, dünya çapında 300 den fazla varyetesi bulunan ve çoğu tıbbi amaçlı kullanılabilen bir bitkidir. *Aleo vera*'dan iki yeni dihidrokoumarin türevi izole edilmiş ve her ikisinin de superoksit ve hidroksil radikallerine karşı antioksidant aktivitesine sahip olduğu bildirilmiştir [34]. Bileşiklerden birisi fagositik aktiviteyi artırarak ve peritoneal makrofajların oksijen solunum patlamasındaki superoksit anyonların yapımını stimüle ederek immunmodülatör etkisini göstermektedir. 43 tümörlü kedi üzerinde yapılan bir çalışmada, intraperitoneal ve intralesional yolla *Aleo vera*'dan elde edilen bir immunstimulan madde olan acemannan ile tedavi prosedürü belirlenmiştir. Kedilerin 26'sında tümörlerde immunolojik atakların bir delili olarak belirgin bir nekroz veya lenfositik infiltrasyon göz önüne alınmıştır. 13 kediye orta derecede tümör nekrozu, 21'inde lenfoid infiltrasyon, 7'sinde enkapsülasyon, 20'sinde ise tümörde küçülme, tümör nekrozu ve yaşam süresinin uzaması gibi parametrelerle ortaya konulan belirgin bir klinik iyileşme sağlandığı bildirilmiştir [35]. Köpeklerde yapılan bir çalışmada da, *Aleo vera*'nın *Staphylococ* piyodermalarında gentamisine göre daha etkili antibakteriyel ve antiinflamatuvar etkilere sahip olduğunu ve ilerleyen zamanlarda sağlık alanında antibiyotiklerin yerine daha fazla kullanım olanağı bulunacağını bildirilmiştir [36]. Yine köpeklerde yapılan bir çalışmada *Aleo vera* ve *Coriandrum sativum*'un antiobezite ve antidiabetik etkileri incelenmiş, köpeklere 5 haftalık periyotta ilk

hafta kontrol diyeti, 2 hafta bitkisel preparatlardan oluşan diyet ve son 2 hafta arınma diyeti uygulanmıştır. Uygulamanın sonucunda verilen bitki ekstraktı ile hayvanlarda kilo kontrolünü sağlandığı tespit edilmiştir [37].

*Azadirachta indica*

Hint leylağı, yalancı tespih ağacı, neem ağacı olarak da adlandırılan *Azadirachta indica*, Meliaceae'de familyasına ait güçlü bir bağışıklık artıcı etkisi olan bir ağaç türüdür [38]. Bu bitki, organizmanın lenfosit sistemini stimüle ederek makrofaj cevabını artırdığı gibi beyaz kan hücrelerinin yapım hızını da artırmaktadır [39]. *Azadirachta indica* yağı non-spesifik immunstimulan olarak da rol oynar ve sonradan oluşacak mitojenik ve antijenik durumlara karşı kuvvetli bir cevabın ortaya çıkması için hücresele bağışıklık mekanizmalarını seçici olarak aktive eder [40]. Köpekler üzerinde yapılan bir çalışmada, *Azadirachta indica*'nın topikal uygulamasının ticari antibiyotik (Neosporin) kadar etkili olduğunu bildirmiştir [41]. Yine köpeklerde *Azadirachta indica* yağı ve *Azadirachta indica* yaprak ekstraktının *Rhipicephalus sanguineus* kenelerine karşı etkinliğini amitraz ve fipronil ile karşılaştırmalı araştırılmış, araştırmanın sonucunda yağ ve ekstraktın alternatif akarisit olarak kullanılabileceğini ancak amitraz ve fipronil kadar etkili olmadığını bildirilmiştir [42].

*Cedrus deodara*

Anavatanı Himalaya Dağları, Afganistan ve Nepal olan *Cedrus deodara* (Himalaya Sediri) yurdumuzda da Akdeniz kıyılarında yetişen çamgiller ailesine ait bir bitkidir. Yapılan çalışmalarda, *Cedrus deodara*'nın immunmodülatör etkisi yanı sıra enfeksiyonlara, ateşe, enflamasyona, ağrılara, ülsere, kan ve deri hastalıklarına karşı etkili olduğu; anti-hiperglisemik, antispazmodik, anti-kanserojenik, anti-apoptotik özelliklerinin de bulunduğu bildirilmiştir [43]. *Cedrus deodara*'nın ağırlıklı olarak kullanıldığı bitkisel kaynaklı bir kremin büyük ruminantlarda subklinik mastitisle mücadele programında etkinliğinin incelenmesi amacıyla bir çalışma yürütülmüştür. Bu çalışmada, *Cedrus deodara* yağı, *Nilgiri* yağı, *Haridra ghasatva*, *Gandhaprasaarinee ghasatva*, *Madhuyashti ghasatva* and *Shudh gandhaka* içeren bitkisel orjinli jel 5 gün süre ile enfekte Holstein Friesian ve Kankrej ineklerin memelerine topikal olarak uygulanmış ve Koagülaz-pozitif *Staphylococcus*, koagülaz-negatif *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Escherichia coli* ve *Streptococcus agalactiae* enfeksiyonlarının tedavisinde önemli rol oynadığı bildirilmiştir [44].

*Curcuma longa*

Zerdeçal olarak da isimlendirilen *Curcuma longa*, T hücrelerinin aktivasyonunu ve proliferasyonunu azaltan kurkumin etken maddesini içerir. Zerdeçal aynı zamanda B hücrelerinin sayısını da artırmaktadır [45]. İçeriğinde *Curcuma longa* ile birlikte *Glycyrrhiza glabra*, *Eucalyptus globulus* ve *Cedrus deodara*

bulunan bitkisel jelin subklinik mastitis sağaltımında yüksek oranda bir etkinlik gösterdiği de bildirilmiştir [46]. Benzer şekilde, 0.04g *Curcuma longa*, 0.20g *Eucalyptus globulus*, 0.04g *Paedaria foetida*, 0.20g *Glycyrrhiza glabra*, 1.00g *Cedrus deodara* bitkileri ile 1.00g kükürt bulunan jel tedavisi ile meme bezinde toplam bakteri sayısında azalma ve somatik hücrelerin sitokin ekspresyonunda önemli artışlar sağlanmıştır. Bu bitkisel karışımın subklinik Gyr ırkı ve Holstein Friesian x Jersey x Kankrej melezi sığırlarda antibakteriyal ve immunomodülatör etki gösterdiğini ve sığırlarda subklinik enfeksiyonlara karşı alternatif bir tedavi olarak kullanılabileceğini aynı araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir [47].

#### *Echinacea*

*Echinacea* Kuzey Amerikada yetişen, kirpi otu olarak da tanımlanan, Asteraceae familyasından bir bitkidir. Makrofajların aktivasyonu, B ve T lenfositler ile DKH üzerindeki etkileri bakımından önemli olan *Echinacea* katkılı diyetle 14 gün süreyle beslenen yaşlı farelerin kemik iliğinde DKH üretiminin ve olgun fonksiyonel DKH hücre sayısının genç farelerin düzeyine ulaştığı bildirilmiştir [48]. Ayrıca, *Echinacea* da bulunan yüksek molekül ağırlıklı polisakaritlerin immun sistem üzerinde, özellikle fagositoz olmak üzere non-spesifik uyarıcı etkiye sahip olduğu da rapor edilmiştir [49]. *Echinacea*'nın etkinliğinin araştırıldığı başka bir çalışmada 42 gün boyunca atlara *Echinacea* özütleri uygulanmış, çalışmanın sonucunda uygulanan özütün sadece bağışıklık sistemini güçlendirmekle kalmadığı aynı zamanda hemoglobin seviyesi ve eritrosit sayısında da artışlara neden olduğu tespit edilmiştir [50]. Köpeklerde üst solunum yolu enfeksiyonlarında *Echinacea* ile 4 haftalık tedavi sonrasında seröz burun akıntısı, lenfadenomegali, kuru öksürük, dispne ve sertleşmiş akciğer sesleri gibi klinik bulgularda ciddi azalmanın görülmesi bu preparatı köpeklerde alternatif bir tedavi haline getirmiştir [51].

#### *Emblica officinalis (Phyllanthus emblica)*

Hindistan ormanlarında yetişen, küçük-orta büyüklükte ağaç formunda olan bir bitkidir. Hint Bektaşi Üzümü olarak da bilinen bitkinin tedavi amaçlı olarak meyveleri kullanılmaktadır. *Emblica officinalis* immunomodülatör etkiye sahip bir bitki olup, lenfosit proliferasyonu üzerine immunsupressif etki yapmaktadır [52]. Zengin bir vitamin C kaynağı olan *Emblica officinalis*'in DKH aktiviteleri ile antikora bağımlı hücrel sitotoksiteyi artırdığı, dalaktaki katil hücrelerin proliferasyon aktivitelerini 2 kat yükselttiği de rapor edilmiştir [53]. *Emblica officinalis*'in ruminantlarda kullanımı ile ilgili olarak yapılan bir çalışmada, subklinik mastitisli 32 adet melez sağmal sığırın, 250g, 200g ve 150g çekirdeksiz ezilmiş *Emblica officinalis* rasyona ilave edilerek yedirilmiştir [54]. Araştırmada, 200g ve 250g *Emblica officinalis* ilave edilen gruplardan elde edilen sütlerde toplam bakteri sayısının kontrol grubuna göre önemli derecede düşüş gösterdiği, geçiş döneminde ineklerin non-spesifik immunitelerinin

güçlenmesi ile özellikle mastitis insidansının azaldığı tespit edilmiştir.

#### *Ginseng*

Ginseng olarak bilinen bitkisel ilaçlar, Kore veya Asya ginsengi (*Panax ginseng*), sibiryaya ginsengi (*Eleutherococcus senticosus*) ve Amerikan ginsengi (*Panax quinquefolius*) gibi çeşitli bitki türlerinin köklerinden elde edilmektedir. Bütün bu türler, Araliaceae familyasına dâhil olup, her birinin organizmada farklı etkileri bulunmaktadır. *Panax ginseng*'inin farmakolojik olarak etken maddesi triterpen saponinler olan ginsenosidler olup, bunlar vazorelaksasyon, antioksidasyon, anti-inflamasyon ve anti-kanserogenik gibi ginsengin fonksiyonlarından sorumludurlar. Günümüzde yaklaşık 40 adet ginsenosid tanımlanmış ve bunlar arasında en çok R<sub>b</sub>1, R<sub>g</sub>1, R<sub>g</sub>3, R<sub>e</sub>, R<sub>d</sub> ve R<sub>h</sub>1 üzerinde çalışmalar yoğunlaşmıştır [55]. Ayrıca, *Panax ginseng* ile model hayvan olarak ratların kullanıldığı bir çalışmada, bu bitkinin strese bağlı kortikosteroidlerin artışını ve bağışıklığın baskılanmasını azalttığı, strese karşı organizmanın bağışıklığını artırdığı bildirilmiştir [28]. Sığır kanından ve sütünden izole edilen polimorfonükleer lökositlere (PMNL), kurutulmuş ginseng ekstraktından elde edilen ginsenosid R<sub>g</sub>1'in in vitro olarak 10<sup>2</sup> µg/ml dozunda ilavesinin, kontrol grubuna göre fagositik hücrelerin oranını önemli derecede yükselttiği ve ginseng ekstraktının bovine PMNL aktivitesi üzerine immunomodülatör etkisi olduğu da rapor edilmiştir [56].

#### *Glycyrrhiza glabra*

Meyan bitkisi olarak bilinen, yurdumuzda özellikle Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yaygın olarak yetişen bir bitkidir. Meyan bitkisinin kökleri biyolojik açıdan aktif olup, magnezyum ve silisyum kaynağıdır. Bileşiminde nişasta, şekerler, zambak, reçine ve glisirizin bulunmaktadır [57]. *Glycyrrhiza glabra*'nın içerdiği β-glisiretinik asit ve glisirizin adı verilen etkin maddelerin immunomodülatör etkilerinin bulunduğu, immun sistemi ve antioksidant enzim aktivitesini artırarak güçlendirdiği, bağışıklık hücrelerini ve makrofaj fonksiyonlarını stimüle ettiği de bildirilmiştir [58]. Fathallah ve ark., [59] köpeklerde karbontetraklorür ile oluşturulmuş hepatotoksitede *Phoenix dactylifera l* (hurma) ve *Glycyrrhiza glabra* sulu ekstresinin plazma karaciğer belirteci enzim konsantrasyonlarındaki artışı önlediğini, histopatolojik olarak karaciğer hasarını iyileştirdiğini, hepatik parankim fibrozunu ve ödemi durdurduğunu bildirmiştir.

#### *Nigella sativa*

Çörek otu olarak bilinen *Nigella sativa*, genellikle Avrupa, Ortadoğu ve Batı Asyada yetişen, tohumu ve yağı tıbbi amaçlarla da kullanılan, Ranunculaceae ailesine dâhil olan bir bitkidir. *Nigella sativa*'nın yağında ve ekstraktlarında bulunan farmakolojik olarak etken maddesi thymoquinone (C<sub>10</sub>H<sub>12</sub>O<sub>2</sub>) dir. Çörek otu tohumlarının % 30-48'ni thymoquinone oluşturur. *Nigella sativa* ve

thymoquinonenin immunitiyi artırıcı ve güçlendirici, antihistaminik, anti-inflamatuar, anti-hipertensif, hipoglisemik ve anti-kanser etkileri bulunmaktadır [60, 61]. *Nigella sativa* yağı ve ekstraktı immunmodulator etkileri bakımından incelendiğinde, bunların humoral immün cevabı bastırıcı, hücresele immün cevabı ise artırıcı potansiyele sahip oldukları bildirilmiştir [62]. Bu durum, deneysel hayvanlarda splenosit ve nötrofil sayılarını önemli derecede azalması ve periferale lenfosit ve monositleri artırmasıyla oluşmaktadır [58]. *Nigella sativa* yağının içerdiği etken madde olan thymoquinonenin faydalı immunomodülatör etkisinin, T hücreleri ve DKH yolu ile bağışıklık cevabının güçlendirilmesi sonucu ortaya çıktığı bildirilmiştir [63]. İçeriğinde *Nigella sativa* ile *Curcuma longa* bulunan krem formundaki ticari bir preparatın baş ve boyun dermatitli kedilerde 3 hafta süre ile günde iki kez kullanımından sonra, Feline Dermatitisi extent, görsel analog skala ve severity index skorlarının başlangıca kıyasla 7. ve 28. günde çok önemli derecede azaldığı saptanmış ve bu çalışma ile topikal bitkisel orjinli ilaçların kedilerin baş ve boyun dermatitine karşı potansiyel faydası ortaya konulmuştur [64].

#### *Withaniha somnifera*

Hint ginsengi olarak tanımlanan *Withaniha somnifera*, Solanaceae familyasına dâhil olup çalı formunda bir bitkidir. Bitkinin uzun yumru kök kısmı, tıbbi amaçlarla kullanılan kısmını oluşturur. *Withaniha somnifera*'nın immunmodulator, antibakteriyel, anti-kanserojenik etkileri bulunmaktadır [65]. Bitkinin içerdiği etken madde withanalooidler olup, bu madde lakton ve withaferin A ve withanolid A olarak adlandırılan alkoloidlerden oluşmuştur. Ratlarda 25 mg/kg ve 50 mg/kg dozda uygulamanın kan glikoz seviyesi, glikoz intoleransı, kortikosteron seviyesi, gastirik ülser, immunsupresyon ve mental depresyon gibi stres kaynaklı değişimleri baskıladığı bildirilmiştir [66]. İçeriğinde *Withaniha somnifera* bulunan birçok bitkisel preparat karışımlarının etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda, köpeklerde söz konusu *Withaniha somnifera*, *Embllica officinalis* and *Tinospora cordifolia* gibi immunmodulator etkili bitkilerin antikor titrelerini artırdığı, T ve B hücrelerinin blastogenik kapasitelerini sitümüle ettiği bildirilmiştir [67]. Ayrıca, köpek yavrularında ise canine parvoviral ve kuduz gibi viral hastalıklara karşı yapılan aşılmalarda bağışıklık sistemini güçlendirdiği de tespit edilmiştir [68].

## SONUÇ

Son yıllarda batı toplumlarında, antibiyotiklerin bazı yan etkileri (allerji, kemik iliği toksisitesi, normal bağırsak florasının bozulması, kanserojenite, üreme bozuklukları ve hepatotoksisite vs.) ile bakterilerin antibiyotiklere karşı direnç kazanmaya başlamaları sebebiyle bu grup ilaçlara alternatif olabilecek doğal bitkisel preparatlara karşı hızla ilgi artmaktadır. Immunomodülatör etkiye sahip, bağışıklık sistem üzerinde uyarıcı veya baskılayıcı etki gösteren, diğer bir ifade ile bu sistem üzerinde düzenleyici özelliğe sahip

bitkiler ile bunların içerdikleri farmakolojik etken maddeler konusunda kontrollü şartlarda yürütülen çalışmaların sayıları yeterli düzeyde değildir. Özellikle ruminantlarla, atlar ve pet hayvanları üzerinde daha fazla sayıda yapılacak araştırmalara ve elde edilecek sonuçların sahadaki çalışmalara aktarılmasına gereksinim duyulmaktadır.

