



## A Review on the Bioactive, Antioxidant Properties of Einkorn (*Triticum monococcum* L. ssp. *monococcum*) Populations and Using in Organic Agriculture

Alaettin Keçeli<sup>1,a,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Organic Farming Business Management, School of Applied Sciences, Pamukkale University, 20160 Denizli, Turkey

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Review Article</i></p> <p>Received : 16/07/2019 Accepted : 12/09/2019</p> <p><b>Keywords:</b> Einkorn Organic farming Antioxidants Bioactive compounds Human health</p>	<p>In addition to having the most cultivation area and production in the world, cereals are irreplaceable in agriculture and in our life with being a basic food material. Wheat, which ranks first in terms of sowing area, is also an origin of our country and has been a basic food raw material since the beginning of history. Besides, wheat contains starch, protein, phytochemical and antioxidant substances which have an important role in human nutrition. As agricultural fertilizers, pesticides and herbicides have negative effects on the environment and human health, the interest in organic agriculture is increasing. The suspicion that pesticide, synthetic fertilizer and growth regulator residues can lead to cancer and other health problems in humans has led the researchers to focus their attention to improve of production methods that will prevent these disadvantages. Research has shown that the most reliable method of production is called Organic or Ecological or Biological Agriculture method. For these reasons, organic agriculture practices in the world have increased in the last 15 years. New breeding varieties selected in high-yielding traditional farming conditions do not sufficiently adapt to organic farming conditions. Readily available existing varieties due to yet correspond to new breeding for organic farming conditions not only yield when used in organic farming but also that they contain proteins and other useful in amounts of vitamins components also occurs a decrease. Cultivation of local varieties is becoming more attractive instead of already cultivated in marginal areas and stable yield values. For this purpose, local varieties produced in restricted regions of our country are the most suitable candidates for both breeding and organic production since they are well adapted to the regions where they are located.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 7(12): 2111-2120, 2019

## Siyez (*Triticum monococcum* L. ssp. *monococcum*) Popülasyonlarının Biyoaktif, Antioksidan Özellikleri ve Organik Tarımda Kullanımı Üzerine Bir Derleme

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Derleme Makale</i></p> <p>Geliş : 16/07/2019 Kabul : 12/09/2019</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b> Siyez Organik tarım Antioksidanlar Biyoaktif bileşenler İnsan sağlığı</p>	<p>Dünya’da en fazla ekim alanı ve üretimine sahip olmasının yanında tahıllar, temel bir gıda maddesi olması özelliği ile de tarımda ve yaşantımızda yeri doldurulamaz bir konumdadır. Ekim alanı bakımından ilk sırada yer alan buğday aynı zamanda ülkemizin de anavatanı olduğu ve tarihin başlarından beri temel bir gıda hammaddesi olma özelliğine sahip bir bitkidir. Bunun yanında, buğday insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan nişasta, protein, fitokimyasal ve antioksidan maddeleri de bünyesinde bulundurmaktadır. Geleneksel tarımda kullanılan ticari gübreler, pestisitler ve herbisitlerin çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri görüldükçe, organik tarıma olan ilgi giderek artmaktadır. Pestisit, sentetik gübre ve büyümeyi düzenleyici madde kalıntılarının insanlarda kanser ve diğer sağlık sorunlarına yol açabileceği kuşkusuna, araştırmacıların dikkatini bu olumsuzlukları önleyecek üretim metotlarını geliştirmeye yöneltmiştir. Araştırmalar, en güvenilir üretim metodunun “Organik veya Ekolojik ya da Biyolojik Tarım” olarak adlandırılan yöntem olduğunu göstermiştir. Bu nedenlerle, Dünyada, son 15 yılda organik tarım uygulamaları giderek artış göstermiştir. Yüksek girdili geleneksel yetiştiricilik koşullarında seçilmiş yeni ıslah çeşitleri, organik tarım koşullarına yeterince uyum sağlayamamaktadır. Hali hazırda organik tarım koşulları için uygun yeni çeşit ıslahı yapılmamış olması sebebiyle eldeki mevcut çeşitler organik tarımda kullanıldığında sadece verim değil aynı zamanda içerdikleri protein ve diğer yararlı bileşenler ile vitamin miktarlarında da bir düşüş meydana gelmektedir. Bunun yerine zaten marjinal alanlarda ekimi yapılan ve verim değerleri oturmuş yerel çeşitlerin ekimi daha çekici hale gelmektedir. Bu amaçla ülkemizin kıstlı bölgelerinde üretilen yerel çeşitler buldukları bölgelere iyi adapte oldukları için hem ıslah çalışmaları hem de organik üretim için en uygun adaylar olmaktadır.</p>

<sup>a</sup> [alaettink@pau.edu.tr](mailto:alaettink@pau.edu.tr)

