

The Effect of Ancient Wheat Einkorn (*Triticum monococcum*) on the Quality and Nutritional Properties of Bread

Elif ÇAKIR^{1*} Muhammet ARICI²

Article info

Received: 06.07.2023
Accepted: 17.09.2023

Article type: Review

Keywords:

Ancestor wheat einkorn,
nutritional properties, quality
properties, einkorn bread

Abstract

The tendency of consumers towards quality and healthy foods as a result of diseases such as obesity, diabetes, heart and cholesterol has changed the perspective of the bakery industry towards cereals. In recent years, with the increase in research on the use of cereals with high nutritional quality in the bread sector, valuable cereals that countries have forgotten have begun to be rediscovered. In this study, studies on the physicochemical, technological and nutritional properties of einkorn wheat and its flour, which is seen as the homeland of our country, and the possibilities of use in bread production are discussed. Although ancestral wheat einkorn is valuable wheat with high nutritional properties with its antioxidants, protein, fatty acids and microelements, it has been observed that its quality is low in bread production. In addition, various suggestions have been made on the use of einkorn wheat flour in bread making.

Citation: Çakır, E., Arıcı, M. (2023). The effect of ancient wheat Einkorn (*Triticum monococcum*) on the quality and nutritional properties of bread. *International Journal of Food, Agriculture and Animal Sciences*, 3 (2), 52-58.

Antik Buğday Siyez'in (*Triticum monococcum*) Ekmeğin Kalite ve Besinsel Özelliklerine Etkisi

Makale bilgileri

Geliş Tarihi: 06.07.2023
Kabul Tarihi: 17.09.2023

Makale türü: Derleme


Anahtar kelimeler


Buğday siyez, besin değerleri,
kalite özellikleri, siyez ekmeği

Öz

Günümüzde artan obezite, şeker hastalığı, kalp, kolesterol gibi hastalıklar sonucu tüketicilerin kaliteli ve sağlıklı gıdalara yönelişi fırıncılık sektörünün tahıllara karşı bakış açısını değiştirmiştir. Son yıllarda besinsel kalitesi yüksek tahılların ekmek sektöründe kullanımına yönelik araştırmaların artması ile ülkelerin sahip oldukları ve unuttukları değerli tahıllar yeniden keşfedilmeye başlanmıştır. Bu çalışmada anavatanının ülkemiz olduğu bilinen antik siyez buğdayı ve ununun sahip olduğu fizikokimyasal, teknolojik ve besleyici özellikler ile ekmek üretiminde kullanım olanakları üzerine çalışmalar ele alınmıştır. Antik buğday siyez, içerdiği antioksidanlar, protein, yağ asitleri ve mikro elementler ile yüksek besleyici özelliklere sahip değerli bir buğday olmasına karşın ekmek üretiminde kalitesi düşük olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, siyez buğday ununun ekmek üretiminde kullanımı üzerine çeşitli öneriler de yapılmıştır.

Atf: Çakır, E., Arıcı, M. (2023). (2023). Antik buğday Siyez'in (*Triticum monococcum*) ekmeğin kalite ve besinsel özelliklerine etkisi. *Uluslararası Gıda, Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 3(2), 52-58.

¹  *Corresponding author, <https://orcid.org/0000-0003-4343-3706>, İstanbul Aydın Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, elifcakir@aydin.edu.tr.

²  <https://orcid.org/0000-0003-4126-200X>, Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya Metrujli Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, muarici@yildiz.edu.tr.