## KAYNAKÇA

- [1] Yaman İ., Taşçı F. Hayvansal Gıdalarda Antibiyotik Kalıntısı ve Halk Sağlığı Açısından önemi, VIII. Ulusal II. Uluslararası Veteriner Gıda Hijyeni Kongresi, 24-27 Ekim, 2019.
- [2] Beyene T. Veterinary drug residues in food-animal products: its risk factors and potential effects on public health, The Journal of Veterinary Science Technology, 7 1-7, 2016.
- [3] Çoşkun T., Şanlı T. Süt ve süt ürünlerinde kalıntılar, Akademik Gıda, 14 67-74, 2016.
- [4] Selvi M.H., Tapkı İ. The effects of oregano oil (*Origanum onites* L.) on the growth performance and some blood parameters of holstein friesland calves, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 6 935-941, 2019.
- [5] Ak İ. Türkiye'de ekolojik hayvancılık, Türkiye II. Organik Hayvancılık Kongresi, 24-26 Ekim, 2013.
- [6] Çelikyürek H., Karakuş K. Dünya'da ve Türkiye'de organik hayvancılığa genel bir bakış, İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8 299-306, 2018.
- [7] Ak İ. Ekolojik tarım ve hayvancılık, Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi, 1 31-39, 2002.
- [8] Baer C.K., Christiansen H., Scientific Advances in Animal Nutrition, Promise for the New Century: Proceedings of a Symposium, Washington, USA, 2001.
- [9] Baydan E. Bağışıklık Sistemi İlaçları, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı, [https://https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/103672/mod\\_resource/content/0/Ba%C4%9F%C4%B1%C5%9F%C4%B1kl%C4%B1k-2019.pdf.html](https://https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/103672/mod_resource/content/0/Ba%C4%9F%C4%B1%C5%9F%C4%B1kl%C4%B1k-2019.pdf.html), 29 Mart 2021).
- [10] Taçbaş E., Baydan E. Organik hayvan yetiştiriciliğinde hastalıkların sağaltımında kullanılabilecek maddeler, Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 58 117-122, 2018.
- [11] Burakova Y., Madera R.F., Mcvey, D.S., Schlup J.R., Shi J. Adjuvants for animal vaccines, Viral immunology 31 11-22, 2018.
- [12] Gökçe, G., Irmak K., Sural E., Uzlu E. Koyun çiçeğinde immunomodülatörlerin sağaltıcı ve koruyucu etkileri üzerine klinik gözlemler, Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 3 217-221, 1997.
- [13] Asım K., Uzlu E., Karapehlivan M., Öğün M., Merhan O. Buzağılarda İmmunomodülatör Zylexis' in Kan Glutasyon, Malondialdehit, Nitrik Oksit, Toplam ve Lipit Bağlı Sialik Asit Seviyelerine Etkileri, Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi, 5 43-48, 2010.
- [14] Galeotti M. Some aspects of the application of immunostimulants and a critical review of methods for their evaluation, Journal of Applied Ichthyology, 14 189-199, 1998.
- [15] Dhama K., Saminathan M., Jacob S.S., Singh M., Karthik K., Amarpal., Tiwari R., Sunkara L.T., Malik Y.S., Singh R.K. Effect of immunomodulation and immunomodulatory agents on health with some bioactive principles, modes of action and potent

- biomedical applications, *International Journal of Pharmacology*, 11 253-290, 2015.
- [16] Pirofski L.A., Casadevall A. Immunomodulators as an antimicrobial tool, *Current Opinion in Microbiology*, 9 489-495, 2006.
- [17] Burns E.A., Goodwin J.S. Effects of aging on immune function, *Principles and Practice of Geriatric Surgery*, 46-64, 2001.
- [18] França T.G.D., Ishikawa L.L.W., Zorzella-Pezavento S.F.G., Chiuso-Minicucci F., da Cunha M.L.R.S., Sartori A. Impact of malnutrition on immunity and infection, *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases*, 15 374-390, 2009.
- [19] Khanam S. Impact of stress on physiology of endocrine system and on immune system: A review, *International Journal of Diabetes and Endocrinology*, 2 40-42, 2017.
- [20] Laxminarayan R., Bhutta Z., Duse A., Jenkins P., O'Brien T., Okeke I.N., Pablo-Mendez A., Klugman K.P. Drug Resistance. In: Jamison DT, Breman JG, Measham AR editors. *Disease Control Priorities in Developing Countries*, Edition 2, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK11774/2006>, 29 Mart 2021.
- [21] Gallois M., Oswald I.P. Immunomodulators as efficient alternatives to in-feed antimicrobials in pig production, *Archiva Zootechnica*, 11 15-32, 2008.
- [22] Mukherjee P.K., Nema N.K., Bhadra S., Mukherjee D., Braga F.C., Matsabisa M.G. Immunomodulatory leads from medicinal plants, *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 13 235-256, 2014.
- [23] Gupta S.P.R., Reddy K.N., D'Souza P., Agarwal R.K., Agarwal A. Need to Strengthen Herbal Veterinary Sector, *Pharma Times*, 45 45-49, 2013.
- [24] Durmic Z., Blache D. Bioactive plants and plant products: Effects on animal function, health and welfare, *Animal Feed Science and Technology*, 176 150-162, 2012.
- [25] Vogel H.G. *Drug Discovery and evaluations*, Springer-Verlang 2 edition, New -York, ABD s. 775- 790, 2002.
- [26] Singh N., Tailang M., Mehta S. A review on herbal plants as immunomodulators, *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 7:9 3602, 2016.
- [27] Shukla S., Bajpai V.K., Kim M. Plants as potential sources of natural immunomodulators, *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 13 17-33, 2014.
- [28] Thacker E.L. Immunomodulators, immunostimulants, and immunotherapies in small animal veterinary medicine, *The Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice*, 40 473-483, 2010.
- [29] Yasin H., Anjum F., Abrar H., Ghayas S., Masood M. A., Fatima T., Naz M., Jabeen W. Immunomodulators from plant source: a review, *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 4 21-36, 2015.
- [30] Colić M., Vucević D., Kilibarda V., Radicević N., Savić M. Modulatory effects of garlic extracts on proliferation of T-lymphocytes in vitro stimulated with concanavalin A, *Phytomedicine*, 2 117-24, 2002.
- [31] Clement F., Pramod S.N., Venkatesh Y.P. Identity of the immunomodulatory proteins from garlic (*Allium sativum*) with the major garlic lectins or agglutinins. *International Immunopharmacology*, 10 316-324, 2010.
- [32] Saastamoinen M., Särkijärvi S., Hyypä S. Garlic (*Allium sativum*) supplementation improves respiratory health but has increased risk of lower hematologic values in horses, *Animals*, 9 13, 2019.
- [33] Menezes M., Souza M., Botelho R.P. Avaliação in vitro da atividade antimicrobiana de extratos de plantas brasileiras sobre bactérias isoladas da cavidade oral de cães, *Revista Universidade Rural Série Ciências da Vida*, 24 141-144, 2004.
- [34] Zhang X.F., Wang H.M., Song Y.L., Nie L.H., Wang L.F., Liu B., Shen P.P., Liu Y. Isolation, structure elucidation, antioxidative and immunomodulatory properties of two novel dihydrocoumarins from *Aloe vera*, *Bioorganic Medicinal Chemistry Letters*, 16 949-953, 2006.
- [35] Harris C., Pierce K., King G., Yates K.M., Hall J., Tizard I. Efficacy of acemannan in treatment of canine and feline spontaneous neoplasms. *Molecular Biotherapy*, 3 207-213, 1991.
- [36] Kamr A., Arbaga A., El-Bahrawy A., Elsify A., Khaled H., Hassan H. The therapeutic efficacy of *Aloe vera* gel ointment on staphylococcal pyoderma in dogs, *Veterinary World*, 13:11 2371, 2020.
- [37] Wöscher, S., Coenen M., Abraham G., Kuchta K. *Aloe vera* gel and *Coriandrum sativum* seeds: traditional medical plants and their role as anti-diabetic agents in dogs, *Planta Medica*, 85 SL VET-02, 2019.
- [38] Kumar S, Gupta P, Sharma S, Kumar D. A review on immunostimulatory plants, *Journal of Chinese Integrative Medicine*, 9:2 117-128, 2011.
- [39] Kwawukume A.A., Aning K.G., Awuni J.A., Otsyina H., Awumbila B. The effects of *Azadirachta indica* (Neem) leaf extract on white blood cell count and the immune response of chickens vaccinated with newcastle disease vaccine, *International Journal of Current Science*, 7 23-31, 2013.
- [40] Kumar P.S., Mishra D., Ghosh G., Panda C.S. Biological action and medicinal properties of various constituent of *Azadirachta indica* (Meliaceae): an overview, *Annals of Biological Research*, 1 24-34, 2010.
- [41] Wagle B.R., Chetri D.K. Evaluation of wound healing properties of neem (*Azadirachta indica*) in dogs, *International Journal of Herbal Medicine*, 5 5-7, 2017.
- [42] Suraj R.A., Rambarran R., Ali K., Harbajan D., Charles R., Sant C., Georges K., Suepaul S.A. A comparison of the efficacy of two commercial acaricides (fipronil and amitraz) with *Azadirachta indica* (neem) on the brown dog tick (*Rhipicephalus sanguineus*) from canines in Trinidad, *Transboundary and Emerging Diseases*, 67 142-148, 2020.
- [43] Chaudhary A.K., Ahmad S., Mazumder A. *Cedrus deodara* (Roxb.) Loud.: a review on its ethnobotany, phytochemical and pharmacological profile, *Pharmacognosy Journal*, 3 12-17, 2011.
- [44] Verma A.K., Nauriyal D. Therapeutic potential of a topical herbal gel against bovine subclinical mastitis, *Indian Journal of Animal Sciences*, 79 275-277, 2009.
- [45] Abe Y., Hashimoto S., Horie T. Curcumin inhibition of inflammatory cytokine production by human peripheral blood monocytes and alveolar macrophages, *Pharmacological Research*, 39 41-47, 1999.
- [46] Saxena M.J., Hiddi N., Kamalnejad M., Rios J.L. Non antibiotic herbal therapy for mastitis, *Third International Mastitis Seminar*, Telaviv, İsrail, 1995.
- [47] Bhatt V.D., Shah T.M., Nauriyal D.S., Kunjadia A.P., Joshi C.G. Evaluation of a topical herbal drug for its in-vivo immunomodulatory effect on cytokines production and antibacterial activity in bovine subclinical mastitis, *Ayu*, 35:2 198, 2014.
- [48] Currier N., Miller S. Natural killer cells from aging mice treated with extracts from *Echinacea purpurea* are



- quantitatively and functionally rejuvenated, *Experimental Gerontology*, 35 627-639, 2000.
- [49] Dall'Acqua S., Grabnar I., Verardo R., Klaric E., Marchionni L., Luidy-Imada E., Sut S., Agostinis C., Bulla R., Perissutti B., Voinovich D. Combined extracts of *Echinacea angustifolia* DC. and *Zingiber officinale* Roscoe in softgel capsules: Pharmacokinetics and immunomodulatory effects assessed by gene expression profiling, *Phytomedicine*, 65 153090, 2019.
- [50] O'Neill W., McKee S., Clarke A. Immunological and haematonic consequences of feeding a standardised *Echinacea* (*Echinacea angustifolia*) extract to healthy horses, *Equine Veterinary Journal*, 34 222-227, 2002.
- [51] Reichling J., Fitz J., Fürst-Jucker J., Bucher S., Saller R. *Echinacea* powder: treatment for canine chronic and seasonal upper respiratory tract infections, *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, 145 223-231, 2003.
- [52] Sairam K., Rao C.H.V., Babu M.D., Kumar K.V., Agrawal V.K., Goel R.K. Antiulcerogenic effect of methanolic extract of *Emblica officinalis*: an experimental study, *Journal of Ethnopharmacology*, 82 1-9, 2002.
- [53] Bhandari P.R., Kamdod M.A. *Emblica officinalis* (Amla): A review of potential therapeutic applications, *International Journal of Green Pharmacy*, 6 257-269, 2012.
- [54] Pandey A., Singh S.V., Singh N.V., Kant R., Singh J.P., Gupta R.K., Niyogi D. Effect of feeding *Emblica officinalis* (Amla) on milk quality in cattle affected with subclinical mastitis, *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9 1259-1264, 2020.
- [55] Lu J.M., Yao Q., Chen C. Ginseng compounds: an update on their molecular mechanisms and medical applications, *Current Vascular Pharmacology*, 7 293-302, 2009.
- [56] Hu S., Concha C., Cooray R., Holmberg O. Ginseng-enhanced oxidative and phagocytic activities of polymorphonuclear leucocytes from bovine peripheral blood and stripping milk, *Veterinary research*, 26 155-161, 1995.
- [57] Durmaz H., Hülül M., Celik H. *Meyan* (*Glycyrrhiza glabra* L.) bitkisinin antibakteriyel ve antioksidan aktiviteleri, *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 7 37-41, 2018.
- [58] Mukherjee P.K., Nema N.K., Bhadra S., Mukherjee D., Braga F.C., Matsabisa M. Immunomodulatory leads from medicinal plants, *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 13 235-256, 2014.
- [59] Saafi E.B., Louedi M., Elfeki A., Zakhama A., Najjar M.F., Hammami M., Achour L. Protective effect of date palm fruit extract (*Phoenix dactylifera* L.) on dimethoate induced-oxidative stress in rat liver, *Experimental and Toxicologic Pathology*, 63 433-441, 2011.
- [60] Ahmad A., Husain A., Mujeeb M., Khan S.A., Najmi A. K., Siddique N.A., Damanhoury Z.A., Anwar F. A review on therapeutic potential of *Nigella sativa*: A miracle herb. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine*, 3 337-352, 2013.
- [61] Woo C.C., Kumar A.P., Sethi G., Tan K.H. Thymoquinone: potential cure for inflammatory disorders and cancer, *Biochemical Pharmacology*, 83 443-451, 2012.
- [62] Majdalawieh A.F., Fayyad M.W. Immunomodulatory and anti-inflammatory action of *Nigella sativa* and thymoquinone: A comprehensive review, *International immunopharmacology*, 28 295-304, 2015.
- [63] Salem M.L. Immunomodulatory and therapeutic properties of the *Nigella sativa* L. seed, *International Immunopharmacology*, 5 1749-1770, 2005.
- [64] Ural K., Gültekin M., Erdoğan H. Efficacy of Topical *Curcuma longa* and *Nigella sativa* Combination for Feline Head and Neck Dermatitis: An Open Pilot Study, *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 25 517-522, 2019.
- [65] Tiwari R., Chakraborty S., Saminathan M., Dhama K., Singh S.V. *Ashwagandha* (*Withania somnifera*): Role in safeguarding health, immunomodulatory effects, combating infections and therapeutic applications: A review, *Journal of Biological Sciences*, 14: 77-110, 2014.
- [66] Bhattacharya S., Muruganandam A. Adaptogenic activity of *Withania somnifera*: an experimental study using a rat model of chronic stress, *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 75 547-555, 2003.
- [67] Tiwari R., Latheef S.K., Ahmed I., Iqbal H.M.N., Bule M.H., Dhama K., Samad H.A., Karthik K., Alagawany M., El-Hack M.E.A., Yatoo M.I., Farag M.R. Herbal immunomodulators-a remedial panacea for designing and developing effective drugs and medicines: current scenario and future prospects, *Current Drug Metabolism*, 19 264-301, 2018.
- [68] Chauhan R. Effect of Immuplus on humoral and cell mediated immunity in dogs, *Journal of Immunology and Immunopathology*, 1 54-57, 1999.

## İnsan Sağlığı Esaslı Ekmeklik Buğday Kalite Yaklaşımları

Hasan KILIÇ<sup>1</sup>, Abdulkarim HATİPOĞLU<sup>2</sup>, Mehmet ŞAHİN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Tarla Bitkileri Bölümü, Ziraat Fakültesi, Bingöl Üniversitesi, Bingöl, TÜRKİYE.

<sup>2</sup>Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Mardin Artuklu Üniversitesi Mardin, TÜRKİYE

<sup>3</sup>Kalite ve Teknoloji Bölümü Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Konya, TÜRKİYE.

✉: hkilic@bingol.edu.tr,  <sup>1</sup>0000-0002-5242-9680,  <sup>2</sup>000-0002-1487-1953,  <sup>3</sup>0000-0003-2446-5227

Geliş (Received): 16.02.2021

Düzeltilme (Revision): 07.03.2021

Kabul (Accepted): 18.03.2021

### ÖZ

İnsanlık tarihi kadar bir geçmişi olan buğday bitkisi, dünyada talebi artan stratejik öneme sahip sayılı gıdaların başında gelmektedir. Nişasta ve enerji kaynağı olmanın yanı sıra sağlık için gerekli protein, vitaminler, diyet lifi, fitokimyasallar ve antioksidan aktivitesi ile faydalı bir dizi bileşen muhtevasına sahip tam buğday danesi, insan metabolizması ve ihtiyacına göre yaratılmış en uygun gıda kaynağıdır. Yeşil devrim sonrası geliştirilen hexaploid buğday (*Triticum aestivum* L.) rafine edilmiş ürünlerinin diyabet, sindirim sistemi ve obezite gibi hastalıkların sebebi olarak gösterilmesi, kamuoyunda endişelere sebep olmuş bunun sonucu glutensiz ürünlere olan rağbet de artmıştır. Son yıllarda geliştirilen çeşitlerde gluten oranı ve güçlülüğü bakımından genetik ilerleme oranlarında artış kaydedilmekle birlikte gluten ile indüklenen semptomların biyolojik esası yeterince izah edilememiş olup, glutenin çölyak dışı gluten hassasiyeti semptomlarını tetiklediği iddiaları da açık ve net değildir. Öte yandan tam buğday tüketiminin kardiyovasküler hastalık riski, tip-II diyabet ve bazı kanser türlerine yakalanma gibi kronik hastalıkların gelişme riskindeki azalmayla ilişkilendirilmesi, toplumda ciddi talep oluşmasına paralel araştırmacıları da sağlık esaslı kalite özelliklerini belirlemeye itmiştir. Günümüzde kaba hacimli ekmek elde etmeye yönelik rafine unlarına ait belirlenmiş kalite özellikleri ile buna uygun geliştirilen çeşit zenginliği üretimin ihtiyacını karşılayabilmektedir. Ancak depo proteinlerinin belirleyici rol aldığı rafineri unlar için belirlenen kalite özelliklerinin kabuk/kepek (%13-17) ve embriyo (%2-3) kısmının dâhil edildiği tam buğday unlarının kalitelerinin belirlenmesine yönelik çalışmalarda ihtiyaca cevap vermede yetersiz kalacağı anlaşılmaktadır. Bu sebeple tam buğday ve mamüllerine ait kalite özelliklerinin belirlenmesi ile uygun işleme teknolojilerinin geliştirilmesi, uygun çeşit belirlemeye esas çalışmalarda ıslahçılara kolaylık sağlayacaktır. Yüksek tane verimine ek olarak insan sağlığına esas faydalı unsurların içerik ve kompozisyonları bakımından geniş bir varyasyona sahip ekmeklik buğdaylarda amaca uygun genotiplerin geliştirilmesi mümkündür.