<https://orcid.org/0000-0003-1263-8952>



## Giriş

Günlük enerjinin %43'ü, (Pekcan ve ark., 2006), kalori ihtiyacının %50'si (Kün, 1988) tahıl ve tahıl ürünlerinden sağlanmaktadır. Dünya'da en çok ekim alanı ve üretimine sahip olmasının yanında tahıllar temel gıda maddesi olması özelliği ile tarımda yeri doldurulamaz konumdadır. 2017 Yılında 11.349.212 ha alanda tahıl ekimi yapılan ülkemizde 34.361.164 ton üretim elde edilmiştir. Temel gıda maddesi olması sebebiyle ekmeçlik buğday ekim alanı 7.671.945 ha ile ilk sırada yer almaktadır (TÜİK, 2018). Birçok tarımsal üründe olduğu gibi, Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi başta olmak üzere Verimli Hilal içerisinde buğdayın anavatanı olduğunu gösteren tarihi kalıntılara rastlanılmaktadır (Nesbitt ve Samuel 1996; Tanno ve Willcox, 2006). Buğday, insan beslenmesinde çok önemli yeri olan protein, nişasta (Vida ve ark., 2014), lif, fitokimyasal ve antioksidan maddeleri bünyesinde bulunduran bir tahıldır (Andersson ve ark., 2013). Tahıllardaki antioksidanlar (flavonoid, fenolik asit, fitik asit, tokoferoller and karatenoid) ve besinsel lifler gibi bazı bileşenler, hububat ürünlerinin fonksiyonel özelliklerini geliştirme ve kronik hastalıkları önleme potansiyeline sahiptir (Mpfou ve ark., 2006; Serpen ve ark., 2008). Ayrıca kültürümüzde ekmeğin ve dolayısıyla buğdayın ayrı bir önemi bulunmaktadır. Bunun dışında nane ve sumak gibi tıbbi ve aromatik bitkiler de içerdikleri antioksidanlar sebebiyle insan sağlığı açısından önem arz etmekte olduğu ve bu antioksidan seviyelerinin de çevre koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterebileceği bildirilmiştir (Sevindik ve ark., 2017; Mohammed ve ark., 2018).

Artan nüfusun beslenmesinde anahtar role sahip olan buğdayın birim alandan alınan veriminin artırılması için hem ıslah çalışmaları hem de agronomik çalışmalar devam etmektedir. Tarım yapılan alanlarımızın çoğunda sulama imkânı bulunmamaktadır, sulanan alanlarda ise buğday dışında diğer bitki guruplarının üretimi gereklidir. Buğday soğuğa ve kurağa dayanımının yüksek olması sebebiyle sulanmayan alanlarda ekonomik olarak üretimi yapılan en önemli temel besin maddelerindedir (Mızrak, 2017). Tarım sektöründeki modernleşme ve gelişme ilk aşamada büyük bir gelişme olarak görülse de bu gelişmelerin tarım üzerindeki olumsuz etkileri görülmeye başladıkça (çevre kirliliği, aşırı girdi kullanımı, ekosistemdeki bozulmalar, yerel materyallerin kaybolması, tat, lezzet ve aromada istenilen hissin alınmaması vb.) farklı tarım sistemleri ortaya çıkmaya başlamıştır (Kan ve ark., 2017). Ayrıca modern ve yüksek verimli günümüz buğday çeşitleri düşük verimli atalarına kıyasla daha düşük mineral madde içeriğine sahiptirler (Murphy ve ark., 2008; Shewry ve ark., 2016) ve modern buğday çeşitleri yüksek mineral madde içeriğine sahip yeni çeşit geliştirme çalışmalarında istenilen genetik çeşitliliği sağlayamamaktadır (Genç ve McDonald, 2008; Suchowilska ve ark., 2012; Hidalgo ve Brandolini, 2014). Bu açıdan başta siyez popülasyonları olmak üzere diğer yerel buğday popülasyonlarının üretimi, besin değerleri ve adaptasyon durumlarının belirlenmesi üzerine yeni çalışmalar planlanıp hızla uygulamaya konulmaya başlamıştır.

## Geleneksel Üretimin Çevre Koşulları Üzerine etkileri

Birim alandan elde edilen verimi artırmak amacı ile tarımsal faaliyetlerde kullanılan sentetik gübreler, pestisitler, büyümeyi düzenleyici maddeler ve diğer uygulamaların bilinçsizce ve kontrol dışı kullanımı ile oluşan çevresel kirlenme, doğal dengeyi ve insan sağlığını tehdit eden boyutlara ulaşmaktadır. Toprak analizi yaptırmadan uygulanan gübreler toprak ve su kirliliğine neden olmaktadır. Özellikle pestisit, sentetik gübre ve büyümeyi düzenleyici madde kalıntılarının insanlarda kanser ve diğer sağlık sorunlarına yol açabileceği kuşkusuz, araştırmacıların dikkatini bu olumsuzlukları önleyecek üretim metodlarını geliştirmeye yöneltmiştir. Araştırmalar, en güvenilir üretim metodunun "Organik veya Ekolojik ya da Biyolojik Tarım" olarak adlandırılan yöntem olduğunu göstermiştir (Olesen, 1998; Er ve Başalma, 2008; Kodaş, 2011). Organik Buğdaylar %27 daha fazla C vitamini, %21,1 daha fazla demir, %29,3 daha fazla magnezyum ve %13,6 daha fazla fosfor içermektedir (Williamson, 2007). Türkiye'nin organik tarım yönünden uygun koşullara sahip olduğu, organik tarımın istihdamı artıracak, kırsal kalkınmaya katkı sağlayacağı öngörülmektedir (Gülçubuk, 2010). Ülkemizde 2002 Yılında 150 ürünle ve 12.482 adet çiftçiyle 89.827 ha alanda yapılan organik üretim 2017 yılında 214 farklı ürün ve 75.067 çiftçi ile 513.981 ha alana ulaşmıştır (TÜİK, 2018). Türkiye organik tarım konusundaki potansiyelini devlet destekli ve ürün gurupları bazında geliştirerek özellikle birincil müşteri konumundaki Avrupa pazarında söz sahibi olabilir.