Giriş

Günümüzde tahıllar içerisinde 788 milyon ton tüketim ile buğday beslenme ihtiyacının karşılanmasında en önemli birincil kaynaklardan birisidir (Welch and Graham, 1999). Son yıllarda artan obezite, şeker, kalp, kolesterol gibi hastalıklar (Maleki et al., 2019) tüketicileri yüksek proteinli, düşük glisemik indeksli (Callaway, 2004; Lopez et al., 2001) besleyici ve sağlığı artırıcı kaliteli ürünlerin arayışına yöneltmiştir (Jiang et al., 2022). Bu durum günümüzde birçok unutulmuş “antik” tahılların da yeniden keşfedilmesine yol açmıştır (Di Stasio, 2023). Siyez buğdayı (*Triticum monococcum* L. subsp. monococcum) diploid özellikte (AA; 2n=14) olup insanoğlunun kültüre aldığı ilk buğdaylardandır (Hopf, 2001; Karakas vd., 2022). Siyez buğdayı morfolojik açıdan çok sert, zor ayrılan kavuz ve tek başakçıklı yapısı ile zor şartlara, zararlı böceklerle ve hastalıklara karşı dayanıklıdır. Siyez buğdayı düşük tane verimine rağmen (ekmeklik buğdayın yaklaşık üçte biri) (Hidalgo and Brandolini, 2014) sahip olduğu yüksek protein, karotenoid, tokoferol vitamin ve mineral içeriği (Abdel-Aal et al., 2002) ile tüketimi teşvik edilmektedir. Özellikle son 20 yıldır ekme, bisküvi, kek, makarna ve bira gibi özel ürünlerin yapımında siyez buğdayı üzerine yapılan çalışmalarda tüketici tercihlerinde olumlu dönüşler alınmıştır (Geisslitz et al., 2018; Longin et al., 2016). Siyez buğdayı, yaklaşık 10.000 yıl önce Karacadağ’da (Urfa) ekilmeye başlamış olup Kafkaslar, Balkanlar ve Orta Avrupa’ya ekimi yaygınlaşmıştır (Brandolini et al., 2011; Kaplan, 2020). Yeni araştırma projeleri ile *T. monococcum*’un hem beslenme hem de teknolojik kalite açısından insan tüketimi potansiyelini arttırmayı hedef alan modern teknikler ve ıslah çalışmaları ile Fransa, Almanya, Avusturya, Macaristan, Bulgaristan, İtalya ve Kanada gibi pek çok ülkede tarımı sürdürülmektedir (Brandolini et al., 2011).

Antik buğdaylar, besin değerlerinin (protein, vitamin, mineral, fenolik maddeler vb.) yüksek olması (Geisslitz et al., 2018; Geisslitz et al., 2019) yanında hastalık toleransı, farklı iklim koşullarına adaptasyon, düşük gübre gereksinimi ve biyolojik çeşitliliği artırma potansiyelleri gibi avantajlarıyla organik tarıma da uygundur (Geisslitz et al., 2018; Løje Møller et al., 2003; Longin et al., 2016). Yetiştiriciliği, yerel gıda üreticilerinin gelişimi için bir fırsat (Piasecka-Józwiak et al., 2015) olarak görülmektedir. Bu çalışmada dünya nüfusunun beslenmesinde önemli bir yeri olan ekmekte siyez ununun kullanım olanakları ve bu olanakların artırılmasında geliştirilen stratejiler ve ekmeğin besinsel değerine katkısı üzerine yapılan çalışmalar değerlendirilmiştir.

Siyez Buğdayının Besinsel Değerleri

Siyez buğdayı beslenme açısından üstün ve kendine özgü özelliklerinin keşfedilmesiyle önem kazanmaya başlamıştır. Hidalgo and Brandolini (2014)’ün yaptığı çalışmada siyez buğdayının mineral maddeler ve fenolik ve antiosidan içerikli bileşikler açısından modern buğdaya göre daha zengin olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1). Siyez buğdayı yüksek düzeyde protein, fosfor, potasyum, piridoksin (B6), lutein, tokoferoller, konjüge polifenoller, fitosteroller ve beta-karoten içermektedir (Abdel-Aal et al., 2002). Siyez buğdayı günümüz modern unlarına kıyasla potansiyel olarak daha yüksek miktarda biyolojik aktif bileşenlere sahiptir (Abdel-Aal et al., 2002; Hidalgo et al., 2006; Hidalgo and Brandolini, 2014; Piasecka-Józwiak et al., 2015). Siyez buğdayının önemli özelliklerinden biri de diğer buğdaylara göre düşük β -amilaz ve lipoksigenaz enzim aktivitesi ve içerdiği önemli antioksidan bileşikler ile de (karotenoidler, tokoferoller, konjüge fenolikler ve fitosteroller gibi) oksidasyonu geciktirmesidir (Hidalgo and Brandolini, 2014).