**Anahtar Kelimeler:** Ekmeklik buğday, gluten, kalite ıslahı, sağlık, tam buğday

### Bread Wheat Quality Approaches Based on Human Health

#### ABSTRACT

Wheat plant, which has a history as much as human history, is one of the few foods with increasing strategic importance in the world. In addition to being a major source of starch and energy, whole wheat grain, which contains a number of beneficial ingredients with protein, vitamins (notably B vitamins), dietary fiber, phytochemicals and antioxidant activity, is the most suitable food source created according to human metabolism and needs. The portrayal of hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.) refined products developed after the green revolution as the cause of diseases such as diabetes, digestive system and obesity has caused public concern and as a result, the demand for gluten-free products has increased. Although there has been an increase in genetic progression rates in terms of gluten content and strength in varieties developed in recent years, the biological basis of gluten-induced symptoms has not been adequately explained, and the claims that gluten triggers non-celiac gluten sensitivity symptoms are not clear. On the other hand, the association of whole wheat consumption with the reduction in the risk of developing chronic diseases such as cardiovascular disease risk, type-II diabetes and some types of cancer has led researchers to determine health-based quality characteristics in parallel with the serious demand in the society. Nowadays, variety richness developed in accordance with the specified quality characteristics of refined flours for obtaining coarse volume bread can meet the production needs. However, it is understood that the quality characteristics determined for refinery flours in which storage proteins play a decisive role will be insufficient to respond to the need in studies aimed at determining the quality of whole wheat flours, including shell/bran (13-17%) and embryo (2-3%). Therefore, determining the quality characteristics of whole wheat and its products and developing appropriate processing technologies will facilitate the breeders to determine the appropriate variety. In addition to high grain yield, it is possible to develop purpose-based

genotypes in bread wheat, which has a wide variation in terms of nutrients and bioactive components required for healthy nutrition of people.

**Key words:** Bread wheat, gluten, health, quality breeding, whole wheat

## GİRİŞ

Kültüre alınması günümüzden yaklaşık 12 bin sene öncesine dayanması yanı sıra yetiştiriciliği, hasadı, depolanmasındaki kolaylıklar ile insan fitratına uygun bir gıda olması gibi özelliklere sahip buğday, tüm dünyada stratejik bir ürün olarak önem kazanmıştır. İnsanlar için ihtiyaç duyulan günlük kalorienin %19 ve proteinin de %21'inin temin edildiği buğdayın [1, 2], dünyada üretimi 763 mil. ton olup bunun yaklaşık %95'ini ekmeklik (*Triticum aestivum* L) geri kalan %5'ini ise durum buğdaylar (*Triticum durum* Desf.) oluşturmaktadır [3]. Asya ve Afrika'nın bazı bölgelerindeki nüfus artışına paralel olarak gıda tüketimindeki talep artışının devam etmesiyle toplam tüketim son on yılın en yüksek seviyesine ulaşarak [3], global buğday tüketimi 66.8 kg/kişi'ye çıkmıştır [4]. Söz konusu global tüketimin 2027 yılına kadar çoğunlukla insan ihtiyacı olmak üzere %13 oranında artacağı beklenmektedir [5]. Hexaploid ekmeklik buğdaylarda yer alan üç genomdan DD genomundaki genler, hamur reolojisi ve dolayısıyla buğday ununun ekmek yapma özellikleri üzerinde derin bir etkisi olan proteinleri kodlamaktadır [6]. Öte yandan AA ve BB genomlarına sahip tetraploid *Triticum durum* Desf. buğdaylar ise protein özellikleri sebebiyle irmik üretimi için daha uygun olup daha ziyade makarna yapımında kullanılmaktadır [7]. Ekmeklik buğdaylar daneye uygulanan kuvvete göre sert ve yumuşak olmak üzere 2 kategoride değerlendirilmektedir [8]. Esas olarak ekmek yapımında kullanılan sert ekmeklik buğdaylar %10-14 proteine oranına sahip iken, yumuşak ekmeklik buğdaylar (%8-11) daha düşük protein oranlarına sahip olup pasta, kurabiye, kraker, simit gibi çok sayıda mamulde kullanılmaktadırlar [9]. Bu sebeple başta Türkiye olmak üzere ABD ve Kanada gibi devletlerde yüksek proteinli ürünlere daha yüksek fiyat biçilmektedir. Yüksek protein ve güçlü glutenin esas kabul edildiği günümüz kalite anlayışında söz konusu unsurları artırmak adına lokal popülasyonlar, yabani akrabalar ve sentetik kaynaklardan istifade etme cihetine gidilmektedir. İnsan diyetinde en önemli gıda kaynağı [10] ve insan metabolizması için en uygun gıda maddesi olarak [11, 12] kabul edilen buğday, insanın gıda ihtiyacını karşılayabilen yegâne bir tür olarak yaratılmıştır. Gerek Tevrat ve gerekse Kur'an-ı Kerim gibi semavi kitaplarda buğdayın ıslahı, tüketimi ve muhafazası ile alakalı yöntem ve uygulamalardan bahsedilmesi [13, 14] söz konusu ürünün insan gıdası olarak mahzur teşkil etmeden kullanılabilirliğinin bir delili olarak anlaşılmalıdır. Sayılan tüm faydaları ile birlikte, son zamanlarda buğdaydan mamul ürünlerin tüketiminin çölyak [15] ve diyabet [16] gibi bazı hastalıklar ile obeziteye sebep [17] olduğu ile ilgili beyanlar toplumda ciddi endişelerin oluşmasına ve

tüketicilerin farklı beslenme kaynaklarına yönelmesine sebep olmuştur. Nitekim son zamanlarda glutensiz diyetlere olan talepteki artış dikkati çekmektedir. Hâlbuki Çölyak hastalığı genetik yatkınlık ile ilgili bir durum olup [18] genellikle buğday, çavdar ve arpa gibi tahıllarda bulunan gluten tarafından tetiklenen otoimmün bir bağırsak hastalığıdır [19].

Temel gıda konumundaki buğdayın işlenmesindeki teknolojiler, özellikle de mikroelement ve antioksidantların büyük oranda dane kabuğuyla birlikte atıldığı güçlü glutene sahip beyaz undan yapılan ürünler ile ilişkilendirilen çölyak, buğday alerjisi ve çölyak dışı hastalıkların cemiyette görülme oranı sırasıyla %1, %0,63-6 ve %0,1-0,6'dır [20, 21].

Gluten hangi durumlarda zararlı olabilmektedir? Buğday temelde rafine veya rafine edilmemiş şekilde tüketilmekte olup farklı formlardaki tüketim, insan sağlığında farklı etkilere sebebiyet verebilmektedir [22, 23, 16]. Bu sebeple glutenin farklı işlenmiş buğday ürünlerindeki etkisi ayrı ayrı değerlendirilmelidir. Son yıllarda çölyak dışı buğday hassasiyetinde artan yaygınlığın sebebi tam bilinmemekle birlikte, modern buğday işleme teknikleri, tüketicinin immünoreaktif bileşiklere maruziyetini artırma ihtimali üzerinde de durulmalıdır [24]. Bu itibarla insanlarda artan hassasiyetin kaynağını bulmada buğday mamulleri ile birlikte una katılan katkı maddeleri ve uygulanan teknolojiler eşzamanlı olarak gözlem altına alınmalıdır. Ayrıca çok sayıda sebebi olmakla birlikte glutensiz diyetlere olan talepteki bu artış hızında en önemli unsurun güçlü gluteni ihtiva etmeyen diyetlerin sağlık bakımından faydalı olduğu hususunda oluşan kamuoyu inancı olduğu tahmin edilmektedir [25, 26]. Zira Biesiekierski ve ark. [27] çölyak hassasiyeti olanlar dışında da glutenin zararlı olduğu ile ilgili raporların biyolojik temelini belirsiz olduğunu bildirmişlerdir. Bu sebeple bir kısım beslenme uzmanının sağlıklı insanlar için gluteni veya güçlü gluteni tümüyle zararlı göstermelerine temkinli yaklaşmak gerekir. Güçlü glutenin insan sağlığına zararlı olduğu ile alakalı kapsamlı ve çok faktörlü araştırmalara ihtiyaç vardır. Niland ve Brooks [28], çölyak gibi gastrointestinal irsi hastalıklarda glutensiz diyetlerin faydalı olmakla birlikte bu tür alerjik durumu olmayan insanlarda glutenden kaçınmayı destekleyen ikna edici bir sonucun mevcut olmadığını, Wünsche ve ark. [29] glutenin insan metabolizması için gerekli olduğunu ve tüketmeyenlerde ağır metal birikimi dahil ek sağlık sorunlarını ortaya çıktığını; Zong ve ark. [30], sağlıklı insanlarda gluten alımı ile Diyabet-2 arasında ters bir ilişki bulunduğunu, genel popülasyondaki gluten alımının tip 2 diyabet riskinin artmasına katkıda bulunmasının muhtemel olmadığını, diyetdeki gluteni sınırlamak, tahıl lifinin daha

düşük alımı ve muhtemelen sağlığa katkıda bulunan diğer faydalı besinlerle ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Buğday gluteninin insan sağlığı üzerinde etkileri ile alakalı çalışma yapan araştırmacılar sorunun tam buğdayın tüketilmemesinden kaynaklı olabileceği ihtimaline odaklanmaları daha isabetli olacaktır. Rafineri beyaz unun elde edilmesinde buğday tanesinde insanlara faydalı proteinler ve önemli minerallerin elemine edilmesi sonucu üretilen ekmeklerin yeterince besleyici olmaması bahsedilen mahzurların ortaya çıkmasında en önemli muhtemel faktörlerdir. Bu amaca uygun olarak buğday tanesini bir bütün olarak değerlendiren çok sayıda araştırma yapılmıştır.

Mevcut çalışmalar tam tahıl tüketiminin insan sağlığına katkı sağladığını, günde 2-3 porsiyon tüketenlerin 2 porsiyon tüketenlere göre önemli oranda daha düşük felç, kalp rahatsızlığı, diyabet-2 ve sebebi bilinmeyen ölümlere maruz kaldıklarını göstermektedir [31, 32]. Vitaminler, mineraller, lignin ve fotokimyasallarca (fenolik asitler, ployphenol ve phtosterol bileşikleri) zengin endosperm, embriyo ve kabuktan müteşekkil, tam buğday ile beslenmenin beyin sağlığı ile birlikte kanser, kalp hastalıkları, diyabet, hipertansiyon ve obezite riskine etkisi ile ilgili yapılan çalışmalarda olumlu sonuçlar elde edildiği bildirilmektedir [33, 34, 5]. Burada önemli olan, farklı buğday türlerinden ziyade fitrata uygun sağlıklı ürün işlenmesi ve dengeli beslenme ile alakalı tedbirlerin alınmasıdır. Varlık âleminde yaratılan tüm canlılar arasında bir düzen söz konusudur. Bitki, hayvan ve insanlar arasında var alan besin zinciri, bir denge ve dönüşüm kanununa bağlıdır. Her bitki türünün makamında üstünlüğü vardır. Ancak aynı türün farklı genotipleri arasında adaptasyon, verim, canlı cansız faktörlere mukavemet bakımından farklılıklar olması beklenen bir durumdur. Yakın geçmişte yapılan çalışmalarda gerek kavuzlu ve gerekse hexaploid buğdaylar arasında çölyak immunojinitesi bakımından geniş bir varyasyonun varlığı [35-38] amaca uygun genotipleri geliştirmede ıslahçılar için bir kolaylık olarak kabul edilmektedir.

İnsan sağlığı ve tüketimi ile alakalı ıslah çalışmalarında danenin bir bütün olarak değerlendirilmesine önem verilmelidir. Diğer tüm özelliklerin ihmal edilip tek bir özellik yönünden seleksiyon yapılması birbiriyle dengeli bir münasebet içerisinde bulunan özelliklerde artma veya azalmaya sebebiyet verecektir. Bu genel kanaat ile birlikte sağlık açısından tanenin tüm veya bileşenlerinin ayrı ayrı etkilerinin açığa kavuşturulması, endişeleri gidermesi yanında ıslahçı ve sanayicinin gerekli tedbirleri alması açısından önem arz etmektedir. Öte yandan ilaç endüstrisi, çölyak hassasiyeti, yem rasyonlarına esas kepek oranının yüksek olması vb diğer özel amaçlar için tanedeki bir özellik yönünden spesifik amaçlı genotiplerin geliştirilerek üretime kazandırılmasının bir mahzuru bulunmamalıdır. Bir kısım gastroenterolog ve diyetisyenlerin hexaploid buğday ile alakalı çelişkili beyanları çölyak olmayan ve kısmen gluten allerjisi olan ve olmayan tüketicilerde

meydana getirdiği olası endişeler açıklığa kavuşturulmak üzere tam tahıl ve aşırı işlenmiş rafine buğday ürünlerinin olası etkileri ayırt edilmelidir. Bu derlemede çalışmada insan sağlığını esas alan tam buğday kalite bileşenleri ve özellikleri ile uygun genotipler üzerinde durulmaya çalışılmıştır.

### Yeşil Devrim İle Başlayan Islah Stratejisi

Yeşil devrim öncesine kadar yerel popülasyon ve çeşitler mevcut nüfus ve günün ihtiyaçlarına cevap verebilmekteydi. Yaygın buğday olarak kabul edilen hexaploid ekmeklik buğdaylarda gerek kalite ve gerekse tane verimi bakımından yabancı döllemenin sınırlı olmasına bağlı eski yerel popülasyonlarda orijinal çeşitliliğin yetersiz olması ile birlikte Tadesse ve ark. [2], daha çok bölgesel olarak hedeflenen ıslah amaçları yaygın olmayan hastalıklar, gelişmemiş teknoloji ve diğer birçok faktöre uygun olarak melezlemeler yapılmakta ve kısmen verim artışı sağlanmakta idi. Bilahare artan nüfus, makineleşmenin hızlanması ve buna bağlı tarla alanların genişlemesi ve sulama imkânlarının artması ıslahçıları farklı arayışlara itmiştir. CIMMYT araştırmacılarından proje lideri Norman Borlaug buğdayın daha geniş alanlara ekilmesinde en önemli unsurun fotoperyoda duyarsız çeşitlerin ıslahı etmekle mümkün olduğunu bildirmiştir. Bu amaçla araştırmacı grubu tarafından 1968 yılında başlangıçta çok fazla eleştiriye rağmen nihayetinde büyük beğeni toplayan mekik ıslahı (Shuttle breeding) yöntemiyle farklı enlem ve boylamlardaki agroklimatik şartlar ve lokasyonlarda Ppd<sub>1</sub> ve Ppd<sub>2</sub> genlerini içeren fotoperyoda hassas olmayan hatlar geliştirilmiştir [39]. Hexaploid buğdaylar genetik olarak uzun gün bitkileri olmakla birlikte farklı lokasyon ve iklimler fotoperyoda duyarsız kısa günlerde başaklanmayı gerektiren genotiplere de ihtiyaç duyulmaktadır. Temeli tam anşahlımlamakla birlikte fotoperyoda duyarsızlığın A, B veya D genomlarındaki Ppd-1 genindeki mutasyonlardan kaynaklandığı tahmin edilmektedir [40]. Orijini kesin olmamakla birlikte Türkiye'den geldiği tahmin edilen ilk bilinen kırmızı sert yazlık buğdayların 1842 yılında "David Fife" ismiyle ABD'de yetiştirildiği [41], Çin yazlık buğdayı olarak bilinen beyaz lokal bir çeşidin de Çin'in Sıçuan bölgesinde eskiden beri yetiştirildiği bildirilmektedir [42]. Bilahare kısa boylu (Rht<sub>1</sub> ve Rht<sub>2</sub> genleri) pasa dayanıklı hatların [43] geliştirilmesi ile pleiotropik etkiler sonucu yüksek biyokütleyle eşlik eden yüksek tane verimine sahip hatların [44] yağı yüksek yerlerde de yetiştirilmesi mümkün olmuştur. Türkiye buğdayın gen kaynağı olmakla birlikte şu ana kadar gerek sahil ve gerekse orta Anadolu'da keşfedilen yerel ekmeklik buğdaylar içinde fotoperyoda duyarsız lokal tiplere rastlanılmamıştır. Yeşil devrim sonrası bilhassa sahil ve Güneydoğu Anadolu'da CIMMYT'in fotoperyoda duyarsız Penjoma-62 gibi çeşitlerin ekimi hızla artmış ve verimde bir patlama yaşanmıştır.

Artan ihtiyaçlar, canlı ve cansız stres faktörlerinin yeni bir boyut kazanması ile birlikte moleküler biyoloji

alanındaki gelişmeler ıslahçıları farklı arayışlara bilhassa yabancılarından istifade etme cihetine itmiştir. Bu itibarla 1980'li yılların sonlarında genetik varyasyonu genişletmek üzere sentetik hexaploid ekmeklik buğdaylar geliştirilmiştir. Esasını AA ve BB genomunu taşıyan tetraploid durum buğday ve DD genomunu taşıyan diploid yabancı buğdayların çaprazlanması (*Tr. durum* x *Ae. tauschii*) ile elde edilen melezlerin kromozom katlanması sonucu ( $6x=42$ ) AABBDD genomuna sahip sentetik hexaploid poliploid buğday hatları elde edilmiştir. Günümüzde CIMMYT'nin geliştirdiği modern buğday hatları içindeki sentetik hexaploid buğday hatlarının payı %20 civarındadır. Yüksek tane verimi ve adaptasyon kabiliyeti ile birlikte canlı-cansız faktörlere dayanıklı ve daha iri tane ve başak özellikleri ile öne çıkan sentetik hexaploid buğdaylar günümüzde dünyanın farklı ülkelerinde ıslah programlarında geniş bir oranda kullanılmaktadır [45, 46]. Ancak Aktaş ve ark. [47], kışlık tabiat özelliğindeki sentetik ile modern ekmeklik gruplar arasında dane iriliği dışında gerek verim ve gerekse incelenen kalite özellikleri yönünden bir farkın tespit edilemediğini bildirirlerken, diğer bazı araştırmacılar da insan beslenmesi için önemli sayılan Fe ve Zn bakımından sentetik hexaploid ekmeklik buğdayların daha zengin olduğunu bildirmektedirler [48]. Yukarıda bahsi geçen yöntemleri kâfi görmeyen tahıl ıslahçıları, mısır gibi yabancı döllenmiş bitkilerde uygulanan sitoplazmik erkek kısırılık (cytoplasmic male sterility) teknolojisini 1990'lı yıllardan sonra tahıllar üzerinde yoğunlaştırmışlardır. Saf hatlara göre sağlanan %10-20'lik verim avantajı yanında, kalite, gübreye reaksiyon ve kök penetrasyonu bakımından daha etkin olan hibrid buğdaylar, günümüzde bazı Avrupa devletleri başta olmak üzere, Hindistan, Çin ve ABD'de çok sayıda çeşit geliştirilerek ticari olarak geniş alanlarda yetiştirilmiştir [49-51]. Buğdayın sahip olduğu çeşit ve yakın akraba türlerin zenginliği gerek verim ve gerekse kalitede geniş bir varyasyonun oluşmasına ve ıslahçıların arzu edilen özelliklere ulaşmada zorluk yaşamamaları GDO teknolojisinin bu türünde kullanımını sınırlandırmıştır. Buna rağmen bazı araştırmacılar başta tane verimi olmak üzere stres şartlarına mukavemet ve kalite özelliklerinde tahıl grubuna dâhil mısır, arpa ve çeltik gibi türlerden gen transferini gerçekleştirmişlerdir. Bu amaçla, artan sıcaklık stabilitesi ile birlikte çözünür nişasta sentezini kodlayan genin varlığını (OsSS-1) tespit eden Amerika'lı bir araştırmacı grubu yüksek sıcaklık şartlarında transgenik buğdayın T<sub>2</sub> ve T<sub>3</sub> generasyonlarında kontrole göre %21-34 oranında verim artışı sağladıklarını bildirmişlerdir [52]. Benzer çalışmalar buğday kalite parametrelerinde de sürmüştür. Protein oranını artırmaya yönelik çalışmalarda Weichert ve ark. [53] arpa sakaroz genini (*HvSUT1*) transfer etmek suretiyle transgenik buğday tanelerinde nişasta seviyesinde bir değişiklik olmadan sakaroz alımı ve protein içeriğini artırdıklarını rapor etmişlerdir. Transgenik buğday çalışmaları sadece bunlarla sınırlı olmayıp, örneğin hamur özelliklerini belirleyen yüksek

molekül ağırlıklı glutenin alt birimlerinin (HMW-GS) kodlayan genlerin farklı buğday genotiplerinden transferi suretiyle yeni genotipler geliştirilmiştir [54, 55]. İlim dünyasında transgenik buğday geliştirme çalışmaları sürmekle birlikte insan sağlığı ve çevreye olan muhtemel olumsuz etkilerdeki belirsizlik ve endişeler ile birlikte kamuoyunun tepkisi vb. sebeplerden dolayı günümüzde Arjantin dışında ticari transgenik buğday üretiminin yapıldığı ülke bilinmemektedir.