## Geleneksel Tarım Uygulamaları ile Organik Üretimin Karşılaştırılması

Organik uygulamaların geleneksel üretim ile karşılaştırılmasında; verim ve verime etki eden öğeler yönünden kimyasal gübrelemenin artı etkileri gözlemlenmiştir. Ancak bu olumlu etkilerinin yanında çevreye olan olumsuz etkileri göz ardı edilemeyecek boyutlardadır (Kodaş ve ark., 2015). Organik buğday tarımında verimin genel olarak düşük olması, geleneksel buğday tarımına karşı organik buğday tarımının en zayıf tarafını oluşturmaktadır ancak geleneksel tarımda kullanılan ticari gübreler, pestisitler ve herbisitler gibi tarımda kullanılan kimyasalların, çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri görüldükçe, organik tarıma olan ilgi giderek artmaktadır (Ponti ve ark., 2012; Akkaya, 2018). Organik tarımda bitkilerin yenilir kısımlarında nitrat birikiminin az olduğu (Herencia ve ark., 2011), deney farelerinin organik buğdayı tercih ettiği (Velimirov ve ark., 2011), organik tarımın çevre üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu (Tuomisto ve ark., 2012), toprak mikrobiyal biyomasını, organik karbonu ve fulvik asit fraksiyonunu yükselttiği (Santos ve ark., 2012), toprakta solucan türlerini artırdığı (Flohre ve ark., 2011), toprağın organik madde içeriğini (Marriott ve Wander, 2006), toprak verimliliğini ve biyoçeşitliliği (Mader ve ark., 2002; Hole ve ark., 2005) iyileştirdiği bildirilmektedir.

## Organik Koşullarda Üretilen Buğday Unlarının Özellikleri

Sağlıklı beslenme bilincinin gelişmesi ve buna yönelik tarım politikalarının oluşturulması sonucu organik ekmeğin üretimi önemli bir konuma gelmiştir. Araştırmalar sonucunda organik unlardan üretilen ekmeğin düşük hacimli olması bir dezavantaj olsa da normal ekmeğe göre kimyasal kalıntı içermemesi açısından tüketicilere daha sağlıklı bir ürün sunulmuş, organik olarak üretilen buğdaylardan elde edilen tip 650, %50 tam un+%50 tip 650 unlarında yapılan pestisit kalıntı analizlerinde belirtilen limitlerde kalıntıya rastlanılmamıştır (Bilgin ve ark., 2008). Organik ve geleneksel tarım şartlarındaki kalite performanslarını incelemek için yapılan çalışmada ekmeğin buğday çeşidinin hektolitre ağırlığı ve düşme sayısı yönünden tarım sistemleri arasındaki farklar önemsiz bulunmuş olmasına rağmen, tane protein oranı organik şartlarda daha düşük olmuş ve çeşitlerin protein oranının geleneksel tarım şartlarında %13,90-15,26, organik tarım şartlarında ise %11,86-13,31 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Carcea ve ark., 2006). Haglund ve ark. (1998) organik ekmeğin yapımında kullanılan buğdayların kalite kriterlerinin araştırılmasına yönelik olarak yaptıkları bir çalışmada, farklı tarımsal uygulamalar kullanılarak üretilen organik ve konvansiyonel tam buğday unu ekmeğinin çeşitli kalite kriterlerini incelemişlerdir. Söz konusu çalışmada elde edilen sonuçlara göre, konvansiyonel sistemle üretilmiş buğday ununun protein içeriği, su kaldırma değeri, zedelenmiş nişasta içeriği, farinograf yumuşama derecesi, ekmeğin hacmi ve elastikiyeti organik unlara göre daha fazla bulunmuştur. Organik sistemden elde edilen un yüksek protein içeriğine ve sedimentasyon değerine sahip örnek olarak tespit edilmiş (Khalberg ve ark., 2006), organik sistem uygulanarak elde edilen unlar yüksek kül ve nişasta içeriğine, uzun hamur gelişme süresine (yoğurma süresi) ve yüksek hamur stabilitesine (yoğurmaya tolerans) sahip bulunmuştur. Örneklerin tanımlayıcı profil analizi kullanarak duyuşsal olarak değerlendirilmesinde ise, elastikiyet, renk, ekşimsi koku, asit tadı, tatlılık, kuruluk, aroma özellikleri değerlendirilmiştir. Konvansiyonel yöntemle üretilmiş ekmeğin diğerlerine göre açık kahve renkte olduğu, organik sistemden elde edilen ekmeğin ise daha yoğun aromaya sahip olduğu ifade edilmiştir (Haglund ve ark., 1998).