Tablo 1. Siyez buğdayının besin değerleri (Hidalgo and Brandolini, 2019; Ozkan vd., 2007; Gökhan Zengin, 2015)

Besin Öğeleri	Birim	Miktar
Protein	g/100g	15.5-22.8
Yağ	g/100g	4.0-4.4
Nişasta	g/100g	60.6-71.4
Amiloz	g/100g nişasta	23.0-28.6
Karoteneid	mg/kg	5.3-13.6
Tokoferol	mg/kg	61.5-115.9
Çinko	mg/kg	42.7-71.1
Demir	mg/kg	37.2-62.6
Manganez	mg/kg	34.4-68.2
Bakır	mg/kg	4.9-8.3
Magnezyum	mg/kg	1.19-2.00
Fosfor	mg/kg	4.54-6.27
Fenolik madde	mgGAE/g	1.48-1.63

Siyez buğdayının protein oranı genotip ve çevresel koşullara (yetiştirilme koşulları, iklim ve toprak özellikleri) göre % 15.5 ile % 22.8 (Tablo 1) arasında değişmektedir (Troccoli et al., 1997). Siyezde kepek ve endosperm oranı ekmeklik buğdaydan daha fazladır (Abdel-Aal et al., 1997; Borghi et al., 1996). Yapılan bazı çalışmalarda siyez buğday tanesi ekmeklik buğdaydan % 50 daha fazla yağ içeriğine sahip olduğunu göstermiştir. Siyez buğdayı özellikle linoleik, oleik ve palmitik yağ asitleri bakımından zengindir (Gabrovská et al., 2002; Hidalgo et al., 2009; Suchowilska et al., 2009). Siyez buğdayının, Zn, Fe, Cu ve Mn, Ca, Mg, P ve K gibi makro ve mikro mineraller bakımından modern buğdaylara kıyasla daha zengin olduğu belirlenmiştir (Erba et al., 2011).

Siyez Buğday Unununun Ekmek Kalitesine Etkisi

Ekmek üretiminde kullanılan en önemli bileşenlerden biri olan un ekmeğin karakteristik özelliğinin oluşmasında doğrudan etkili olmasından dolayı kaliteye etkisi büyüktür (Ertugay, 2010). Genel olarak yüksek protein oranı ve güçlü gluten yapısı yüksek hacimli ve iyi gözenek yapısına sahip unlar ekmek üretimi için istenmektedir (Geisslitz et al., 2019). Siyez ununun genellikle ekmek yapım kalite özellikleri (sedimentasyon, gluten kalitesi, su absorpsiyonu, vb.) düşüktür (Abdel-Aal et al., 1997; D'egidio et al., 1993).

Tablo 2. Siyez Unununun Bazı bazı kalite özellikleri özellikleri (Brandolini et al., 2008; Piasecka-Jóźwiak et al., 2015; Zengin, 2015)

Kalite Özellikleri	Miktar
Un verimi	% 62.5-74
Sedimentasyon değeri	14-24.8 ml
Yaş gluten	% 24-27
Kuru gluten	% 8.8-13.2
Su absorpsiyonu	% 52-62.8
Kül	% 2.1-2.8
Ham selüloz	% 1.46-1.82