Dönemin ihtiyaçlarına göre ıslah amaçlarını belirleyen ıslahçıları mikroelement içeriği kısmen ihmal etmekle birlikte hastalık ve zararlılar ile cansız faktörlere toleranslık, adaptasyon, protein kalitesi gibi unsurlar yönünden gerek dünyada ve gerekse ülkemizde çok sayıda buğday çeşidi geliştirerek üretime kazandırmışlardır. Bütün bunlarla beraber tane veriminde potansiyel hedefe ulaşıldığı söylenemez [13]. Sibirya'da 1900-2010 yılları arası yazlık ekmeklik buğdayların mukayese edildiği çalışmada verimde genetik kazancın yıllık % 0.59 olduğu, 1976-1985 yılları arasında alveograf W enerji değeri, fariniograph yoğurma zamanı ve yumuşama derecesi gibi hamurun fiziki özellikleri yönünden önemli oranda üstünlük kaydedildiği, 1950-1975 yılları arası ise ekmek hacmi bakımından önemli gelişme (%15.6) sağlanırken Zn ve Fe bakımından ise bir değişikliğin olmadığı belirtilmektedir [56]. Bornhofen ve ark. [57], Brezilya'da 1920-2010 arası geliştirilen veya ileri hat 458 yazlık ekmeklik buğday genotipi ile ekmeklik kalitesinde meydana gelen genetik ilerlemenin oranını belirlemek üzere yürüttükleri çalışmada Gluten kuvveti için (W) yıllık %1.3 olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

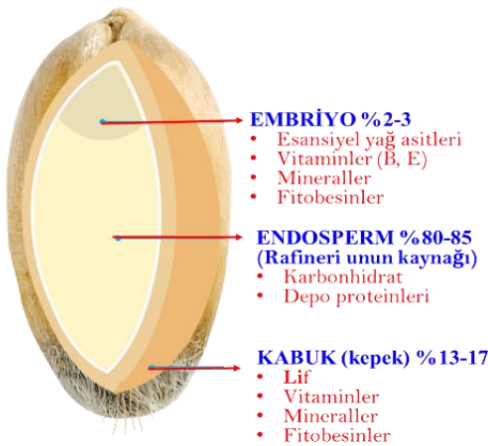
Ülkemiz şartlarında yazlık buğdaylarda 1964-2010 yılları arası geliştirilen çeşitlerde verim bakımından genetik ilerleme yıllık 30.9 kg olarak belirlenirken, kalite özelliklerindeki gelişme ise protein oranından ziyade protein kalitesini belirleyen fraksiyonlarında kaydedildiği rapor edilmektedir [58]. Tüm bu çalışmalar sonucu yaygın ekmeklik buğdaylarda yüksek tane verimine sahip buğday çeşitlerinin hızla yayılması lokal çeşitlerin üretimlerinin azalması ile birlikte genetik erozyonu hızlandırmıştır [59]. Artan dünya nüfusunun ihtiyacını karşılama adına yapılan söz konusu çeşit geliştirme çalışmaları ve verimde sağlanan artışlar 1990'lı yıllara kadar Dünya nüfusuna yetecek seviyeye gelmiştir. Artan refah seviyesi, tahıl teknolojisindeki gelişmeler, mamül tahıl ürünlerindeki çeşitlilik ıslahçıları farklı kalite seviyelerindeki çeşit arayışına sevk etmiştir. ıslahçıları çoğunlukla Amerikan gıda kültürüne uygun kaba hacimli somun ekmek elde etmeye esas kalite kriterleri üzerinde yoğunlaşmıştır. Geçmişte protein miktarı üzerinde durulurken günümüzde protein oranı ile birlikte kalitesi daha da ön plana çıkmaktadır. Yüksek hacimli ekmek elde etmenin en önemli kriteri kabul edilen gluten kuvveti (güçlülüğü) ve bunu ölçmede yaygın olarak kullanılan Zeleny ve SDS sedimentasyon testleri önemli bir kalite özelliği olarak ön plana çıkmıştır. Yüksek verimine rağmen düşük SDS ve düşük

alveoragraf değerlerine sahip genotipler elemine edilmiştir. Öyleki baharlık buğdaylarda 1950-1975 yılları arası geliştirilen çeşitlerde ekmek hacmi bakımından %15 bir üstünlük temin edilmiştir [56].

Bilahare kalite özelliklerini ölçen Farinograf, Alveograf, Miksograf gibi aletlerin kullanılması ile buğday kalite özelliklerini ölçmedeki yelpaze daha da genişlemiştir. Günümüzde değirmenci, fırıncı ve tüketici isteklerine uygun çeşitler daha kolay ve hızlı belirlenebilmektedir. Çeşit geliştirme çalışmalarında danedeki mikrobesin içeriğinin pek önemsenmediği geçmişte, 2010'lu yıllarda bazı ülkelerde Fe, Se, ve Zn gibi mineral eksikliğinden kaynaklanan hastalıkların artması ve çocuk mamaları ile gıdalara söz konusu minerallerin takviye edilmeye başlanması sebebiyle seleksiyonda söz konusu minerallerce zengin genotipler de seçilmeye başlanmış, güdümlü melezlemeler ile birlikte yakın akraba türlerinden istifade edilme cihetine gidilmiştir. Mikro besin öğeleri yönünden zengin genotiplerin geliştirilmesi yönündeki çalışmalar, rafineri beyaz ekmeğin kullanımı ile önemini kaybetmektedir. Çünkü mikroelementlerce zengin ve kepek olarak değerlendirilen mikroelementlerce zengin (%4.6-5.3) kabuk kısmı ile embriyo (%3) rafineri beyaz undan uzaklaştırılmaktadır. Beyaz unu oluşturan endospermde mineral madde oranı yalnızca % 0.3 iken tüm tane de de %1.3-2.5 civarındadır. Rafineri un elde edilirken maalesef endosperm dışındaki tüm unsurlar büyük oranda elek üstü olarak ayrılmakta ve kepek olarak değerlendirilmektedir.

### Buğday Danesi ve Muhteviyatı

Buğdayın temel olarak durum ve ekmeklik olmak üzere 2 farklı tipi vardır. Durum buğdaylar daha ziyade makarna, bulgur, kuskus, köfte vb amaçlar için kullanılırken, ekmeklik buğdaylar çoğunlukla ekmek yapımında kullanılmaktadır.

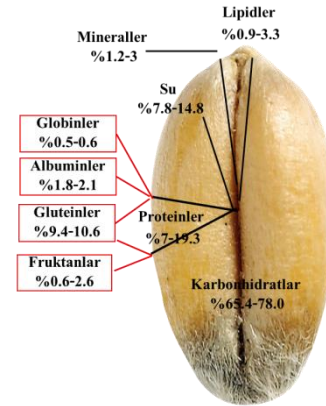


Şekil 1. Buğday danesi temel unsurları

Ekmeklik buğdaylar da sert ve yumuşak olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır. Daha yüksek protein ve gluten oranına sahip sert buğdaylar ekmekçilikte kullanılırken, daha düşük protein oranına sahip yumuşak buğdaylar ise

kek, bisküvi vb. sahalarda değerlendirilmektedir. Ayrıca farklı oranlarda protein içeren spelta (kavuzlu), emmer (Gernik-Kavılca), einkorn (siyez) ve kamut (Horasan buğdayı) gibi buğdaylar da benzer amaçlar için kullanılmaktadır. Bir buğday danesi ekseriyetle karbonhidratlar, proteinler, lipitler ve minerallerden oluşur (Şekil 1 ve Şekil 2).

İnsanların temel besin öğeleri durumundaki bu unsurlar, çok az insanda olumsuz tesirlere sebebiyet verebilmektedir. Ancak bazı proteinler ve fruktanlar bazı hassas insanlarda (çölyak) sindirimde parçalanması zor olan yapılara sahiptir [24].



Şekil 2. Buğday danesindeki temel unsurların dağılımı [60-65, 24].

### Buğday Depo Proteinleri ve İnsan Sağlığı

Buğday proteinleri, gluten, globulin ve albumin adı verilen 3 ana unsura ayrılabilir. Bunlardan gluten (proteinin %60-80), suda çözünmeyen gliadin ve glutenin ismi verilen iki alt unsurdan oluşan karmaşık bir özelliğe sahiptir. Bilindiği üzere glutenin ve gliadinler buğdayın bilinen en önemli depo proteinleri olup toplam proteinin yaklaşık %60-85'ini teşkil etmektedirler. Gluten ise gliadin ve gluteninin uygun koşullarda (su, asitlik, yoğurma vd.) biraraya gelmesiyle elde edilen bir protein kompleksidir. Gliadin, hamurun viskozitesini kontrol ederken, glutenin de hamurun gücü veya elastikiyetine ait özellikleri kontrol etmektedir [66-68]. SDS-poliakrilamid jel elektroforezindeki (SDS-PAGE) moleküler ağırlıklarına göre ayrılan ve hamurun elastikiyetinden sorumlu gluteninler ise yüksek molekül ağırlıklı (HMW-GS) ve düşük molekül ağırlıklı LMW-GS olmak üzere iki alt gruba ayrılmaktadır [69-72]. Kamuoyunda diploit, tetraploid buğday ve çavdar gibi tahıllardan elde edilen mamüllerin çölyak hastaları için daha az zararlı olduğu ile ilgili beyanlar ve söz konusu ürünlere olan talebin artması araştırmacıları bu konulara sevk etmiştir. Siyez (AA genomu) kavılca ve durum (AABB genomu) gibi buğdayların çölyak hastaları için hexaploid buğdaylardan daha sağlıklı olduğuna dair yapılan çalışmalar mevzuu kısmen destekler nitelikte olup, genom bileşimi çölyak immün reaksiyonundaki değişimi kısmen açıklayabilmektedir. Çok yüksek immünojenik  $\alpha$ -gliadinler, buğdayın D genomu tarafından kodlanmakta [73-75] olup, AA ve BB

genomlarına sahip tetraploid emmer ve durum buğdayları genellikle AABBDD genomuna sahip hexaploid ekmeklik buğdaylardan daha az, ancak AA genomuna sahip diploid siyezden (einkorn) daha fazla immün reaksiyonlu görünmektedir [24]. Buna benzer sonuçları destekleyen araştırmacılar olmakla birlikte [76], günümüzde birçok araştırmacı da gerek diploid ve gerekse tetraploid buğdayların immün reaksiyonu bakımından diğer buğdaylardan farkının olmadığını bildirmişlerdir. Bunlardan Shewry ve Hey [77]; Shewry ve Hey [78] çalışmalarında einkorn, emmer, spelta ve Horasan (Kamut) buğdaylarının sağlık açısından günümüz ıslah edilmiş hexaploid yaygın ekmeklik buğdaylardan daha üstün olduğunu destekler bulgular elde edemediklerini, Zanini ve ark. [79], AA genomuna sahip *Triticum monococcum* gibi diploid buğday türlerinin çölyak hastaları tarafından tüketilmesinin güvenli olmadığını, Malalagoda [38] bulgularında siyez-einkorn (*Triticum monococcum*), gernik-emmer (*Triticum dicoccum*) ve kamut (*Triticum turgidum subsp. turanicum*) gibi buğday ile çavdarın (*Secale cereale* L) çölyak hastalığı ile ilişkilendirilen immunojiniteyi ortaya çıkarma potansiyeline sahip iken teff (*Eragrostis tef*) ve sorgum (*Sorghum bicolor* Moench ssp. Bicolor) gibi tahılların protein ekstraktlarında ise söz konusu epitoplara bulunmadığını bildirmişlerdir.

Günümüzde üzerinde en çok durulan ve kamuoyunu meşgul eden unsur gluten olmaktadır. Buğdaydan mamul ürünlerin çölyak hastalarında oluşturduğu olumsuz etkilerin hassasiyeti olmayan insanlarda da benzer etkiyi tetikleyeceği inancı cemiyette glutensiz ürünlere olan talebi artırmıştır. Bu bağlamda, diploid, tetraploid ve hexaploid türler ile yerel popülasyon ve 1970 sonrası ıslah edilen buğday genotiplerindeki glutenin insan metabolizması üzerine etkisi ile alakalı çok sayıda çalışma yapılmakla birlikte tüketicilerin şüphelerini izale etmeye kâfi gelmemiştir. Özellikle 1970 sonrası sentetik çeşitler dâhil olmak üzere geliştirilen hexaploid yaygın buğday çeşitlerinin hazımlarının güç olduğu, hastalıklara davetiye çıkardığı ile alakalı iddialar kamuoyunda çokça paylaşılmaktadır. Ayrıca, gluteninin sızdıran bağırsak sendromunu artırarak diyabete sebebiyet verdiği ile alakalı araştırma sonuçları da vardır. Zonulin, ince bağırsağın sıkı bağlantılarını tanzim eden bir proteindir. Zonulin bağırsaklarda ifraz edildiğinde sıkı bağlantılar hafifçe açılır ve daha büyük parçacıkların bağırsak duvarından geçmesine imkân verir [80, 81]. Test çalışmalarında, glutenin çölyak ve çölyak olmayan bireylerde zonulini aktive etmesi sonucu bağırsak geçirgenliğinin artmasına sebep olduğu bildirilmektedir [82, 83]. Ancak başka çalışmalar çölyak olmayan bireyler açısından farklı sonuçların elde edildiğini rapor etmektedirler. Test tüpü çalışmaları, gluteninin bağırsak geçirgenliğini artırdığını göstermekle birlikte insan çalışmalarında bunu doğrular nitelikte araştırma sonucunun bulunmadığı bildirilmektedir [84]. Glutenin çölyak hastalarında zonulini aktive ettiği kesin olmakla birlikte [85] sağlıklı insanlarda sızdıran bağırsak

sendromunu artırdığına dair deliller karmaşık ve yetersizdir [86]. Beslenme uzmanlarının çoğu kandaki şeker oranını hızlı bir şekilde artırdığı için beyaz undan yapılan ekmekleri tavsiye etmezler. Halbuki kandaki şeker oranının önemli bir ölçüsü olan glisemik indeks değeri buğdaya eşdeğer veya daha yüksek değerlere sahip besinler olmakla birlikte buğday yegane faktör olarak gösterilmektedir. Çok sayıda çalışma şeker oranını artırıcı unsur olarak buğdaydan ziyade, buğdayın öğütülmesi ve pişirme tekniği gibi farklı teknolojik değerlendirmelerin daha etkili olduğunu göstermektedir. Öğütme oranı ve pişirme süresi arttıkça ürünün glisemik indeks değerleri de artmaktadır. Çalışmalar, daha iri öğütülmüş durum buğday iriğinden yapılan sıradan makarnanın glisemik indeksi değerinin (47) ekmeklik buğday makarnasından (68) ve pişmiş pirinçten (73) önemli ölçüde daha düşük olduğunu göstermiştir [87, 88]. Modu [89], durum buğdaydan yapılmış spagettinin glisemik indeks değerinin gerek beyaz ekmek ve gerekse kabuğu soyulmuş ve soyulmamış buğdayın glisemik değerlerinden daha düşük olduğunu bildirmektedir. Ekmeklerin lif miktarları arttıkça glisemik indeks değerleri de azalmaktadır [90]. Bazı buğday ürünlerine ait glisemik indeks değerleri Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Buğday ve bazı mamullerine ait glisemik indeks değerleri [91].

Besin	Glisemik indeks (glüköz=100)	Porsiyon büyüklüğü (gr.)	Glisemic yük/pors.
Beyaz buğday ekmeği (ort.)	75	30	11
Tam buğday ekmeği (ort.)	69	30	9
Buğday saç ekmeği (lavaş)	30	50	8
Tam buğday danesi (ort.)	45	50	15
Bulgur, (ort.)	47	150	12
Makarna (ort.)	50	180	24

\*: Glisemik değerleri araştırma sonuçlarında farklılık gösterebilmektedir.

Toplumda görülme sıklığı %6 civarında [92] olan “çölyak dışı gluten hassasiyeti”nin (ÇDGH) geçmişte glutenin sebep olduğu inancı günümüzde yapılan detaylı araştırmalarla değişmeye başlamıştır. Gluten ile indüklenen semptomların biyolojik esası bilinmemekle birlikte glutenin ÇDGH semptomlarını tetiklediği iddiaları da açık ve net değildir [93]. Öte yandan bir gastroentolog olan Muir [94], çölyak dışı gluten hassasiyetinin glutenden olmayıp, “fruktan” adlı bir karbohidrattan kaynaklandığını rapor etmektedir. Bilindiği üzere Fruktan; tahıllardan en çok durum buğdaylarda olmak üzere yanı sıra pırasa, soğan, sarımsak bezelye, karpuz, beyaz şeftali ve muz gibi bazı bitkisel besinlerde de bulunmaktadır. Daha düşük glisemik değer ve hexaploid ekmeklik buğdaylardan daha düşük immün reaksiyon göstermeleri [24] durum buğdayların gerek ekmek ve gerekse diğer mamulleri için kullanılmasının sağlık açısından araştırmaya değer bir konu olduğunu belirtmekte fayda vardır.