Organik olarak elde edilen buğdaylara ait unların özelliklerinin incelendiği başka bir çalışmada ise; organik olan ve olmayan ticari beyaz ve tam buğday unlarının kimyasal, reolojik ve pişme karakteristiklerini, hamur geliştiriciler, yağlar ve katkı maddelerinin pişme kalitesine etkilerini inceleyen Gallagher ve ark. (2005) araştırma sonucunda organik unların kontrole göre önemli düzeyde fazla su içeriğine sahip olduğunu, ancak hiçbirinin nem miktarının güvenli depolama nem düzeyini aşmadığı belirtmişlerdir. Örneklerin protein içerikleri ekmeğin yapımı için kabul edilebilir düzeyde bulunurken organik olan ve olmayan örneklerde yaş ve kuru gluten ve gluten indeksi değerlerinde önemli düzeyde bir farklılık bulunmamıştır. Buna karşın, organik beyaz unların düşme sayıları organik olmayandan önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Su kaldırma değerlerinde organik olan ve olmayanlarda önemli düzeyde farklılık belirlenmezken değerlerin ekmeğin

yapımı için kabul edilebilir düzeyde olduğu ifade edilmiştir. Farinograf sonuçları organik unların yüksek stabiliteye, yoğurmaya toleransa ve uzun hamur gelişme zamanına sahip olduğunu gösterirken ekmeğin denemelerinde organik olan ve olmayan örnekler arasında hacim değerleri bakımından önemli düzeyde bir farklılık bulunmamış, organik örneklerden önemsiz düzeyde daha koyu ve daha sarı renkte ekmeğin elde edilmiştir. Bu sonuçlara ilaveten, farklı ingredientlerin ekmeğin hacminde, duyuşsal ve dokusal özelliklerde önemli etkiye sahip olmadıkları belirtilmiştir. Geleneksel tarım şartlarında yetiştirilen ekmeğin buğday çeşitlerine sadece çiftlik gübresi verilerek organik tarım şartlarında tavsiye edilemeyeceği anlaşılmakta ve organik tarım şartlarında bu çeşitlerin ekmeğin yapımına uygun olacak kadar yüksek kaliteye erişebilmeleri için, çeşitlerin azot kullanım etkinliğini artıracak yeni gübreleme tekniğinin belirlenmesi gerekmektedir (Bulut, 2009). Günümüzde sağlıklı besin talebinin artarak devam ettiği düşünüldüğünde modern çeşitlerden elde edilecek buğdayların yeterli ve dengeli bir besin kaynağı olmayacağı anlaşılmaktadır.

## Organik Üretimde Verim

Sadece verim değil bununla birlikte üretici için önemli olan kalitenin de direkt olarak etkilemesi sebebiyle geleneksel tarımda olduğu gibi, organik tarımda da hastalık ve zararlılarla mücadelede, dayanıklı çeşit geliştirmek büyük önem arz etmekte olup, organik tarımda sorun olan hastalıklara karşı dayanıklı çeşit geliştirmede, uzun boylu eski çeşitlerden yararlanılmaktadır (Murphy ve ark., 2007; Lammerts van Bueren ve ark., 2011). Yüksek girdili geleneksel yetiştiricilik koşullarında seçilmiş yeni ıslah çeşitleri, organik tarım koşullarına yeterince uyum sağlayamamaktadır (Murphy ve ark., 2007; Wolfe ve ark., 2008). Buna paralel, meyve ve sebze gibi ürünler ile kıyaslandığında buğdayın temel ihtiyaç maddesi olmasının yanı sıra organik üretim koşullarında meydana gelen verim kayıpları yüksek olmaktadır. Yapılan çalışmalarda; organik buğday tarımında verimin ortalama %27 (Ponti ve ark., 2012; Kodaş ve ark. 2015), %30 (Aydın ve ark., 2010), %20 (Mader ve ark., 2002) civarında azaldığı belirlenmiştir. Farklı organik uygulamaların verim üzerine etkisini inceleyen Kodaş ve ark. (2015) verim bakımından organik uygulamalar arasında çok fazla bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir.

## Verim Kalite İlişkisi

Tüm bunlara ilaveten sağlıklı ürün yetiştirilmesi açısından organik üretim ön plana çıksa da son 120 yıllık süreçte buğday veriminde önemli bir artış sağlanmış, kalsiyum dışında tanenin bakır, demir, magnezyum, manganez, fosfor, selenyum ve çinko içerikleri düşmüş, ancak bu element içerikleri eski çeşitlerde beslenme açısından ihtiyaç duyulan miktarlarda kalmaya devam etmektedir (Murphy ve ark., 2008). Aynı zamanda verim ile kalite arasında yüksek ve negatif bir ilişki bulunmasından dolayı artan verim beraberinde kalite özelliklerinde düşüşü getirmektedir. Dahası, insan sağlığı açısından önemli değere sahip olan bazı biyoaktif maddeleri de (fenolik asitler, antioksidantlar, B vitamin, E

vitamini vb.) modern buğday çeşitleri yanında daha çok yabani türlerde bulunmaktadır (Hidalgo ve ark., 2006; Abdel-Aal ve Rabalski, 2008). Bitkisel kökenli doğal antioksidanları içeren yiyecekler serbest radikallerin zararlı etkilerini azaltarak ya da yok ederek, bu hastalıklara yakalanma riskini de azaltmaktadır.