Farklı bölgelerde yetişen siyez buğdaylarından ele edilen unlar üzerine yapılan çalışmalarda belirlenen bazı kalite özellikleri Tablo 2’de özetlenmiştir. Protein kalitesini belirlemek amacıyla yapılan sedimentasyon testlerinde antik buğday türlerinde düşük çökelme hacmi belirlenmiştir (Brandolini et al., 2008). Siyez unları üzerine yapılan çalışmalar genellikle zayıf unlar sınıfında olduğunu göstermiştir (Kiszonas et al., 2018). Siyez buğdayununun gliadin/glutenin oranı ekmeklik buğday ununa göre (Geisslitz et al., 2018) daha yüksektir. Bu nedenle daha düşük elastik özelliklerde yumuşak hamur oluşumu gözlenmektedir (Longin et al., 2016; Sobczyk et al., 2017; Troccoli et al., 1997; Wieser and Koehler 2009; Zengin, 2015). Siyez ununun düşük hamur stabilitesi de ekmeklerin hacim, tekstür, pişirme kalitesi gibi kalite özelliklerini düşürmektedir (Geisslitz et al., 2018). Yapılan çalışmalar siyez unundan buğday ekmeğine benzer ekmek özelliklerine sahip ekmekler yapılabilir olduğunu da göstermiştir (Degidio and Vallega, 1994). Yapılan bir araştırmada %100 siyez unundan yapılan ekmekler buğday unu ile üretilen ekmeklere kıyasla daha düşük hacimli, düzensiz ekmek içi gözeneklerine ve daha kalın gözenek duvarlarına sahip ve daha yüksek ağırlıkta bulunmuştur. Ayrıca ekmekler koyu renkli daha esmerimsi olmuştur. Siyez buğdayınının hem beyaz hem de tam buğday ekmeği için uygunluğunu belirlemek amacıyla yapılan başka bir çalışmada ise siyez tam buğday unu oranı artıkça (%10-70 oranları) daha sert ekmek yapısı elde edilmiştir (Keçeli vd., 2021). Yapılan diğer bir çalışmada ise tüketilebilir kalite ve tüketici beğenisine sahip siyez ekmeği eldesi için siyez oranının optimizasyonu yapılarak en uygun siyez oranı % 65.12 olarak belirlenmiştir (Kaplan, 2020). Siyez unu vital gluten ve bir kısım buğday unu ile oranlanarak üretilen ekmeklerde ise vital gluten içeriği artışı ile ekmek hacminin arttığı görülmüştür. Buğday unu ikamesinin, yapıyı ve ekmek içini önemli ölçüde geliştirdiği de belirlenmiştir (Piasecka-Józwiak et al., 2015). Ekşi hamur fermantasyonu ekmeğin dokusu, lezzeti, raf ömrü ve beslenme üzerine olumlu etkiler göstermesi (Siepmann et al., 2018) bakımından stratejik bir öneme sahiptir (Baik and Ullrich 2008; Göçmen 2001; Sullivan et al., 2013). Farklı unlarla yapılan unlu mamullere olan ilginin artması ile beslenme, teknolojik ve duyuşal özelliklerin artışı sağlayan ekşi hamurların kullanımı önem kazanmıştır (Coda et al., 2014). Gluten kalitesi düşük unların ekmek kalite özelliklerini iyileştirmek için ikame un paçalları katılması (Pejcz et al., 2017; Škrbić et al., 2009) ve ekşi hamur tekniği ile geliştirilmesi üzerine yapılan çalışmalar da olumlu sonuçlar vermiştir (Nakov et al., 2018). Siyez ekşi hamurundan izole edilen teknolojik özellikleri güçlü laktik asit bakterisi ve maya içeren ekşi hamur kullanılarak hazırlanan siyez- buğday unu oranlı ekmeklerin hacim, spesifik hacim ve duyuşal özelliklerini geliştirdiği belirlenmiştir (Çakır vd., 2020).