Buğday depo proteinleri için kodlama bölgeleri farklılık arz ettiğinden [95-97] her genotip benzersiz tip ve miktarlarda gluten, amilaz tripsin inhibitörleri ve fruktan

üretir [98]. Ekmeğin teknolojik özelliklerini belirlemeye yarayan yüksek (HMW-GS; LMW-GS) ve düşük molekül ağırlıkları bakımından buğday genotipleri arasında büyük varyasyon olduğu belirlenmiştir [71, 72]. Bu açıdan ıslahçı açısından insan sağlığını esas alan genotiplerin belirlenmesinde GDO'ya gerek duymadan hedefe ulaşmak zor olmayacaktır. Bu itibarla söz konusu buğdaylarla alakalı çalışmaların genetik, ıslah, beslenme ve tıbbi bilimlerin ilgili sahalarında uzman ekiplerin birlikte yapacakları değerlendirmelerle mevzu daha net izah edilerek endişeler giderilebilmelidir.

### Tam Buğday Kalite Parametreleri

Tam tahıllı buğday ununda (TTBU), bozulmamış formda endosperm, kepek ve ruşeym gibi tahılın tüm anatomik bileşenleri mevcuttur. Bu sebeple, TTBU, rafine buğday ununa göre (RU) çok daha fazla lif, vitamin, mineral ve fitokimyasallar ihtiva etmektedir [99]. Tam buğday, tip 2 diyabet, kardiyovasküler hastalıklar, obezite ve kanser gibi kronik hastalıkların risklerini azaltmaya yardımcı oldukça değerli ve işlevsel bir besin kaynağı olarak kabul edilmektedir [100-104]. Tam tahıl içerikli gıdalar karbonhidrat, lif, protein, B grubu vitaminler E vitamini, Fe, Zn, Cu, Mg ve çeşitli antioksidanlar içerir [105]. Kepekli tahılların koruyucu özelliklerini diyet lifi ve diğer bileşenlerden ayırmak zor olmakla birlikte, epidemiyolojik çalışmalarda kepekli tahılların hastalıklardan korumada kepekli tahıllardan izole edilmiş besinlerdeki ve fitokimyasallardaki korumadan çok daha etkilidir [106]. Gramineae ailesine mensup buğday, çok verimli tıbbi değerlere sahip ve kepeğinde çeşitli tedavi edici ilaçlar ihtiva etmesinden, kabızlık, kalp hastalıkları, apandisit, obezite, diyabet ve divertikül adı verilen kolon hastalıkları gibi çeşitli hastalıklara karşı koruma sağlamaktadır [107]. Alınan gıda türü ve işlenme şekline göre tip I ve II diyabetin önemli bir göstergesi olan kandaki glisemik indeks değeri değişebilmektedir. Bütün halinde uygun öğütülmüş bir buğday mamülü yavaşça glikoza dönüşmek suretiyle uzun süreli tok tutarken, rafineri undan elde edilen buğday ürünleri ise kandaki glikoz seviyesini hızlı bir şekilde yükseltmek suretiyle glisemik indeksinin artmasına sebep olmaktadır. Buna bağlı olarak karaciğer ve pankreas fonksiyonlarının bozulması sonucu başta diyabet olmak üzere obezite ve diğer ilişkili hastalıklar ortaya çıkmaktadır [108]. Tablo 1'de rafinesyonla buğdayın besin içeriğinde meydana gelen kaybın (protein ve nişasta hariç tutulduğunda) %48-92 civarında olduğu görülmektedir (Tablo 2). Meyve ve tohum kabuğu birbirine yapışık karyopsis durumundaki buğday tanesinin rafine edilmeden içerdiği besin öğelerinin insan metabolizması ile uyumlu olması bir bütün olarak tüketilmesi gerektiğinin en önemli delilidir. Halbuki yerfıstığı, mercimek ve nohut gibi tohumu meyve kabuğu ile bitişik olmayan türlerde tohumun meyve kabuğundan ayrılarak tüketilmesi daha uygundur. Bazı kesimlerin içerdiği glutenden ötürü tam ve rafine edilmiş ayrımı yapmadan buğdayı zararlı göstermeleri metodolojik eksikliklerden kaynaklanmakta

olup, tüm tahıl tüketiminin kanser dahil olmak üzere bir dizi kronik hastalık riskinde azalma ile ilişkili olduğu [109, 110], rafine tahılları tüketenlerde ise kanser vakalarının daha fazla olduğu rapor edilmekle birlikte bu ilişkinin kesin olmadığı bildirilmektedir [111].

**Tablo 2.** Tam ve rafine buğdayın besin bileşimi ile rafinesyon sonucu oluşan kayıp [100, 112].

Bileşenler	Tam buğday	Rafine buğday ile unu	Rafinesyon oranı (%)
Çözünmeyen diyetlifi (g/kg)	115	19	83
Protein (g/kg)	14	14	0
Yağ (g/kg)	27	14	48
Nişasta ve şeker (g/kg)	700	830	-19
Zn (µg/kg)	29	8	72
Fe (µg/g)	35	13	63
Se (µg/g)	0.06	0.02	67
Mg (mg/g)	1.38	0.22	84
Vitamin B <sup>6</sup> (mg/g)	7.5	1.4	81
Folic acid (mg/g)	0.57	0.11	81
Ferulic acid (mg/g)	0.5	0.04	92
β Tocotrienol (µg/g)	32.8	5.7	83

\*: Verilen besin değerleri çeşitlere ve ülkelere göre değişebilir

Bilindiği üzere, hacimli ekmeğin elde etmeye esas rafine unda buğday danesinin kabuk ve ruşeyme kısımları atılmaktadır. Çünkü kepek ve diğer maddeler gluten ağ yapısına girerek hamurun reolojik özelliklerini, gaz tutma kapasitesini ve kabarmasını olumsuz yönde etkilemektedir [113]. Bu itibarla tam tane buğday ununun hammadde olarak kullanıldığı son ürünlerin üretiminde rafineri buğdaya göre karşılaşılan zorluklar nedeniyle buğday genotiplerini seçmede ve işleme teknolojilerini belirlemede daha dikkatli ve çok yönlü davranılması gerekmektedir. Fırıncılar pişirmede yaş gluten oranının yüksek olmasını arzu ederler. Daha büyük nişasta partikül boyutuna sahip TTBU numuneleri, rafine undan önemli ölçüde daha düşük gluten içeriklerine sahip olmaktadır. Tam buğday un haline getirilirken uygulanan öğütme teknolojisi, nişasta tanecik boyutundaki etkisi sebebiyle farklı hacimlerde ekmeğin oluşmasına sebebiyet vermektedir. Bu sebeple tam buğday una işlenirken uygun partikül boyutunda olmalıdır [99]. Tam tanenin öğütme boyutunun küçültülmesi daha kaba hacimli bir ekmeğin elde edilmesini sağlamaktadır [114]. Bununla beraber, Noort ve ark. [115] tam buğday kabuğunun öğütme boyutunun küçültülmesinin pişme kalitesine olumsuz etki yaptığını bildirmişlerdir. Sert kabuğa sahip tam buğday unları genellikle daha yüksek su alım kapasitesi ve daha uzun hamur yoğurma süresine sahip iken, yumuşak kabuklu tam buğday unlarından daha küçük hacimli somun ekmeği üretilmektedir [116]. Tam buğday tane rengi ile alakalı yapılan çalışmalarda, kırmızı çeşitlerle yapılan ekmeğin bir miktar acılık hissedilirken, beyaz daneli buğdaylar ise daha tatlı bir his vermektedir [117-119]. Çeşitler arasındaki bu fark fenolik bileşik profillerindeki farklılıktan kaynaklanmaktadır [120].



Tam buğdayda rüşeymin oranı da ekmeğin hacminin belirlenmesinde esas alınmaktadır. Rüşeym oranı %5'e düşürülen tam buğday unundan elde edilen mayalı hamurdan en yüksek ekmeğin hacmi elde edilmiştir [121]. Ancak bu konuda yeterli çalışma olduğu söylenemez. Bu sebeple tam buğday unundaki embriyo oranı ile embriyo içeriğini belirtmeye esas araştırmalara ihtiyaç vardır [116]. Nitekim buğday genotipleri arasında embriyo ebadı veya oranı bakımından farklılıklar olup aynı zamanda büyük embriyoya sahip genotipler daha uzun koleoptil oluşturmaktadır [122]. İslahçıların tam buğday esaslı seleksiyonlarında embriyo ebadı farkını gözetmelerinde fayda vardır. Ekmeğin buğday kalite araştırmaları çağunlukla endospermde bulunan depo proteinleri üzerinde odaklanmıştır. Protein oranı ile birlikte başta gluten olmak üzere alt unsurların ekmeğin kalitesine olan etkileri detayları ile açıklığa kavuşturulmaya çalışılmaktadır. Günümüzde protein oranı ve kalitesinin esas alındığı kalite çalışmalarında genetik ve çevrenin etkileşimleri sonucu birbirinden farklı özellikte çeşitler geliştirilmiştir. Bununla beraber söz konusu çeşitlilik embriyo ve kabuğun dahil edildiği tam buğday unlarının içeriğini de etkilemiştir. Hocaoglu ve ark. [123], 1967-2010 yılları arası Türkiye'de geliştirilen durum buğdaylarında Ca, Cu ve S oranları artarken, Br ve Zn mikro elementlerinde bir değişim olmadığını, Na oranında ise düşüş kaydedildiğini belirtmişlerdir. Vignola ve ark. [124], genetik ve çevre şartlarının tanenin mineral içerik yanı sıra dış kabukta yer alan bir bileşik olan arabinoksilan içeriği ile tipi üzerinde de etkili olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışmalar Fe, Zn, Cu, Mn ve P gibi mineral içerikleri bakımından buğday çeşitleri arasında büyük farklılıklar olduğunu göstermişir [124-126]. Tam buğday unları iyi bir mineral kaynağı olmasına rağmen, bu minerallerin nasıl absorbe edileceği ve dolayısıyla organizma tarafından nasıl kullanılacağı da dikkate alınmalıdır.

Öte yandan, genetik farklılığın diyet lifleri, B grubu vitaminler, bitkiye tat, renk ve lezzet sağlayan fenolik içeriği ve antioksidan kapasitesi ile diğer faydalı bileşiklerin oran ve içerikleri gibi özellikler üzerine etkileri de göz ardı edilmemelidir. Nitekim Li [127] daha açık renkli genotiplerin polifenol ve flavonoid içeriğinin koyu olanlara göre daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Bu sebeple daha besleyici genotiplerin geliştirilmesinde genetik etki ihmal edilmemelidir [116].

Genetik farklılık tahılların diyet lif içeriği ve özellikleri üzerinde de büyük bir etkisi bulunmamaktadır [128]. Buğdayın ihtiva ettiği çok sayıda bileşenlerin oran ve bileşimlerindeki var olan kalıtsal varyasyonlar sebebiyle ıslahçı yüksek tane verimi ve agronomik özellikler ile birlikte insan sağlığını esas alan kalite özelliklerini göz önünde bulundurarak çeşit geliştirmelidir [76]. Buğday kalite çalışmalarında tam buğday ununa olan talep artışları dikkate alındığında gelecek 10 yılda gerek uygun çeşitlerin tespiti ve gerekse işleme teknolojisinde

açıklığa kavuşturulması gereken çok sayıda parametre olduğunu belirtmekte fayda vardır.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de insanların beslenme rejiminin geçmişten günümüze oldukça fazla değiştiğini görmekteyiz. Özellikle batı tarzı beslenme biçiminin tüm dünyada yaygınlaştığını görmek mümkündür. Öyle ki günümüzde aşırı beslenmeden dolayı hastalanıp hayatını kaybedenlerin yetersiz beslenenlerin sayısından daha fazla olması dikkate değerdir [129]. Fiziki olarak daha çok çalışan eski toplumlar temel gıda bakımından tam tahıl ekmeği başta olmak üzere sınırlı sayıda gıda çeşitliliği ile ihtiyacı karşılarken, günümüzde değişen beslenme alışkanlıkları ile gıda sanayisinin gelişmesine bağlı artan besin çeşitliliğindeki arz, insanların gıda ihtiyaç listesini de uzatmıştır. İşlenmiş gıda üretiminde raf ömrünün uzatılmasına esas katkı maddelerinin kabul edilebilir sınırlar üzerinde ilave edilmesi insan sağlığını olumsuz bir şekilde etkileyebilmektedir. Günümüzde başta kanser olmak üzere birçok hastalık beslenme alışkanlığı ile ilişkilendirilmektedir. İnsanların temel gıdası durumundaki ekmeğin, geçmişte tam tahıldan yapılmakta iken artan refah seviyesi, damak zevkine dayalı ürün çeşitliliği, muhafazasının kolaylığı ve bunu işleyen teknolojilerinin gelişmesi rafineri undan yapılan ürünlerin hâkimiyeti ile neticelenmiştir. Hastalıkların temelinde yatan unsurların başında rafineri unların geldiğini belirten raporlar ile şuurlu toplumların bunu fark ederek tam tahıl ürünlerine olan talepleri söz konusu ürünlere ait kalite özellikleri ile işleme teknolojilerinin belirlenmesini gündeme taşımıştır. Ülkemizde olduğu gibi [130] bazı devletlerin tam tahıllı ekmeğinin fırınlarda üretilmelerinin kanun ve yönetmeliklerle zorunlu hale getirmeleri işin önemini göstermesi açısından kayda değerdir. Bilindiği üzere ıslahçıları üretici, sanayici ve tüketici isteklerini göz önünde bulundurarak ıslah amaçlarını belirlemektedirler. Bu sebeple rafineri unlarda ekmeğin kalitesini etkileyen endospermdeki depo proteinleri ıslahçı ve kalitecilerin temel araştırma konularını teşkil etmiştir. Beyaz ekmeğin kalite standartlarına uygun gerek ülkemizde ve gerekse dünyada yüzlerce çeşit buğday geliştirilmiştir. Beyaz ekmeğin pişme kalitesini belirleyen un randımanı, protein oranı ve unsurları (gluten vd) ile kül oranı ve diğer bileşenler üzerinde detaylı durulurken, tam buğday unlarda depo proteinleri ile birlikte gerek embriyo ve gerekse kabuk kısmında yer alan bileşenler üzerinde de durulmasını gerekli kılmaktadır. Son zamanlarda önemi anlaşılabilen tam buğday unları ile alakalı kaliteyi belirleme ve iyileştirmeye yönelik hızlı çalışmalar olmakla birlikte son ürün ekmeğin özelliklerini karşılayabilecek çeşit sayısı sınırlı olup kalite özelliklerinin sınırları da tam çizilebilmiş değildir. Bilindiği üzere tam buğday unlarının işlenmesi ve uzun süre depolanması rafineri unlara göre daha zordur. Ayrıca diğer bileşenlere göre tam buğday ununun önemli

bir parçası olan embriyo ile alakalı çok sayıda çalışma olduğu da söylenemez. Tüm bunlarla beraber insan sağlığını esas alan tam buğday unu kalite çalışmaları ile alakalı öne çıkan hususlar aşağıda özetlenmeye çalışılmıştır;

a) Son yıllarda çölyak dışı buğday hassasiyetinin artan yaygınlığının sebebi tam bilinmemekle birlikte, muhtemel etmen olarak görülen hexaploid buğdaylar ile birlikte modern buğday işleme teknikleri ve paketlemede kullanılan katkı maddelerinin detayları araştırılmalıdır [24]. b) Çölyak dışı buğday hassasiyetindeki artışın yegâne etmeni olarak görülen rafineri buğday yerine tam buğday ürünlerinin tüketimi, başta diyabet olmak üzere birçok hastalıkların azaltılmasında önemli rol aldığı çok sayıda araştırmalarla teyit edilmektedir. c) Tam buğday kalite ıslahında; çölyak dışı buğday hassasiyeti olanlar için yeni, sentetik, lokal, siyez (einkorn) ve kavılca (emmer) buğday genotipleriyle detaylı ve mukayeseli çalışmaların yapılması ile daha az reaktif buğday genotiplerini belirlenmelidir. d) En az genotip kadar önemli kabul edilen ve glisemik indeksin düşürülmesine esas uygun işleme teknolojileri (öğütme ebadı, pişme süresi vs) belirlenmelidir. e) Buğday gluteninin, dane bileşimindeki diğer unsurlar ile birlikte alınması, hassas olmayan insanlar için zararlı olmaktan öte tam buğday danesinde birbirleri ile dengeli halde bulunan gluten ve diğer bileşenler (lif, vitamin vs) insan sağlığı açısından gereklidir. f) Hamur yoğurma özellikleri, ekmeğin hacmi, tat ve diğer özelliklerin belirlenmesinde depo proteinlerine ek olarak kabuk ve embriyo içerikleri de detaylı bir şekilde araştırılmalıdır. g) Faydalı olsa bile ihtiyacı aşan gıda tüketimlerinin zararlı duruma geçmesi ve hastalıklara sebebiyet vermesi kaçınılmaz olup sağlıklı toplumsal bir yapı için bilinçli tüketim teşvik edilmelidir. h) Buğday kalite ıslahçıları farklı kesimlere hitap edebilen ve pazar ihtiyaçlarını göz önünde bulundurarak fizyolojik, morfolojik ve adaptasyon bakımından geniş varyasyona sahip genotipler içinden uygun kalitede olanları seçip çeşit geliştirme imkânına sahiptirler. Dolayısıyla tam buğday kalite ıslah amaçları belirlenirken, ıslahçı, üretici, değirmenci, fırıncı ve beslenme uzmanları birlikte karar vermeleri daha isabetli çeşitlerin geliştirilmesinde temel faktör olmalıdır. Bu çerçevede bölge şartlarına uygun çeşit seçimi ve yetiştirme teknikleri ile birlikte amaca uygun kalite ve tam buğday işleme teknolojilerinin geliştirilmesi ile insan sağlığına katkı sağlayan ürün piyasasındaki boşluk da doldurulmuş olacaktır.