Doğal bitkisel kaynaklı besin maddeleri kimyasal içerikli ilaçlara göre daha güvenilir, daha etkili ve daha ucuz olmalarından dolayı ilgi her geçen gün daha da artmaktadır (Babbar ve ark., 2011; Karakaş ve Türker, 2013). Bu açıdan yerel genotipler, organik tarıma uygunluk bakımından önemli bir kaynaktır (Akkaya, 2018). Yerel ürün algısı ile organik üretim algısının birleşmesi tüketici üzerinde daha olumlu bir etki bırakacaktır ki; hastalıklara, soğuğa, kurağa dayanıklılık özellikleri yanı sıra aile tüketimine uygunluk (özellikle lezzet ve damak tadı), saman verimi ve saman kalitesinin iyi olması yerel buğday popülasyonlarının tercih edilmesindeki en önemli nedenlerdir (Kan ve ark., 2017). Özellikle yerel çeşitlerin yetiştirildikleri zorlu çevre şartlarına modern çeşitlere göre daha dayanıklı olduğu, bu nedenle bu tür ekstrem koşullarda yerel çeşitlerin tercih edildiği bildirilmektedir (Meng 1997; Jarvis ve ark., 2000). Yerel buğdayların genel olarak veriminin düşük olması günümüzde bunların piyasada bulunan modern çeşitlerle rekabetini güçleştirmektedir. Yerel çeşitlerin kaybolmasındaki en önemli nedenlerin başında gelen ekonomik kaygılar bu tip çeşitlerin üreticiler tarafından tercihini zorlaştırmaktadır (Kan ve ark., 2017).

### Buğdayın Tarihesi ve Siyez

Buğdayın yabani ataları kırılğan başaklı, cılız ve genellikle iğne şeklinde kavuzlu daneli, zayıf saplı ve düşük verimlidir. Harmanlamada danelerinin kavuzundan ayrılması oldukça zordur. İnsan eli ile yapılan seçimlerden oluşan ara formlar Siyez, Gernik ve Spelta'da yabancılarına göre başak sağlam, dane daha iridir; ancak dane kavuzlu (harmanlaması zor), sap zayıf ve verim düşüktür (Anonim, 2018). Siyez; Bereketli Hilal'de binlerce bitki türü içerisinde ilk kültüre alınan bitkilerdendir yani yabani siyez (*Triticum boeoticum* Boiss) ve yabani gernik (*T. dicoccoides*) formlarından, mutasyon ardından gelen doğal seçimle siyez (*T. monococcum* ssp. *monococcum*) ve gernik'in (*T. dicoccon* Schrank) ilkel formlarına evrimleşmiştir (Zohary ve Hopf, 2000). Muhtemelen siyezin verimsizliği nedeniyle, bu buğdayın kullanımı Bakır Çağı'ndan sonra (Zaharieva ve Monneveux, 2014) azalmış ve Avrupa, Yakın Doğu ve Mağrip'te marjinal topraklarda unutulmuş bir ürün olarak kalmıştır (Perrino ve ark., 1996). Ancak, insan beslenmesi ve sağlığına önemli katkılarda bulunduğu bilinmektedir (Pirgozliev ve ark., 2015). Kavuzlu siyez buğdayı, yaklaşık 12500-11.000 yıl önce Diyarbakır'daki Karacadağ eteklerinde kültüre alınmış ilk buğday türüdür (Heun ve ark., 1997; Lev-Yadun ve ark., 2000; Chantret ve ark., 2005). Günümüzde kullanılan modern makarnalık ve ekmeklik buğdaylar kavuzlu siyezden daha sonra kültüre alınmışlardır (Salamini ve ark., 2002). Kavuzlu siyez buğdayı üretiminden modern buğday türleri üretimine geçilmesi daha sonra olmuştur. Kavuzlu siyez buğdayı üretimi bugün Türkiye'de ne yazık ki yalnızca Kastamonu, Bolu, Bilecik ve Sinop illerindeki sınırlı alanlara sıkışmış bulunmaktadır

(Karagöz ve Zencirci, 2005). Yabani kaplıca (Siyez-*Triticum monococcum* subsp. *boeoticum* (Boiss.) C.Yen) buğdayının bugün tarıma alınmış siyez buğdaylarının atası olduğu, Almanya'nın Max Planck Enstitüsü'nde yapılan DNA analizleri sonucunda saptanmış ve makarnalık buğdayın atalarının da (*Triticum dicoccoides* (Körnicker) G.Schweinfurth, yabani siyez buğdayı-yabani emmer buğdayı) Karacadağ'da yetiştiği anlaşılmıştır. Hititler ve Frigler tarafından tarımı yapılmış olan "Siyez buğdayına" verilen ilk isim Hititçe bir kelime olan "Zız" iken, daha sonraları "Siyez" ve bazen de "IZA" ve "Kaplıca"dır. Günümüzde Kuzey Anadolu'da, Balkan ülkelerinde, Almanya, İsviçre, İspanya ve İtalya'da ekimi yapılmaktadır (Anonim, 2018).