Sonuç

Siyez ekmeğinin sahip olduğu besinsel değerler sağlık üzerine olumlu etkiler gösterdiği için tüketimi yaygınlaştırılmalıdır. Fonksiyonel gıdaların tüketimine yönelik eğilimler siyez özel ve yeni gıdaların geliştirilmesinde önemli bir rol üstlenebileceğini göstermektedir. Siyez ununun buğday unu ile ikamesi ve ekşi hamur kullanımı siyez ekmeğinin ekmekçilik ve besinsel kalitesini arttırmıştır. Günümüzde siyez gibi tahılların önemi gittikçe artmakta ve siyez geleceğin tahılları arasında kabul görmektedir. Dünyada organik siyez yaygın kullanımını amaçlayan araştırmaların artması ülkemize özgü siyez tarımının gelişimine fırsat teşkil etmekte ve yerel gıda üreticilerine katkı sağlaması açısından da önem arz etmektedir.

Kaynaklar

- Abdel-Aal, E., Young, J., Wood, P., Rabalski, I., Hucl, P., Falk, D. & Fregeau-Reid, J. (2002). Einkorn: A potential candidate for developing high lutein wheat. *Cereal Chemistry*, 79 (3), 455-457.
- Abdel-Aal, E. M., Hucl, P., Sosulski, F. & Bhirud, P. (1997). Kernel, milling and baking properties of spring-type spelt and einkorn wheats. *Journal of Cereal Science*, 26 (3), 363-370.
- Baik, B.K. & Ullrich, S.E. (2008). Barley for food: characteristics, improvement, and renewed interest. *Journal of cereal science*, 48 (2), 233-242.