## KAYNAKÇA

- [1] Braun H.J, Atlin G, Payne T. Multi-location testing as a tool to identify plant response to global climate change. In: Reynolds MP, editor. Climate change and crop production. Wallingford (UK): CABI Publishers, 2010.
- [2] Tadesse W., Sanchez-Garcia M., Gizaw Assefa S., Amri A., Bishaw Z., Ogbonnaya FC., Baum M. Genetic Gains in Wheat Breeding and Its Role in Feeding the World. *Crop Breed Genetics Genomics*, 1 1-28, 2019.
- [3] TMO. Toprak mahsulleri ofisi Genel müdürlüğü 2019 yılı hububat sektör raporu Ankara, <http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/sectorraporlari/hububat2019.pdf>. (Erişim Tarihi:23.09.2020).
- [4] Shahbandeh M., Per capita food use of wheat worldwide 2000-2019, <https://www.statista.com/statistics/237890/global-wheat-per-capita-food-use-since-2000>. (Erişim Tarihi:23.09.2020).
- [5] OECD-FAO 2018. Cereals. *Agricultural Outlook 2018-2027*, 2018. <http://www.agri-outlook.org/commodities/Agricultural-Outlook-2018-Cereals.pdf>. (Erişim Tarihi: 23.09.2020).
- [6] Delcour J.A., Joye I.J., Pareyt B., Wilderjans E., Brijs K., Lagrain B. Wheat gluten functionality as a quality determinant in cereal-based food products. *Ann Rev Food Sci Technol*, 3:1 469-492, 2012.
- [7] Wrigley C.W. Wheat: a unique grain for the world. See Khan Shewry 2009, p. 1-17, 2009.
- [8] Delcour J.A, Hoseney R.C. Principles of Cereal Science and Technology. St. Paul, MN: AACC Int. p. 270, 2010.
- [9] Huebner F.R., Bietz J.A., Nelsen T., Bains G.S, Finney P.L. Soft wheat quality as related to protein composition. *Cereal Chem*, 76 650-655, 1999.
- [10] Keçeli A. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7:12 2111-2120, 2019.
- [11] Elgün, A., Ertugay, Z. Tahıl İşleme Teknolojisi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum, No:718, s. 376, 1995.
- [12] Anonim. Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması 2010: Beslenme Durumu ve Alışkanlıklarının Değerlendirilmesi Sonuç Raporu. Sağlık Bakanlığı, <https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/saglikli-beslenme-hareketli-hayat-db/Yayinlar/kitaplar/diger-kitaplar/TBSA-Beslenme-Yayini.pdf> (Erişim tarihi: 27.11.2020).
- [13] Kılıç H. Kur'an Işığında Tahıl Bitkileri. International Creation Congress on the light of sciences.30 November-2 December 2017 Şanlıurfa Turkey .(Edit: Akan H., Erdoğan O., Küfrevioğlu İ.) International Creation Congress on The Light of Sciences Proceedings 30th November-2nd December 2107. Harran Üniv. Şanlıurfa 2018.
- [14] Kılıç H. Tahılların Başağında Saklanması. II. Uluslararası Bilimler Işığında Yaratılış Kongresi (8-9 Kasım 2018 Atatürk Üniversitesi Erzurum) s. 383-392, 2018.
- [15] Koning F. Adverse Effects of Wheat Gluten. *Ann Nutr Metab*, 67:2 7-14, 2015.
- [16] Davis W.R. Wheat Belly: Lose the Wheat, Lose the Weight, and Find Your Path Back to Health. <https://www.amazon.com/Wheat-Belly-Lose-Weight-Health-ebook/dp/B00571F26Y>, (Erişim Tarihi 14.02.2021).

- [17] You W., Henneberg M. Cereal Crops Are not Created Equal: Wheat Consumption Associated with Obesity Prevalence Globally and Regionally AIMS Public Health, 3:2 313-328, 2016.
- [18] Abadie V., Sollid L.M., Barreiro L.B., Jabri B. Integration of genetic and immunological insights into a model of celiac disease pathogenesis. Ann. Rev. Immunol. 29, 493-525, 2011.
- [19] Karell K., Louka A.S., Moodien S.J., Ascher H., Clot F., Greco L., Ciclitira P.J., Sollid L.M. and Partanen J. HLA types in celiac disease patients not carrying the DQA1\*05-DQB1\*02 (DQ2) heterodimer: results from the European Genetics Cluster on celiac disease. Hum. Immunol., 64 469-477, 2003.
- [20] Volta U, Caio G, Tovoli F, De Giorgio R. Non-celiac gluten sensitivity: questions still to be answered despite increasing awareness. Cell Mol Immunol., 10 383-92, 2013.
- [21] Venter C., Maslin K., Arshad S.H., Patil V., Grundy, J., Glasbey G., Twiselton R., Dean T. Very low prevalence of IgE mediated wheat allergy and high levels of cross-sensitisation between grass and wheat in a UK birth cohort. Clin Transl Allergy, 6:1 1-7, 2016.
- [22] Brouns F.J., van Buul V.J., Shewry P.R. Does wheat make us fat and sick? Journal of Cereal Science, 58:2 209-215, 2013.
- [23] Hauner H., Bechthold A., Boeing H., Brönstrup A., Buyken A., Leschik-Bonnet E. Evidence-Based Guideline of the German Nutrition Society: Carbohydrate Intake and Prevention of Nutrition-Related Diseases. Deutsche medizinische Wochenschrift (1946), 137:8 389-393, 2012.
- [24] Kucek L.K., Veenstra L.D., Amnuaycheewa P., Sorrells M.A. Grounded Guide to Gluten: How Modern Genotypes and Processing Impact Wheat Sensitivity. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 14 285-302, 2015.
- [25] Kim H.S., Patel K.G., Orosz E., Kothari N.F., Demyen M., Pysopoulos N.K., Ahlawat S. Time trends in the prevalence of celiac disease and gluten-free diet in the us population: results from the National Health and Nutrition Examination Surveys 2009-2014. JAMA Intern Med, 176 1716-1717, 2016.
- [26] Reilly N.R. The gluten-free diet: recognizing fact, fiction and fad. J Pediatr., 175 206-210, 2016.
- [27] Biesiekierski J.R., Peters S.L., Newnham E.D., Rosella O., Muir J.G., Gibson P.R. No effects of gluten in patients with self-reported non-celiac gluten sensitivity after dietary reduction of fermentable, poorly absorbed, short-chain carbohydrates. Gastroenterology, 145 320-328, 2013.
- [28] Niland B., Brooks D.C., Health Benefits and Adverse Effects of a Gluten-Free Diet in Non-Celiac Disease Patients Gastroenterol Hepatol., 14:2 82-91, 2018.
- [29] Wünsche J., Lambert C., Gola U., Biesalski H.K. Consumption of gluten free products increases heavy metal intake. NFS Journal, 12 11-15, 2018.
- [30] Zong G., Lebwohl B., Hu F.B., Sampson L., Dougherty L.V., Willett W.C., Chan A.T., Sun Q.I. Gluten intake and risk of type 2 diabetes in three large prospective cohort studies of US men and women. Diabetologia, 61 2164-2173, 2018.
- [31] Liu S., Stampfer M.J., Hu F.B., Giovannucci E., Rimm E., Manson J.E., Hennekens C.H., Willett W.C. Whole-grain consumption and risk of coronary heart disease: results from the Nurses' Health Study. Am J Clin Nutr., 70 412-419, 1999.
- [32] Johnsen, N.F., Frederiksen K., Christensen J. Whole-grain products and whole-grain types are associated with lower all-cause and cause-specific mortality in the Scandinavian HELGA cohort. British Journal of Nutrition, 114:4 608-623, 2015.
- [33] Slavin J.L., Martini M.C., Jacobs D.R., Marquart L. Plausible mechanisms for the protectiveness of whole grains. The American Journal of Clinical Nutrition, 70:3 459-463, 1999.
- [34] McRae M.P. Health Benefits of Dietary Whole Grains: An Umbrella Review of Meta-analyses J Chiropr Med., 16:1 0-18, 2017.
- [35] Dubois B., Bertin P., Mingeot D. Molecular diversity of alpha-gliadin expressed genes in genetically contrasted spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) accessions and comparison with bread wheat (*T. Aestivum* ssp. *aestivum*) and related diploid *Triticum* and *Aegilops* species. Molecular Breeding, 36:11 1-15, 2016.
- [36] Dubois B., Bertin P., Hautier L., Muhovski Y., Escarnot E., Mingeot D. Genetic and environmental factors affecting the expression of alpha-gliadin canonical epitopes involved in celiac disease in a wide collection of spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) cultivars and landraces. BMC Plant Biol. 18, 262, 2018.
- [37] Escarnot E., Goot S., Sinnaeve G., Dubois B., Bertin P., Mingeot D. Reactivity of gluten proteins from spelt and bread wheat accessions towards A1 and G12 antibodies in the framework of celiac disease. Food Chem. 268 522-532, 2018.
- [38] Malalgoda M., Ohm J.B., Simsek Ş. Celiac antigenicity of ancient wheat species. Foods, 8:12 675, 2019.
- [39] Rajaram S., Borlaug N.E., Van Ginkel M. CIMMYT international wheat breeding. In: Curtis BC, Rajaram S, Gomez Macpherson H, editors. Bread Wheat Improvement and Production. FAO, Rome, p. 103-117, 2002.
- [40] Shaw L.M., Turner A.S., Laurie D.A. Impact of photoperiod insensitive *Ppd-1a* mutations on the photoperiod pathway across the three genomes of hexaploid wheat (*Triticum aestivum*). The Plant Journal, 71:1 71-84, 2012.
- [41] Ausemus E.R., Reitz L.P. Hard red spring and durum wheats: culture and varieties. USDA Agric Info 249 US

- Government Printing Office, Washington, D.C, 1962.
- [42] Liu D., Zhang L., Hao M., Ning S., Yuan Z., Dai S. Wheat breeding in the hometown of Chinese Spring. The crop Journal, 6 82-90, 2018.
- [43] Borlaug, N.E. Wheat breeding and its impact on world food supply. In K.W. Finlay K.W. Shephard, eds. Proceedings of the 3rd International Wheat Genetics Symposium, p. 1-36. Canberra, Australia, Australian Academy of Sciences, 1968.
- [44] Hoogendoorn, J., Pfeiffer, W.H., Rajaram, S., Gale, M.D. Adaptive aspects of dwarfing genes in CIMMYT germplasm. In T.E. Miller R.M.D Koebner, eds. Proceedings of the 7th International Wheat Genetics Symposium, p. 1093-1100. Cambridge, UK, 1988.
- [45] Li A., Liu D., Yang W., Kishii M., Mao L. Synthetic Hexaploid Wheat: Yesterday, Today, and Tomorrow. Engineering, 4 552-558, 2018.
- [46] CIMMYT. Extensive use of wild grass-derived “synthetic hexaploid wheat” adds diversity and resilience to modern bread wheat, 2019. <https://www.cimmyt.org/news/extensive-use-of-wild-grass-derived-synthetic-hexaploid-wheat-adds-diversity-and-resilience-to-modern-bread-wheat> (Erişim Tarihi:02.12.2020).
- [47] Aktaş H., Karaman M., Erdemci İ., Kendal E., Tekdal S., Kılıç K., Oral E. Sentetik ve Modern Ekmeklik Buğday Genotiplerinin (*Triticum aestivum* L.) Verim ve Kalite Özelliklerinin Karşılaştırılması. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 3:1 25-32, 2017.
- [48] Calderini D.F., Ortiz-Monasterio I. Grain position affects grain macronutrient and micronutrient concentrations in wheat. Crop Sci., 43:1 141-51, 2003.
- [49] Kempe K., Rubtsova M., Gils M. Split-gene system for hybrid wheat seed production. Proc Natl Acad Sci., 111 9097-9102, 2014.
- [50] Gowda M., Longin C.F.H., Lein V., Reif J.C. Relevance of specific versus general combining ability in winter wheat. Crop Sci., 52 2494-2500, 2012.
- [51] Longin C.F.H., Gowda M., Mühleisen J., Ebmeyer E., Kazman E., Schachschneider R., Schacht J., Kirchhoff M., Zhao Y., Reif J.C. Hybrid wheat: quantitative genetic parameters and consequences for the design of breeding programs. Theor Appl Genet., 126 2791-2801, 2013.
- [52] Tian B., Talukder S.K., Fu J., Fritz AK. Trick H.N. Expression of a rice soluble starch synthase gene in transgenic wheat improves the grain yield under heat stress conditions. In Vitro Cellular Developmental Biology-Plant, 54:3 216-227, 2018.
- [53] Weichert N., Saalbach I., Weichert H., Kohl S., Erban A., Kopka J., Hause B., Varshney A., Sreenivasulu N., Strickert M., Kumlhehn J., Weschke W., Weber H. Increasing sucrose uptake capacity of wheat grains stimulates storage protein synthesis, Plant Physiology, 152:2 698-710, 2010.
- [54] Li S., Wang N., Wang Y., Fang J., He G. Inheritance and expression of copies of transgenes 1Dx5 and 1Ax1 in elite wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties transferred from transgenic wheat through conventional crossing, Acta Biochimica et Biophysica Sinica, 39:5 377-383, 2007.
- [55] Mao M., Li Y., Zhao S., Zhang J., Lei Q., Meng D., Ma F., Hu W., Chen M., Chang J., Wang Y., Yang G. He G. The interactive effects of transgenically overexpressed 1Ax1 with various HMW-GS combinations on dough quality by introgression of exogenous subunits into an elite Chinese wheat variety, PLoS One, 8:10 e78451, 2013.
- [56] Morgounov A.I., Belan I., Zelenskiy Y., Roseeva L., Tomoskozi S., Bekes F., Abugalieva A., Cakmak İ., Vargas M. Crossa J. Historical changes in grain yield and quality of spring wheat varieties cultivated in Siberia from 1900 to 2010, Can. J. Plant Sci., 93:3 425-433, 2013.
- [57] Bornhofen E., Benin G., Storck L., Marchioro V.S., Meneguzzi C., Milioli A.S., Trevizan D.M. Environmental effect on genetic gains and its impact on bread-making quality traits in Brazilian Spring Wheat Chilean Journal of Agricultural Research, 77:1 27-34, 2017.
- [58] Nehe A., Akin B., Sanal T., Evlice A., Ünsal R., Demir L., Geren H., Sevim İ., Orhan Ş., Yaktubay S., Ezici A., Guzman C., Morgounov A. Genotype x environment interaction and genetic gain for grain yield and grain quality traits in Turkish spring wheat released between 1964 and 2010. Plos One, 14:7 e0219432, 2019.
- [59] Karagöz A., Wheat landraces of Turkey. Emir. J. Food Agric.. 26 149-156, 2014.
- [60] Davis K.R., Cain R.F., Peters L.J., Le Tourneau D., McGinnis J. Evaluation of the nutrient composition of wheat. II. proximate analysis, thiamin, riboflavin, niacin, and pyridoxine. Cereal Chem., 58 116-20, 1981.
- [61] Wadhawan C.K., Bushuk W. Studies on vitality of commercial gluten. II. Solubility fractionation, electrophoresis, and fluorescence results. Cereal Chem., 66 461-466, 1989.
- [62] Wieser H., Seilmeier W. The influence of nitrogen fertilisation on quantities and proportions of different protein types in wheat flour. J Sci Food Agric., 76 49-55, 1998.
- [63] Posner E.S. Wheat. In: Kulp K, Ponte JG, editors. Handbook of cereal science and technology. 2<sup>nd</sup> ed. New York, NY: Marcel Dekker, Inc. p. 1-29, 2000.
- [64] Gafurova D.A., Tursunkhodzhaev P.M., Kasymova T.D., Yuldashev P.K. Fractional and amino-acid composition of wheat grain cultivated in Uzbekistan. Chem Nat Compd., 38 377-379, 2002.
- [65] Huynhand B.L., Palmer L., Mather D.E., Wallwork H., Graham R.D., Welch R.M., Stangoulis J.C.R. Genotypic variation in wheat grain fructan content revealed by a simplified HPLC method. J Cereal Sci., 48 369-378, 2008.