Siyez, "kavuzlu" olması ve dane veriminin düşük olmasından dolayı endüstriyel tarım yerine organik tarımda ve kırsal alanlarda çok az miktarda yetiştirilmektedir (Akar ve ark., 2016). Antik buğdayın düşük girdili ve organik mahsul sistemli fakir topraklarda yetişebilme kabiliyetinin yanı sıra hastalıklar, böcekler, aşırı sıcaklık (soğuk ve sıcak), kuraklık ve tuzluluk dâhil biyotik ve abiyotik streslere karşı toleransları da yüksektir. Siyezin (*T. monococcum* ssp. *monococcum*) hem spelta hem de modern kültür çeşitlerine nazaran topraktan azot alım kabiliyeti bakımından daha yüksek oranlara sahip olduğu belirlenmiştir (Trekova ve ark., 2005). Ayrıca İlkel buğday genetik kaynaklarının, tarımsal biyolojik çeşitliliğin sürdürülebilir kullanımının bir bileşeni olarak kullanılması, iklim değişikliğinin gıda üretimindeki risklerini azaltabilir. Bu nedenle, daha yüksek maliyetlerle yeni tarım uygulamalarının ekonomik sonuçları ile sürdürülebilir, yüksek kaliteli ürün üretimi arasında hassas bir denge kurulması gerekmektedir (Arzani ve Ashraf, 2017).

### Siyez Buğdayının Besin İçeriği ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Tek –nadiren iki- başakçıklı olması ve sıkı kavuz yapısı ile hastalık ve zararlılara dayanıklı (Vallega, 1979), kurak şartlarda ve fakir topraklarda rekabet gücü yüksek bir tür olarak bilinen "Siyez buğdayı"nın, yapılan çalışmalarda yüksek yağ içeriğine ve ekmeklik buğdaya göre daha fazla sarı lutein oranına sahip olduğu; ayrıca tam tahıl tüketimiyle ilişkili sağlık yararları ve düşük glisemik indekse sahip olmasının yanında, yüksek protein oranı, bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı, kül oranı ve gluten oranı ile ekmeklik buğdaylar kadar kaliteli bir yapıya sahip olduğu (Olgun ve ark., 2015), fonksiyonel gıda olarak da fenolikler, tokoferoller ve karotenoidler, lisin, glutamik asit, kül, yağ ve çoklu doymamış yağ asiti açısından diğer buğday türlerine göre daha zengin bir yapıda olduğu belirtilmektedir (Bálint ve ark., 2001; Abdel-Aal ve ark., 2002; Hidalgo ve ark., 2006; Emeksizozlu, 2016; Anonim, 2018). Ekmeklik buğday çeşitleri ile karşılaştırıldığında içerdiği yüksek karotenoidlerden dolayı Siyez ekmeği parlak sarı bir renge sahiptir. Siyezin tane veriminin artma potansiyeli olduğu için, ticari olarak kullanımının kaliteli gıda üretimi için uygun olduğu belirlenmiştir (Vallega 1979, Waines 1983, Castagna ve ark., 1995). Siyez buğdayı içeriğinde yer alan besin öğeleri, ununun ve hamurunun kompozisyonu ekmeklik ve makarnalık buğdaylardan tamamen farklıdır. Tanelerinin içeriğindeki

karbonhidrat değeri düşük iken, protein değeri daha yüksektir. Lif değeri oldukça yüksek olan siyez buğdayının sindirimi kolaydır ve kolesterol değerini düşürücü etki yaptığı bilinmektedir. Çok yüksek antioksidan etki gösteren maddeler sayesinde siyez buğdayını tüketen kişilerin sahip olduğu hücre yapısı korunur; yaşlanma etkileri geciktirilmiş olur. Ayrıca siyez buğdayının yüksek oranda B grubu vitaminleri (B1, B2, B5, B6, B7, B12) içermesinden dolayı sindirim sistemi ve sinir sistemini olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir. (Şanal, 2017).