- Borghi, B., Castagna, R., Corbellini, M., Heun, M. & Salamini, F. (1996). Breadmaking quality of einkorn wheat (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum*). *Cereal Chemistry*, (USA), 73 (2), 208-214.
- Brandolini, A., Hidalgo, A. & Moscaritolo, S. (2008). Chemical composition and pasting properties of einkorn (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*) whole meal flour. *Journal of Cereal Science*, 47 (3), 599-609.
- Brandolini, A., Hidalgo, A., Plizzari, L. & Erba, D. (2011). Impact of genetic and environmental factors on einkorn wheat (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*) polysaccharides. *Journal of Cereal Science*, 53 (1), 65-72.
- Hidalgo, A., Brandolini, A. & Ratti, S. (2009). Influence of genetic and environmental factors on selected nutritional traits of *Triticum monococcum*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57 (14), 6342-6348.
- Callaway, J.C. (2004). Hempseed as a nutritional resource: An overview. *Euphytica*, 140 (1), 65-72.
- Çakır, E., Arıcı, M., Durak, M. Z. & Karasu, S. (2020). The molecular and technological characterization of lactic acid bacteria in einkorn sourdough: Effect on bread quality. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14.1646-1655
- Coda, R., Di Cagno, R., Gobbetti, M. & Rizzello, C. G. (2014). Sourdough lactic acid bacteria: exploration of non-wheat cereal-based fermentation. *Food Microbiology*, 37, 51-58.
- D'egidio, M., Nardi, S. & Vallega, V. (1993). Grain, flour, and dough characteristics of selected strains of diploid wheat, *Triticum monococcum* L. *Cereal Chemistry*, 70 (3), 298-303.
- D'egidio, M. & Vallega, V. (1994). Bread baking and dough mixing quality of diploid wheat *Triticum -monococcum* L. *Industrie Alimentari, Italian Food and Beverage Technology*, 4: 6-9.
- Di Stasio, L. (2023). Mainstream cereals: einkorn, *Reference Module in Food Science*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823960-5.00001-9>
- Erba, D., Hidalgo, A., Bresciani, J. & Brandolini, A. (2011). Environmental and genotypic influences on trace element and mineral concentrations in whole meal flour of einkorn (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*). *Journal of Cereal Science*, 54 (2), 250-254.
- Ertugay, Z. (2010). Buğday, un ve ekmek arasındaki kalite ilişkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13: (1-2).
- Gabrovská, D., Fiedlerová, V., Holasová, M., Mašková, E., Smrčinov, H., Rysová, J. & Hutař, M. (2002). The nutritional evaluation of underutilized cereals and buckwheat. *Food and Nutrition Bulletin*, 23 (3_suppl1), 246-249.
- Geisslitz, S., Wieser, H., Scherf, K.A. & Koehler, P. (2018). Gluten protein composition and aggregation properties as predictors for bread volume of common wheat, spelt, durum wheat, emmer and einkorn. *Journal of Cereal Science*, 83, 204-212.
- Geisslitz, S., Longin, C.F.H., Scherf, K.A. & Koehler, P. (2019). Comparative study on gluten protein composition of ancient (einkorn, emmer and spelt) and modern wheat species (Durum and common wheat). *Foods*, 8 (9): 409, 1-14.
- Göçmen, D. (2001). Ekşi hamur ve laktik starter kullanımının ekmekte aroma oluşumu üzerine etkileri. *Gıda*, 26 (1).
- Hidalgo, A., Brandolini, A., Pompei, C. & Piscozzi, R. (2006). Carotenoids and tocopherols of einkorn wheat (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum* L.). *Journal of Cereal Science*, 44 (2), 182-193.
- Hidalgo, A. & Brandolini, A. (2014). Nutritional properties of einkorn wheat (*Triticum monococcum* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94 (4), 601-612.
- Hidalgo, A. & Brandolini, A. (2019). In flour and breads and their fortification in health and disease prevention. *Elsevier*, (99-110).
- Hidalgo, A., Brandolini, A. & Ratti, S. (2009). Influence of genetic and environmental factors on selected nutritional traits of *Triticum monococcum*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57 (14), 6342-6348.
- Hopf, M., Zohary, D. & Weiss E., (2001). Domestication of plants in the old world: the origin and spread of cultivated plants in West Asia, Europe, and the Nile Valley. *Oxford University Press*. [Doi: 10.1093/acprof:osobl/9780199549061.001.0001](https://doi.org/10.1093/acprof:osobl/9780199549061.001.0001)