- [66] Özdemir S. Glutenin Fraksiyonunun Elektroforetik Özellikleri Üzerine Un Randımanı ve Yoğurma Sıcaklığının Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, s. 55, 2007.
- [67] Dizlek H. Buğdaydaki Gluten Proteinleri: Gliadin. Akademik Gıda, 10:2 109-114, 2012.
- [68] Žilić S. Wheat Gluten: Composition And Health Effects In: Gluten. Edit: Dane B. Walter. Chapter IV. Nova Science Publishers, Inc. 2013.
- [69] Payne P.I., Holt L.M., Jackson E.A., Law C.N. Wheat storage proteins: Their genetics and their potential for manipulation by plant breeding. Philosophical Transactions Biological Sciences, 304:1120 359-371, 1984.
- [70] Kaya Y., Akçura M. Effects of genotype and environment on grain yield and quality traits in bread wheat (*T. aestivum* L.) Food Sci. Technol. Campinas, 34:2 386-393, 2014.
- [71] Kılıç H., Sanal T., Erdemci İ. Karaca K. Screening Bread Wheat Genotypes for High Molecular Weight Glutenin Subunits and Some Quality Parameters. Journal Agriculture Science Technologies, 19 1393-1404, 2017.
- [72] Aktaş H., Şener O. Effect of hmw and lmw glutenin alleles on quality traits of bread wheat Genetika, 52:1 257-271, 2020.
- [73] Molberg Q., Uhlen A.K., Jensen T., Flæte N.S., Fleckenstein B., Arentz-Hansen H., Raki M., Lundin K.E., Sollid L.M. Mapping of gluten T-cell epitopes in the bread wheat ancestors: implications for celiac disease. Gastroenterology, 128 393-401, 2005.
- [74] Spaenij-Dekking L., Kooy-Winkelaar Y., van Veelen P., Drijfhout J.W., Jonker H., van Soest L., Smulders M.J.M., Bosch D., Gilissen L.J.W.J., Koning F. Natural variation in toxicity of wheat: potential for selection of nontoxic varieties for celiac disease patients. Gastroenterology, 129 797-806, 2005.
- [75] Van Herpen T.W.J.M., Goryunova S.V., Van der Schoot J., Mitreva M., Salentijn E., Vorst O., Schenk M.F., van Veelen P.A., Koning F., van Soest L.J.M. Alpha-gliadin genes from the A, B, and D genomes of wheat contain different sets of celiac disease epitopes. BMC Genomics, 7:1 1-13, 2006.
- [76] Pizzuti D., Buda A., D'Odorico A., D'Inca R., Chiarelli S., Curioni A., Martines D. Lack of intestinal mucosal toxicity of Triticum monococcum in celiac disease patients. Scand. J. Gastroenterol, 41 1305-1311, 2006.
- [77] Shewry P.R., Hey S.J. The contribution of wheat to human diet and health Food and Energy Security, 4:3 178-202, 2015.
- [78] Shewry P.R., Hey S. Do "ancient" wheat species differ from modern bread wheat in their contents of bioactive components Journal of Cereal Science, 65 236-243, 2015.
- [79] Zanini B., Villanacci V., De Leo L., Lanzini A. Triticum monococcum in patients with celiac disease: A phase II open study on safety of prolonged daily administration. Eur. J. Nutr., 54 1027-1029, 2015.
- [80] Fasano A. Zonulin and Its Regulation of Intestinal Barrier Function: The Biological Door to Inflammation, Autoimmunity, and Cancer Physiol Rev., 91 151-175, 2011.
- [81] Fasano A. Zonulin, regulation of tight junctions, and autoimmune diseases Ann N Y Acad Sci., 1258:1 25-33, 2012.
- [82] Drago S., El Asmar R., Di Pierro M., Clemente M.G., Tripathi A., Sapone A., Thakar M., Iacono G., Carroccio A., D'Agate C., Not T., Zampini L., Catassi C., Fasano A. Gliadin, zonulin and gut permeability: Effects on celiac and non-celiac intestinal mucosa and intestinal cell lines Gastroenterol, 41:4 408-19, 2006.
- [83] Lammers K.M., Lu R., Brownley J., Lu B., Gerard C., Thomas K., Rallabhandi P., Shea-Donohue T., Tamiz A., Alkan Ş., Netzel-Arnett S., Antalis T., Vogel S.N., Fasano A. Gliadin induces an increase in intestinal permeability and zonulin release by binding to the chemokine receptor CXCR3. Gastroenterology, 135:1 194-204, 2008.
- [84] Hollon J., Puppa E.L., Greenwald B., Goldberg E., Guerrerio A., Fasano A. Effect of gliadin on permeability of intestinal biopsy explants from celiac disease patients and patients with non-celiac gluten sensitivity Controlled Clinical Trial Nutrients, 7:3 1565-1576, 2015.
- [85] Sander G.Y., Cummins A.G., Henshall T., Powell B.C. Rapid disruption of intestinal barrier function by gliadin involves altered expression of apical junctional proteins chemokine receptor CXCR3. Gastroenterology, 135:1 194-204, 2008.
- [86] Biesiekierski J.R., Newnham E.D., Irving P.M., Barrett J.S., Haines M., Doecke J.D., Shepherd S.J., Muir J.G., Gibson P.R. Gluten causes gastrointestinal symptoms in subjects without celiac disease: a double-blind randomized placebo-controlled trial. Am J Gastroenterol, 106:3 508-514, 2011.
- [87] Hajifaraji M., Rezvani V., Yaghoobi A.S., Morteza H., Madda M. Glycemic indices of three commonly consumed foods: a clinicaltrial in Iranian healthy adults Mediterr J Nutr Metab., 1:1 3-7, 2008.
- [88] Ridner E., Di Sibio A. Glycemic index of two varieties of pasta and two varieties of rice Arch Latinoam Nutr Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 65:2 79-85, 2015.
- [89] Modu S., Laila A., Zainab A.M., Bintu B.P. Studies on the glycemic response of wheat at various level of processing fed to normal healthy rats, Biochemistry, 23:2 63-71, 2011.
- [90] Ergün R. Türkiye'ye özgü bazı ekmek türlerinin glisemik indeks değerlerinin saptanması. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beslenme Bilimleri Programı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2014.
- [91] Joubert S. Glycemic index and glycemic load for 100+ foods August 22, 2017 By Your Side Ltd

- <https://byyoursidehomecare.co.uk/glycemic-index-glycemic-load-100-foods/> (Erişim Tarihi:17.02.2021).
- [92] Nylund L., Kaukinen K., Lindfors K. The microbiota as a component of the celiac disease and non-celiac gluten sensitivity. *Clinical Nutrition Experimental*, 6 17-24, 2016.
- [93] Bektaş A., ÖzeL M. Gluten: Dost mu, Düşman mı? *Güncel Gastroenteroloji*, 22:2 127-134, 2018.
- [94] Muir J. Is a carbohydrate called fructan giving gluten a bad rap? Monash Univ.2019 <https://lens.monash.edu/@health-sciences/2019/08/01/1375992/gut-feeling-is-a-carbohydrate-called-fructan-giving-gluten-a-bad-1>, (Erişim Tarihi 17.02.2021).
- [95] Payne P.I. Genetics of wheat storage proteins and the effect of allelic variation on bread-making quality. *Annu Rev Plant Physiol.*, 38:1 141-53, 1987.
- [96] Metakovsky E.V., Knezevic D., Javornik B. Gliadin allele composition of Yugoslav winter wheat cultivars. *Euphytica*, 54:3 285-295, 1991.
- [97] Salentijn E.M., Esselink D.G., Goryunova S.V., van der Meer I.M., Gilissen L.J.W.J., Smulders M.J.M. Quantitative and qualitative differences in celiac disease epitopes among durum wheat varieties identified through deep RNA-amplicon sequencing. *BMC Genomics*, 14:1 1-16, 2013.
- [98] Nakamura A., Tanabe S., Watanabe J., Makino T., Station A.E., April R. Primary screening of relatively less allergenic wheat varieties. *J Nutr Sci Vitaminol*, 51 204-216, 2005.
- [99] Bressiani J., Oro T., Santetti G.S., Almeida J.L., Bertolin T.E., Gomez M., Gutkosk L.C. Properties of whole grain wheatflour and performance in bakeryproducts as a function of particle size *Journal of Cereal Science*, 75 269-277, 2017.
- [100] Thompson L.U. Potential health benefits of whole grains and their components. *Contemporary Nutrition*, 17 1-2, 1992.
- [101] Liu R.H. Whole grain phytochemicals and health *Journal of Cereal Science*, 46:3 207-219, 2007.
- [102] Lafiandra D., Riccardi G., Shewryc P.R. Improving cereal grain carbohydrates for diet and health. *J Cereal Sci.*, 59 312-26, 2014.
- [103] Zong G., Gao A., Hu F.B., Sun Q. Whole grain intake and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer: A meta-analysis of prospective cohort studies. *Circulation*, 133, 2370-2380, 2016.
- [104] Benisi-Kohansal, S., Saneei P., Salehi-Marzijarani M., Larijani B., Esmailzadeh A. Whole-grain intake and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer: A systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Adv. Nutr.*, 16:7 1052-1065, 2016.
- [105] Kaur K.D., Jha A., Sabikhi L., Singh A.K. Significance of coarse cereals in health and nutrition: a review. *J Food Sci Technol.*, 51 1429-41, 2014
- [106] Slavin J. Whole grains and human health *Nutrition Research Reviews*, 17:1 99-110, 2004.
- [107] Hadjivassiliou M., Grunewald R.A., Sharrack B., Sanders D., Lobo A., Williamson C., Woodroffe N., Wood N., Davies-Jones A. Gluten ataxia in perspective: epidemiology, genetic susceptibility and clinical characteristics, *Brain*, 126 685-69, 2013.
- [108] Mizrak G. Glisemik indeks, glisemik yük, sağlıklı beslenme ve spor. *Ziraat mühendisliği*. Aralık, 363, 2016.
- [109] Kyro C., Tjonneland A. Whole grains and public health. *BMJ.*, 353 i3046, 2016.
- [110] U.S. Department of Health and Human Services, 2015. U.S. Department of Agriculture. 2015-2020 Dietary Guidelines for Americans 8th Edition, 2016, <http://health.gov/dietaryguidelines/2015/guidelines/> (Erişim Tarihi: 17 Ocak 20201).
- [111] Gaesser G.A. Whole Grains, Refined Grains, and Cancer Risk: A Systematic Review of Meta-Analyses of Observational Studies *Nutrients*, 12:12 3756, 2020.
- [112] Murtaugh M.A., Jacobs D.R., Jacob B., Steffen L.M., and Marquart L. Epidemiological support for the protection of whole grains against diabetes *Proceedings of the Nutrition Society*, 62 143-149, 2003.
- [113] Taşçı R., Karabak S., Bolat M., Pehlivan A., Şanal T., Acar O., Külen S., Güneş E., Albayrak M. Ankara İlinde Ekmek Fırınlarnın Üretim Yapısı ve Ekmek İsrافی TEAD, 3:1 1-16, 2017.
- [114] Lai C.S., Hosenev R.C., Davis A.B. Effects of wheat bran in breadmaking. *Cereal Chem.*, 66:3 217-219, 1989.
- [115] Noort M.W.J., Haaster D., Hemery Y., Schols H.A., Hamer R.J. The effect of particle size of wheat bran fractions on bread quality: Evidence for fibre-protein interactions. *J. Cereal Sci.*, 52 59-64, 2010.
- [116] Gomez M., Gutkoski L.C., Núñez A.B. Understanding whole-wheat flour and its effect in breads: review *Compr Rev Food Sci Food Saf.*, 19 3241-3265, 2020.
- [117] McGuire C.F., O'Palka J. Sensory evaluation of a hard white compared to a hard red winter wheat. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 67:1 129-133, 1995.
- [118] Talbert L.E., Hofer P., Nash D., Martin J.M., Lanning S.P., Sherman J.D., Giroux M.J. Hard white versus hard red wheats: Taste tests and milling and baking properties. *Cereal Chemistry*, 90:9 249-255, 2013.
- [119] Benisi-Kohansal, S., Saneei P., Salehi-Marzijarani M., Larijani B., Esmailzadeh A. Whole-grain intake and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer: A systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Adv. Nutr.*, 16:7 1052-1065, 2016.
- [120] Watts B., Ryland D., Malcolmson L.J., Ambalamaatil S., Adams K.M., Lukow O.M. Flavor properties of pan and pita breads made from red and white hard spring wheats. *Journal of Food Quality*, 35:1 60-68, 2012.
- [121] Gomez M., González J., Oliete B. Effect of extruded wheat germ on dough rheology and bread quality. *Food and Bioprocess Technology*, 5:6 2409-2418, 2012.

- [122] Nik M.M., Babaeian M., Tavassoli A. Effect of seed and embryo size on early growth of wheat genotypes African Journal of Microbiology Research, 5:27 4859-4865, 2011.
- [123] Hocaoğlu O., Akçura M., Kaplan M. Changes in the Grain Element Contents of Durum Wheat Varieties of Turkey Registered between 1967-2010. Journal Communications in Soil Science and Plant Analysis, 51:4 431-439, 2020.
- [124] Vignola M.B., Moiraghi M., Salvucci E., Baroni V., Pérez G.T. Whole meal and white flour from Argentine wheat genotypes: Mineral and arabinoxylan differences. Journal of Cereal Science, 71 217-223, 2016.
- [125] Monasterio I., Graham R.D. Breeding for trace minerals in wheat. Food and Nutrition Bulletin, 21:4 392-396, 2000.
- [126] Akçura M., Hocaoğlu O., Kılıç H., Kökten K. Karadeniz Bölgesine Ait Yerel Ekmeklik Buğday Hatlarının Tanedeki Besin Elementleri İçerikleri Yönünden Tescilli Ekmeklik Buğday Çeşitleri İle Karşılaştırılması. Türkiye X. Tarla Bitkileri Kongresi, 2013.
- [127] Li Y., Ma D., Sun D., Wang C., Zhang J., Xie Y., Guo T. Total phenolic, flavonoid content, and antioxidant activity of flour, noodles, and steamed bread made from different colored wheat grains by three milling methods The Crop Journal, 3 328-334, 2015.
- [128] Mulero M.C., Barros L., Fernandes A., Ferreira I., Callejo J., González M., Ruiz V.F., Morales P., Carrillo J.M. Potential Health Claims of Durum and Bread Wheat Flours as Functional Ingredients Nutrients, 12:2 504, 2020.
- [129] Selimoğlu E., Bektaş Y., Özkocak V., Gültekin T. Beslenme Şeklinin Zaman İçindeki Tarihsel Yolculuğu. SETSCI Conference Indexing System, 3 390-398, 2018.
- [130] TGK. Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği Resmi Gazete: 04.01.2012 tarih ve 28163 sayılı Tebliğ No: 2012/2, 2012.

## Yazım Kuralları

*Haziran ve Aralık sayısı olmak üzere yılda iki defa yayımlanan uluslararası hakemli bir dergidir. Derginin asıl amacı fen bilimleri, temel alanlar ve mühendislik alanlarında nitelikli akademik çalışmaların yayımlanmasına katkı yapmaktır.*

*Dergide yayımlanan makaleler yazı işlerinin izni olmaksızın başka hiç bir yerde yayımlanamaz veya bildiri olarak sunulamaz. Kısmen veya tamamen yayımlanan makaleler kaynak gösterilmeden hiçbir yerde kullanılamaz. Dergiye gönderilen makalelerin içerikleri özgün, daha önce herhangi bir yerde yayımlanmamış veya yayımlanmak üzere gönderilmemiş olmalıdır. Makaledeki yazarlar isim sırası konusunda fikir birliğine sahip olmalıdır.*

*Makalenin hazırlanması sırasında yardımcı olması amacıyla, internet sitemizde yazarlar için linkinin altında yer alan **MSUFBD** Dergisi yazım kurallarına göre hazırlanmış "örnek\_makale" dosyasını bilgisayarınıza indirmeniz ve makalenizi bu makaleyi örnek alarak hazırlamanız, düzenlemelerde kolaylık ve zaman tasarrufu sağlayacaktır. Bu makaleyi bilgisayarınıza Word programında şablon (template) olarak kaydederek de makalenizi hazırlayabilirsiniz.*

- Makaleler MS Word 2007 veya üstü bir sürümde hazırlanarak gönderilmelidir.
- Sayfa yapısı özel boyutta (15.5x23 cm), MS Word programında, Times New Roman veya benzeri bir yazı karakteri ile 10 punto, tek satır aralığıyla yazılmalıdır. Sayfa kenarlarında üst 2.5 cm olmak üzere diğer kenarlar için 2.5 cm boşluk bırakılmalı ve sayfalar numaralandırılmalıdır.
- Yazar(lar)ın ad(lar) ve soyad(lar), kurumsal unvanları; yazar(lar)ın görev yaptığı kurum(lar) ve e-posta adres(ler) bilgileri verilmelidir. Ayrıca makalelerde sorumlu yazar belirtilmelidir. Times New Roman 10 punto, tek satır aralığıyla yazılmalıdır.
- Makale başlığı, içerikle uyumlu, içeriği en iyi ifade eden bir başlık olmalıdır. Başlık, kalın ve 12 punto büyüklüğünde olmalı ve ilk harfler büyük olacak şekilde sayfa ortalanarak yazılmalıdır. Makaleler aynı özellikte İngilizce bir başlık/title içermelidir.
- Makalenin başında, konuyu kısa ve öz biçimde ifade eden ve en az 75, en fazla 150 kelimedenden oluşan Türkçe "Öz" bulunmalıdır. Öz içinde, yararlanılan kaynaklara, şekil ve çizelge numaralarına değinilmemelidir. Adres/ler den 2 satır boşluk bırakıldıktan sonra, Times New Roman 10 punto, tek satır aralığıyla yazılmalıdır. Özün altında bir satır boşluk bırakılarak, en az 3, en çok 6 sözcükten oluşan anahtar kelimeler verilmelidir. Anahtar kelimeler makale içeriği ile uyumlu ve kapsayıcı olmalıdır. Aynı şekilde makaleler İngilizce bir başlık/title, anahtar sözcükler/keywords ve öz/abstract içermelidir.
- **MSUFBD**'in yayın dili Türkçe ve İngilizcedir.
- Herhangi bir sempozyum veya kongrede sunulmuş olan çalışmalar kongrenin adı, yeri ve tarihi belirtilerek yayımlanabilir. Bir araştırma kurumu veya fonu tarafından desteklenen çalışmalarda desteği sağlayan kuruluşun adı ve proje numarası verilmelidir.
- Makaleler Giriş, Materyal ve Metod, Deneysel Kısım, Gereç ve Yöntem, Tartışma, Sonuç vb. yer alacak şekilde hazırlanmalı ve alt başlıklar ikinci derece başlıklar Times New Roman 10 punto ile sağa hizalı olarak düzenlenmelidir.
- Formüller ve denklemler Math Type ya da Word Denklem Düzenleyici kullanılarak yazılmalıdır.
- Çalışma, dil bilgisi kurallarına uygun olmalıdır. Makalede noktalama işaretlerinin kullanımında, kelime ve kısaltmaların yazımında en son çıkan TDK Yazım Kılavuzu esas alınmalı, açık ve yalın bir anlatım yolu izlenmeli, amaç ve kapsam dışına taşan gereksiz bilgilere yer verilmemelidir. Makalenin hazırlanmasında geçerli bilimsel yöntemlere uyulmalı, çalışmanın konusu, amacı, kapsamı, hazırlanma gerekçesi vb. bilgiler yeterli ölçüde ve belirli bir düzen içinde verilmelidir.
- Bir makalede sırasıyla özet, ana metnin bölümleri, kaynakça ve (varsa) ekler bulunmalıdır. Makalenin bir "Giriş" ve bir "Sonuç" bölümü bulunmalıdır. "Giriş" çalışmanın amacı, önemi, dönemi, kapsamı, veri metodolojisi ve planını mutlaka kapsamalıdır. Konu gerektiriyorsa literatür tartışması da bu kısımda verilebilir. "Sonuç" araştırmanın amaç ve kapsamına uygun olmalı, ana çizgileriyle ve öz olarak verilmelidir. Metinde sözü edilmeyen hususlara "Sonuç"ta yer verilmemelidir. Belli bir düzen sağlamak amacıyla ana, ara ve alt başlıklar kullanılabilir.
- Tablo/Şekillerin numarası ve başlığı bulunmalıdır. Tablo çiziminde dikey çizgiler kullanılmamalıdır. Yatay çizgiler ise sadece tablo içindeki alt başlıkları birbirinden ayırmak için kullanılmalıdır. Tablo/Şekil numarası üste, tam sola dayalı olarak Times New Roman 10 punto yazılmalı; tablo/şekil adı ise, her sözcüğün ilk harfi büyük olacak şekilde yazılmalıdır. Ayrıca tablo/şekiller siyah beyaz baskıya uygun hazırlanmalıdır.
- Makalede, düzenli bir bilgi aktarımı sağlamak üzere ana, ara ve alt başlıklar kullanılabilir. Makale başlığı dışındaki diğer tüm başlıklar 10 punto yazılmalıdır. Birinci derece başlıklar büyük ve koyu karakterde; ikinci derece başlıklar, yalnız ilk harfleri büyük ve koyu olmayan; üçüncü derece başlıklar ise yalnız ilk harfleri büyük, koyu olmayan ve italik harflerle yazılmalıdır. Ayrıca başlıklar, öncesi ve sonrası 6 nk olacak şekilde ayarlanmalıdır.