Siyez, modern buğday türlerine göre fosfor, riboflavin, potasyum, ferulik asit (ekmeklik ve makarnalık buğdaydan 1,8 kat daha fazla), p-kumarik asit ve piridoksin bakımından daha yüksek, çözünmeyen ve toplam diyet lifleri açısından ise daha düşük değerlere sahiptir (Abdel-Aal ve ark., 1995; Şahin ve ark., 2017). Siyez buğdayının yüksek oranda içerdiği antioksidanlar içerisinde karotenoidler ve tokoller hastalıkların önlenmesinde önemli rol oynarlar (Palozza ve Krinsky, 1992; Halliwell ve ark., 1995; Andlauer ve Fürst, 1998), hücre duvarını ve dokuları serbest radikallerden korurlar. Göz; vücudun diğer parçalarına nazaran daha karmaşık bir yapıya sahiptir ve görme kaybı yaşlı insanlarda genel bir problemdir (Stringham ve Hammond, 2005), Lutein ve zeaxanthin'in retinanın benek bölgesinin korunmasında ve katarakt oluşumunun önlenmesinde önemli bir rolü vardır (Mares-Perlman ve ark., 2002; Abdel-Aal, 2013). Stringham ve Hammond (2005)'un kataraktan muzdarip hastalara haftada 3 kez 15mg luteini 2 yıl vererek görme duyularını artırdığı bildirilmiştir. Lutein insan sarı benek noktasında yüksek konsantrasyonlarda bulunur ve alımının artışı ile beraber yaşa bağlı sarı benek dejenerasyonu, katarakt ve retinit pigmentoza gibi göz hastalıklarının görülme sıklığının azalmasıyla ilişkilendirilmiştir (landrum ve Bone, 2001; Fullmer ve Shao, 2001). Hafif bilişsel bozukluk ve yaşlı insanlarda lutein ile Alzheimer hastalığı da tartışılmaktadır (Johnson, 2012; Kiko ve ark., 2012; Nolan ve ark., 2014). Yaşa bağlı sarı benek dejenerasyonu pek çok görme kaybı ve körlüğün ana sebeplerinden biridir (Klein ve ark., 2004; Kuehn, 2005; Nowak, 2006).

Bunların yanı sıra; bağışıklık sisteminin gelişiminde, solar radyasyona karşı korunmada, bazı kanser türlerinin ve dejeneratif kalp damar hastalıklarının önlenmesinde olumlu katkıları vardır (Krinsky, 1994; Van den Berg ve ark., 2000). Özellikle  $\alpha$  ve  $\beta$  karotenler; görsel fonksiyonlar, embriyo ve fetüsün normal gelişimi ve hücre üretimi için gerekli bir faktör olan A vitaminin sentezinde önemli role sahiptirler (Zile, 1998). Bebek beynindeki luteinin henüz bilinmeyen bir fonksiyonu yakın zamanda hipotezlenmiştir, çünkü beyindeki toplam karotenoidlerin yaklaşık % 60'ını lutein oluşturmaktadır ve erken doğan bebeklerde lutein düzeylerinin tükendiği tespit edilmiştir (Vishwanathan ve ark., 2014).

Tokoller (Vitamin E), fotosentetik organizmalar tarafından üretilen tokoferoller veya tokotrienoller olarak sınıflandırılan, sıvıda çözünür antioksidanlardır (Yamauchi ve Matsushita, 1979) ve dokularda çoklu doymamış yağ asitlerini oksidasyondan korurlar (Goffman ve Bohme, 2001). Kolesterol biyosentezini kısıtlayarak LDL kolesterolün seviyesini düşürürler (Jacobsson ve ark., 2004). Serbest radikallerin yol açtığı doku hasarının kardiyovasküler ve nörolojik bozukluklar, kanser, katarakt ve enflamatuvar hastalıklar gibi kronik hastalıkların bir

nedeni olduğu düşünülmektedir (Bramley ve ark., 2000; Sevindik ve ark., 2017; Mohammed ve ark., 2018).  $\alpha$ -Tokoferol en yüksek E vitamini aktivitesine sahip olmasına rağmen, diğer tokoller benzer veya daha iyi antioksidan aktiviteye sahiptir (Miller ve ark., 2000; Yoshida ve ark., 2003). İnsan derisi bazı mekanizmalar tarafından çevresel faktörlerden korunmaya ihtiyaç duyar. Birincisi doğal antioksidan sisteminin varlığı güneş ışığı tarafından üretilen serbest radikalleri nötralize ederek deriyi koruyabilir. İkincisi, deride bulunan ve Melanosit olarak adlandırılan bazı hücreler Melanin üretir ki bu deride bir tabaka oluşturur. Bu tabaka Melanin maddesinin güneş ışığını absorbe etme yeteneği ile güneş ışığını filtre ederek deriyi bir koruma sağlar. Son olarak hiperplazi işlemi derinin canlı hücrelerinde ışığın neden olabileceği hasarı azaltır. Üç mekanizmada güneş ışığına maruz kalma anında derideki antioksidan varlığı deriyi zarar görmesinden korur. Yine de güneş ışığına maruz kalmak antioksidan kapasitesini önemli ölçüde azaltabilir. Lutein deride görünür mavi-beyaz ışığı absorbe edebilir (Roberts ve ark., 2009). Diyetle alınan lutein ve zeaxanthin insan derisinde bulunur. Her iki bileşende UV ışınlarla meydana gelen hiperplazi ve derideki tümörlere karşı derinin korunmasına yardımcı olur (Gonzales, 2003). Roberts (2013) lutein ve zeaxanthin takviyesinin UV radyasyonunun etkilerini azaltmaya yardımcı olduğunu ve UV'nin insan cildine etkisine karşı koruma sağladığını ispatlamıştır.