- Jiang, X., Wang, X. & Zhou, S. (2022). Effect of flaxseed marc flour on high-yield wheat bread production: Comparison in baking, staling, antioxidant and digestion properties. *Food Science and Technology*, 169, 113979. Doi: [10.1016/j.lwt.2022.113979](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113979).
- Kaplan, B. (2020). Bazı fırıncılık ürünlerinde siyez buğday unu kullanımının optimizasyonu, ürün kalitesi ve raf ömrü nitelikleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu Üniversitesi.
- Karakas, F. P., Keskin, C. N., Agil, F. & Zencirci, N. (2022). Phenolic composition and antioxidant potential in Turkish einkorn, emmer, durum, and bread wheat grain and grass. *South African Journal of Botany*, 149, 407-415.
- Keçeli, A., Kaplan Evlice, A., Pehlivan, A., Şanal, T. & Zencirci, N. (2021). Bread-making properties of einkorn wheat (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum*) and its suitability for whole wheat bread production. *Cereal Research Communications*, 49 (4), 625-637.
- Kiszonas, A.M., Engle, D.A., Pierantoni, L.A. & Morris, C.F. (2018) Relationships between Falling Number, a-amylase activity, milling, cookie, and sponge cake quality of soft white wheat. *Cereal Chemistry*, 95, 73-385.
- Løje, H., Møller, B., Laustsen, A. & Hansen, Å. (2003). Chemical composition, functional properties and sensory profiling of einkorn (*Triticum monococcum* L.). *Journal of Cereal Science*, 37 (2), 231-240.
- Lopez, H., Adam, A., Leenhardt, F., Scalbert, A. & Remesy, C. (2001). Control of the nutritional value of bread. *Industries des Cereales*, 124, 15-20.
- Longin, C., Ziegler, J., Schweiggert, R., Koehler, P., Carle, R. & Würschum, T. (2016). Comparative study of hulled (einkorn, emmer, and spelt) and naked wheats (durum and bread wheat): Agronomic performance and quality traits. *Crop Science*, 56 (1), 302-311.
- Maleki, S.J., Crespo, J.F. & Cabanillas, B. (2019). Anti-inflammatory effects of flavonoids. *Food Chemistry*, 125124. 1-11. Doi: [10.1016/j.foodchem.2019.125124](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125124)
- Nakov, G., Brandolini, A., Ivanova, N., Dimov, I. & Stamatovska, V. (2018). The effect of einkorn (*Triticum monococcum* L.) whole meal flour addition on physico-chemical characteristics, biological active compounds and in vitro starch digestion of cookies. *Journal of Cereal Science*, 83, 116-122.
- Ozkan, H., Brandolini, A., Torun, A., Altintas, S., Eker, S., Kilian, B. & Cakmak, I. (2007). Natural variation and identification of microelements content in seeds of einkorn wheat (*Triticum monococcum*). In *Wheat Production In Stressed Environments*, 455-462 p.
- Pejcz, E., Czaja, A., Wojciechowicz-Budzisz, A., Gil, Z. & Spychaj, R. (2017). The potential of naked barley sourdough to improve the quality and dietary fibre content of barley enriched wheat bread. *Journal of Cereal Science*, 77, 97-101 p.
- Piasecka-Jóźwiak, K., Słowik, E., Rozmierska, J. & Chabłowska, B. (2015). Characteristic of organic flour produced from einkorn wheat and rheological properties of einkorn dough in terms of bread obtaining. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 60 (4), 61-66.
- Škrbić, B., Milovac, S., Dodig, D. & Filipčev, B. (2009). Effects of hull-less barley flour and flakes on bread nutritional composition and sensory properties. *Food Chemistry*, 115 (3), 982-988.
- Siepmann, F. B., Ripari, V., Waszczynskyj, N. & Spier, M.R. (2018). Overview of sourdough technology: From production to marketing. *Food and Bioprocess Technology*, 11 (2), 242-270 p.
- Sobczyk, A., Pycia, K., Stankowski, S., Jaworska, G. & Kuźniar, P. (2017). Evaluation of the rheological properties of dough and quality of bread made with the flour obtained from old cultivars and modern breeding lines of spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*). *Journal of Cereal Science*, 77, 35-41.
- Suchowilska, E., Wiwart, M., Borejszo, Z., Packa, D., Kandler, W. & Krska, R. (2009). Discriminant analysis of selected yield components and fatty acid composition of chosen *Triticum monococcum*, *Triticum dicoccum* and *Triticum spelta* accessions. *Journal of Cereal Science*, 49 (2), 310-315.
- Sullivan, P., Arendt, E. & Gallagher, E. (2013). The increasing use of barley and barley by-products in the production of healthier baked goods. *Trends in Food Science ve Technology*, 29 (2), 124-134.

- Troccoli, A., Codianni, P., Ronga, G., Gallo, A. & Di Fonzo, N. (1997). Agronomical performance among farro species and durum wheat in a drought- flat land environment of Southern Italy. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 178 (4), 211-217.
- Welch, R.M. & Graham, R.D. (1999). A new paradigm for world agriculture: meeting human needs: productive, sustainable, nutritious. *Field Crops Research*, 60 (1-2), 1-10.
- Wieser, H. & Koehler, P. (2009). Is the calculation of the gluten content by multiplying the prolamin content by a factor of 2 valid? *European Food Research and Technology*, 229 (1), 9-13.
- Zengin, G. (2015). Bazı İlkel Buğdaylarda Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.