**MSUFBD**  
**Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**  
**Mus Alparslan University Journal of Science**

**BİRİNCİ DERECE BAŞLIK**

İkinci Derece Başlık

*Üçüncü Derece Başlık*

- Kaynak göstermede makale içerisinde “köşeli parantez içerisinde numara” ile yazılmalıdır. Her kaynak kendi orijinal dilinde verilmelidir. Kaynaklar Times New Roman 9 punto ile yazılmalıdır. Kaynaklar yazılırken sıralama aşağıdaki şekilde olmalıdır:
- Chen Y. R., Chao K., Kim M. S. Machine vision technology for agricultural applications, Computers and Electronics in Agriculture, 36, 173-191, 2002.
- Kumar A. Computer vision based fabric defect detection: a survey, IEEE Transactions on Industrial Electronics, 55, 348-363, 2008.
- Yetis H., Baygin M., Karaköse M. A New Micro Genetic Algorithm Based Image Stitching Approach for Camera Arrays at Production Lines, The 5th International Conference on Manufacturing Engineering and Process (ICMEP 2016), 25-27 May, 2016.
- Aydın I., Karaköse E., Karaköse M., Gençoğlu M.T., Akın E., A New Computer Vision Approach for Active Pantograph Control, IEEE International Symposium on Innovations in Intelligent Systems and Applications (IEEE INISTA 2013), Albena, Bulgaria, 2013.
- Lim S. H. Video-processing applications of high speed cmos image sensors, The Degree of Doctor of Philosophy, Stanford University, 2003.
- **MSUFBD'e** yazım kurallarına uygun olarak gönderilen makaleler, daha sonraki aşamada intihal denetiminden geçirilir. Dergide intihal denetimi iThenticate programı ile yapılmaktadır ve intihal denetiminde kabul edilebilir benzerlik oranı en fazla %20 olmalıdır.
- Yayım aşamasının ilk adımı için makaleler Online Başvuru Sistemi aracılığıyla yollanmalıdır. Başvurunun hemen ardından elektronik posta adresinize otomatik olarak bir onay mesajı gönderilecektir. Daha fazla bilgi için <http://dergipark.gov.tr/msufbd> elektronik adresi aracılığıyla editörümüzle bağlantıya geçilebilir.

**MSUFBD**  
**Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**  
**Mus Alparslan University Journal of Science**

## Instructions for Authors

**MSUFBD** is an international peer-reviewed journal that is published two times a year. The purpose of the journal is to make contributions to publishing qualified academic studies in sciences, basic and engineering areas.

The articles that are published in the journal cannot be published or presented anywhere else unless permission is granted from the editorial board. The articles that are published either partially or completely cannot be used anywhere else unless reference is given. The content of the articles that are sent to the journal has to be authentic, not previously published or sent to be published. The authors of the articles have to have a consensus regarding the list of the names in the article.

If you download the "sample article" that was prepared according to spelling rules and format of the **MSUFBD** Journal from our website through the link for authors to help you prepare the article, this will save your time and facilitate the preparation process. You can also prepare your article by saving this sample as a template on the Microsoft Word program.

- The articles should be in MS Word 2007 or higher version.
- The layout has to be custom-designed (15.5x23 cm). The file format has to be MS Word. The font has to be Times New Roman or a similar one with a size of 10. The file has to have single-line spacing. Page margins have to be 2.5 cm on the top and 2.5 cm for all the other sides. The pages have to be numbered.
- The articles need to include the name(s), surname(s), institutional title(s), institution name(s), and e-mail address(es) of the author(s). In addition, the corresponding author has to be indicated in the articles. The font has to be Times New Roman with a size of 10 and single line spacing.
- The title of the article has to be consistent with the content and must reflect the content in the best way possible. The title has to be boldface with a font size of 12. The first letter of all the words has to be uppercase. The title has to be centered. The articles need to have an English title with the same properties.
- The article needs to include an "Abstract" at the beginning not less than 75 words nor longer than 150 words summarizing the content in the most precise and concise way. The abstract must not include references, figures, and table numbers. Leaving a space under the abstract, the author has to add keywords including at least 3 and utmost 6 words. The keywords have to be consistent with the content and need to be comprehensive. Similarly, the articles have to include an English title, keywords, and abstract.
- **MSUFBD** is published in Turkish and English.
- The works that are presented in any symposium or congress can be published after specifying the name, place and the date of the congress. The works that are supported by a research organization or fund have to indicate the name of the supportive organization and the number of project.
- The articles have to be organized as introduction, body, experimental, result and discussion and conclusion. Sub-titles and lower-level titles have to have a font size of 10 and be right-aligned.
- Formulas and equations need to be written via Math Type or Word Equation Editor.
- The study has to comply with grammatical rules. The latest Turkish Language Association Spell Check has to be employed regarding the use of punctuation, spelling of the words, and abbreviations. The text is expected to be clear and simple. No expressions out of purpose and scope must be included in the work. The valid scientific methods have to be employed to prepare the article. The content, purpose, scope, justification, etc. of the study have to be provided as much as needed in a certain order.
- An article is expected to include abstract, sections of the main text, references, and appendices (if there is any) respectively. An article has to have an "Introduction" and "Conclusion" sections. The "Introduction" is definitely expected to include the purpose, importance, period, scope, data methodology, and outline of the study. If it is necessary for the subject to be dealt with, literature review can be given in this section as well. The "conclusion" needs to be in compliance with the study's purpose and scope. It needs to be given generally and concisely. The points that are not mentioned within the text must not be included in "conclusion". Headings, titles, and sub-titles can be used to organize the text.
- Tables/Figures need to be numbered and given with their titles. No vertical lines must be used to draw the tables. Horizontal lines can only be used to separate the sub-titles within the table from each other. Table/Figure number has to be at the top left-aligned and non-Italic with Times New Romans 10 font. The name of tables/figures has to be written with each word having its first letter uppercase. In addition, tables/figures have to comply with black and white print. If there is anything in the table that requires reference, the references must be given at the bottom of the table with in-text reference format.
- Headings, titles, and sub-titles can be used to ensure an ordered information transfer. All the other titles except for the title of the article have to have a font size of 10. First-level titles need to be uppercase and boldface; the first letters of

**MSUFBD**  
**Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**  
**Mus Alparslan University Journal of Science**

all the words in the second-level titles need to be uppercase and not boldface; and only the first letters of the words in the third-level titles need to be uppercase, and these titles have to be italic. In addition, the titles have to be organized with 6 nk before and after the title.

**FIRST-LEVEL TITLE**

Second-Level Title

*Third-level Title*

(i) The reference should be marked with "number in square brackets" in the article. Each reference must be given in its original language. The references should be written in Times New Roman 9 point. When writing the references, the sequence should be as follows:

- Chen Y. R., Chao K., Kim M. S. Machine vision technology for agricultural applications, Computers and Electronics in Agriculture, 36, 173-191, 2002.
  - Kumar A. Computer vision based fabric defect detection: a survey, IEEE Transactions on Industrial Electronics, 55, 348-363, 2008.
  - Yetis H., Baygin M., Karaköse M. A New Micro Genetic Algorithm Based Image Stitching Approach for Camera Arrays at Production Lines, The 5th International Conference on Manufacturing Engineering and Process (ICMEP 2016), 25-27 May, 2016.
  - Aydın I., Karaköse E., Karaköse M., Gençoğlu M.T., Akin E., A New Computer Vision Approach for Active Pantograph Control, IEEE International Symposium on Innovations in Intelligent Systems and Applications (IEEE INISTA 2013), Albena, Bulgaria, 2013.
  - Lim S. H. Video-processing applications of high speed cmos image sensors, The Degree of Doctor of Philosophy, Stanford University, 2003.
- The manuscripts that comply with the publication principles of anemon are passed through plagiarism checking. The journal uses the Ithenticate software to detect instances of overlapping and similar text in submitted manuscripts. If the similarity level is above %20, the manuscript is not accepted for publication.
  - The articles are sent through Online Application System for the first step of the publication. An automatically-sent confirmation message is sent to your e-mail address upon the completion of the application. For further information, please contact the editor via <http://dergipark.gov.tr/msufbd>.

**MSUFBD**  
**Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**  
**Mus Alparslan University Journal of Science**

**Değerlendirme Süreci**

- **MSUFBD'e** gönderilen yazılar, önce Yayın Kurulunca dergi ilkelerine uygunluk açısından bir ön değerlendirmeye tabi tutulur. Dergi kapsamına girmeyen veya bilimsel bir yazı formatına içerik ve şekil şartları açısından uymayan yazılar, hakemlik süreci başlatılmadan geri çevrilir ya da bazı değişiklikler istenebilir. Yayın için teslim edilen makalelerin değerlendirilmesinde akademik tarafsızlık ve bilimsel kalite en önemli ölçütlerdir.
- **MSUFBD'e** yayın kurallarına uygun olarak gönderilen makaleler, daha sonraki aşamada intihal denetiminden geçirilir. Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi'nde intihal denetimi, Ithenticate paket programı aracılığıyla gerçekleştirilmekte ve intihal denetiminde, benzerlik oranının %20'nin üstüne çıkmaması gerekmektedir. İlgili çalışmada herhangi bir intihale rastlanmadığı takdirde değerlendirilmek üzere o alandaki çalışmalarıyla tanınmış iki hakeme gönderilir. **MSUFBD** Dergisi, sürecin her aşamasında, hakem ve yazarların isimlerinin saklı tutulduğu çift-kör hakemlik sistemini kullanmaktadır. Hakem raporlar beş yıl süreyle saklanır. Makaleyi değerlendiren iki hakemden birisinin olumlu diğerinin olumsuz rapor vermesi durumunda makale üçüncü hakeme gönderilmekte veya Yayın Kurulu, hakem raporlarını inceleyerek nihai kararı vermektedir.
- **MSUFBD'e** gönderilen çalışmalarda yazarlar, hakem ve Yayın Kurulunun eleştiri ve önerilerini dikkate alırlar. Katılmadıkları hususlar varsa gerekçeleriyle birlikte itiraz etme hakkına sahiptirler. Dergideki hakemlik sürecinde, akademik unvana sahip kişilerin yayınları için ancak eşit ya da üst derecede akademik unvana sahip kişiler hakem olabilir.
- **MSUFBD'e** hakem değerlendirme süreci, istenilmeyen nedenlerden dolayı bazen uzun sürebilmektedir. Normal koşullarda editör tarafından ön değerlendirme aşaması bir hafta; hakem değerlendirme süreci de 8 hafta olarak planlanmaktadır. Ancak hakemlerden zamanında dönüş olmaması nedeniyle yeniden hakem atama vb. nedenlerden dolayı hakem değerlendirme süreci uzayabilmektedir.
- **MSUFBD'e** makale gönderen yazar/yazarlar, Derginin söz konusu hakem değerlendirme koşullarını ve sürecini kabul etmiş sayılırlar.
- **MSUFBD'de** yayımlanmasına karar verilen (kabul edilen) çalışmaların telif hakkı, Muş Alparslan Üniversitesi'ne devredilmiş sayılır.

**MSUFBD**  
**Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**  
**Mus Alparslan University Journal of Science**

**Peer Review Process**

- The papers that are sent to **MSUFBD** are subjected to preliminary assessment by the Editorial Board to see whether the work complies with the principles of the journal. The papers that are out of the scope of the journal or do not comply with the format of a scientific text either in terms of content or style are either rejected or demanded to be corrected prior to peer-review process. Academic objectivity and scientific quality are the most important criteria for the assessment of the articles that are submitted to be published.
- The articles that comply with the publication principles of **MSUFBD** are passed through plagiarism checking. Journal of Social Sciences of Muş Alparslan University uses the iThenticate software to detect instances of overlapping and similar text in submitted manuscripts. The journal allows an overall similarity of 20% for a manuscript to be considered for publication. After determining an acceptable similarity rate, the article is sent to two reviewers who are known for their studies in the relevant field. **MSUFBD** employs double-blind review system in which the names of neither the reviewers nor the authors are disclosed in any of the phases of the process. Reviewer reports are saved for five years. If one of the reviewers gives positive feedback while the other gives negative feedback, the article is either sent to a third reviewer or Editorial Board examines the reviewer reports to make the final decision.
- The authors submitting papers to **MSUFBD** take into account the criticisms and suggestions of the reviewers and the Editorial Board. The authors also have the right to object to the points with which they disagree. In the reviewing process, the publications of people with academic titles are only reviewed by academics of either an equal or a higher degree.
- Assessment process of **MSUFBD** may sometimes take long periods of time due to undesired reasons. Normally, preliminary assessment by the editor takes a week while reviewer's assessment period takes 8 weeks. However, reviewer assessment process may get longer when reviewers do not respond on time or in cases of appointing a new reviewer and so on.
- The author/authors submitting papers to **MSUFBD** is/are considered to have accepted the aforementioned reviewing conditions and process of the journal.
- The copyrights of the works that are decided to be published (accepted) in **MSUFBD** is transferred to Muş Alparslan University.

**MSUFBD**  
**Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**  
**Mus Alparslan University Journal of Science**

**Yayın İlkeleri**

- **MSUFBD**, ulusal ve uluslararası düzeyde yapılan, fen, temel alanlar ve mühendislik bilimleri alanında özgün ve nitelikli çalışmaları, bilimsel bir yaklaşımla ele alarak fen bilimler alanlarındaki çalışmaların niteliğinin yükselmesine, yöntem ve uygulamaların gelişmesine, kuram ve uygulama alanlarındaki çalışmalar arasında iletişimin güçlenmesine ve fen bilimleri alanındaki literatürün zenginleşmesine katkı sağlamak amacıyla yayımlanmaktadır.
- **MSUFBD**'e, matematik, fizik, kimya, biyoloji, çevre bilimi, sağlık, eczacılık, mühendislik bilimleri vb. tüm fen bilimlerine ait özgün ve nitelikli bilimsel çalışmaları destekleyerek bilim camiasında üretilen bilgileri akademisyenlerin ve kamuoyunun istifadesine sunmak amacıyla yeni ve özgün çalışmalara yer verilmektedir.
- **MSUFBD**'e gönderilecek çalışma, alanında bir boşluğu dolduracak özgün bir yazı olmalı ya da daha önce yayımlanmış çalışmaları değerlendiren, konuya dair yeni ve dikkate değer görüşler ortaya koyan inceleme olmalıdır.
- **MSUFBD**'e gönderilecek yazılar makale, çeviri ve kitap tanıtımı türünde olmalıdır. Dergimize gönderilen çeviri yazılar için, makale sahibinin yayın izni ve orijinal metin gereklidir.
- **MSUFBD**'e yayın dili Türkçe ve İngilizce'dir.
- **MSUFBD**'e gönderilen çalışmalar daha önce hiçbir yerde yayımlanmamış ve halihazırda yayımlanmak üzere sunulmamış olmalıdır. Bilimsel bir toplantıda sunulmuş bildiriler, durum açıkça belirtilmek şartıyla dergiye gönderilebilir.
- **MSUFBD**'e Kış/Aralık ve Yaz/Haziran sayısı olmak üzere yılda iki defa düzenli olarak yayımlanmaktadır.
- **MSUFBD**'e gönderilen yazılara telif hakkı ödenmez. Yayımlanan makalelerin telif hakkı Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimler Dergisi'ne aittir.
- **MSUFBD**'de yayımlanan yazıların bilimsel ve hukuki sorumluluğu yazarlarına aittir.
- **MSUFBD**'de yer alan yazılardaki görüş ve düşünceler yazarlarının kişisel görüşleri olup derginin ve bağlı olduğu kurumların görüşlerini yansıtmaz.
- **MSUFBD**'e gönderilen çalışmalar, TÜBİTAK ULAKBİM'in DergiPark Sistemi (UDS) üzerinden elektronik ortamda gönderilmektedir. Bu sisteme <http://dergipark.gov.tr/msufbd> da yer alan "Kullanıcı Sayfası/Yeni Gönderi" linkinden ulaşılabilir. Söz konusu sisteme kayıt yapıp makale gönderildikten sonra hakem süreciyle ilgili gelişmeler ve hakem değerlendirme raporları yazarlar tarafından kolaylıkla takip edilebilir.

**MSUFBD**  
**Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**  
**Mus Alparslan University Journal of Science**

**Editorial Principles**

- **MSUFBD** is a national and international peer-reviewed journal that publishes authentic and qualified works with a scientific approach in the fields of science, basic and engineering sciences. It is published to contribute to raising the quality of the social sciences studies, development of methods and practices, to strengthen the communication between theoretical and practical studies, and to enrich the science literature.
- **MSUFBD** supports all the authentic and qualified scientific studies in the science fields including maths, physic, chemistry, biology, health, pharmacy, engineering sciences *etc.* It publishes new and authentic works to offer the knowledge produced by scientific circles for the benefit of academics and public.
- The works that are sent to **MSUFBD** must be both an authentic work to eliminate a lack in the literature or a review assessing the previously-published works and suggesting relevant, new, and noteworthy opinions.
- The texts that are sent to **MSUFBD** include articles, translations, and book promotions. For the translated texts, publication permission of the owner of the article and the source text are required.
- Publication languages of **MSUFBD** are Turkish and English.
- The works that are sent to **MSUFBD** must not be published previously anywhere. They have to be ready for publication. The papers that have previously been presented in a scientific meeting can be sent to the journal if it is clearly indicated.
- **MSUFBD** is regularly published in Winter/December and Summer/June per year.
- No copyright payment is made for the papers that are sent to **MSUFBD**. The copyrights of the works that are published in **MSUFBD** are transferred to Mus Alparslan University Journal of Science.
- Scientific and legal liabilities of the articles published in **MSUFBD** belong to the authors.
- All the opinions and ideas indicated in the articles that are published in **MSUFBD** are authors' personal opinions and do not reflect the opinions of the Journal or the affiliated institutions by any means.
- The works that are sent to **MSUFBD** are sent to TUBITAK ULAKBIM's DergiPark System (UDS) in electronical environment. This system can be accessed via <http://dergipark.gov.tr/msufbd> under the link "User Page/New Submission". After registering in the system and submitting the paper, the developments regarding the reviewing process and reviewer reports can be followed by the authors.

**MSUFBD**  
**Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**  
**Mus Alparslan University Journal of Science**

**Yazışma Adresi / Address**

Muş Alparslan Üniversitesi  
MSUFBD Dergi Editörlüğü

Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
49250 – MUŞ/TÜRKİYE  
Tel: 0 436 249 49 49 / 3671 - Fax: 0 436 213 00 28  
Web: <http://dergipark.gov.tr/msufbd>  
e-mail: [msufbd@alparslan.edu.tr](mailto:msufbd@alparslan.edu.tr)