Lutein ve zeaxanthin birikimi; DNA, protein, karbonhidrat ve lipitler gibi biyolojik açıdan önemli materyallere zarar verebilen Reaktif Oksijen Türlerinin azalmasına da yardımcı olmaktadır.  $\alpha$ -Carotene,  $\beta$ -carotene and  $\beta$ -cryptoxanthin gibi toplam provitamin A karotenoidlerin absorpsiyonu akciğer kanseri riskinin azaltılmasına olumlu etkide bulunmaktadır (Rock, 2009).  $\alpha$ -Carotene,  $\beta$ -carotene, lutein, lycopen and  $\beta$ -crypoxanthin serum konsantrasyonu ile akciğer kanseri arasında negatif bir ilişki bulunmaktadır (Woggon ve Kundu 2004). Tekli ya da kombinasyon halindeki karotenoidler serbest radikallerin yokedilmesinde ve tümör gelişimine karşı bağışıklık sisteminin güçlenmesinde rol oynamaktadırlar. Freudenheim ve ark. (1996) 'nın yaptığı bir çalışma, özellikle lutein ve zeaxanthin karotenoidlerinin alımının premenapozal göğüs kanseri riskinin azaltılması ile ilişkili olduğunu kanıtlamıştır. Mares-Perlman ve ark. (2002)'ye göre göğüs kanseri hikâyesi olan kadınlar arasında zeaxanthin ve luteinin koruyucu etkisi oldukça güçlüdür. Son zamanlarda elde edilen kanıtlar, hem kanser hem de kardiyovasküler hastalığın önlenmesinde tokotanollerin tokoferollerden daha etkili olabileceğini göstermektedir (Therault ve ark., 1999). İlginç bir şekilde, karotenoidlerin ve tokollerin doğal antioksidan aktivitesi, gıda ürünlerinin tazeliğini ve raf ömrünü muhafaza etmede pozitif fonksiyonel özelliklerini tamamlayabilir, bu nedenle sentetik antioksidanlara doğal bir alternatiftir.

Makarnalık ve ekmeçlik buğdaylarla karşılaştırıldığında, siyez taneleri proteinler, lipidler (esas olarak tekli doymamış asit) ve fruktanlarca daha zengin, çoklu doymamış ve doymuş yağ asitleri bakımından daha fakirlerdir (Hidalgo ve Brandolini, 2009). Her zaman önemli olan çinko ve demir gibi bazı iz elementler de daha yüksek miktarlarda bulunur. Karotenoidler, tokoller,

konjuge fenolikler, alkilresorsinoller ve fitosteroller, ilgili salutistik özelliklere sahip antioksidanlar, önemli miktarlarda bulunur, siyez kepekli unların düşük  $\beta$ -amilaz ve lipoksijenaz aktiviteleri, bu türlerin pozitif besin özelliklerini büyük ölçüde koruyarak gıda işleme sırasında bozulmalarını sınırlar. Öte yandan, ekmeçlik buğday ile karşılaştırıldığında siyez, daha düşük polifenol oksidaz aktivitesi ile birlikte daha düşük diyet lifi ve çözünmeyen bağlı polifenol içeriğine sahiptir (Hidalgo ve Brandolini, 2013). Bu özelliklerine ilave olarak, siyez ununda nişasta sindirilebilirliği ve glisemik indeksi geleneksel buğday unu bebek bisküvilerinden daha düşükken, protein sindirilebilirliği daha yüksektir (Kızılaslan ve ark., 2018). İlginç bir şekilde siyezlerden elde edilen ekmeç ve bisküvilerde modern buğdaylara nazaran pişirme esnasında meydana gelen değişim daha az olmaktadır (Hidalgo ve Brandolini, 2011a; 2011b), siyez bisküvisi en yüksek karotenoid ve tokol bileşik değerlerine sahip olurken antioksidan bileşiklerinde en zayıf değerleri modern buğday çeşitleri vermektedir (Hidalgo ve ark., 2018). Bu açıdan bebek beslenmesinde kullanımının teşvik edilmesi gelecek neslin en başından sağlıklı gıdalarla beslenmesinde önemli bir yarar sağlayabilir.

Dünya’da enerji ve protein gereksinimi bakımından bir milyar insanın yetersiz beslenmesine karşın, iki milyara yakın insan gizli açlık olarak isimlendirilen ve yetersiz seviyede mikro element (demir, çinko, selenyum ve bor) ve vitamin eksikliği çekmektedir (Welch ve Graham, 1999, 2004; Çakmak, 2002; Brown ve ark., 2004). Mikro besin eksikliği; bağışıklık sisteminin bozulması, fiziksel, zihinsel ve bilişsel gelişim, yüksek anemi, hastalanma ve ölüm oranları gibi birçok sağlık probleminden sorumludur (Bouis ve ark., 2012). Fe, Zn ve A vitamini (retinol) eksikliği, küresel hastalık yükü tahmininde 19 önemli risk faktörü arasındadır ve Zn ve Fe bakımından yetersiz beslenme dünya genelinde 4 milyardan fazla kişiyi etkilemektedir (WHO, 2009). Özellikle Fe ve Zn eksiklikleri hem çocuklarda hem de kadınlarda çok şiddetli ve yaygındır ve birçok enzimi kontrol eden genlerde allel varyasyonuna bağlı olarak birçok belirtiyeye neden olmaktadır. Bir milyardan fazla insan, kritik tiroid fonksiyonunu ve kas gelişimini etkileyen Se eksikliği riski altındadır (Graham, 2008). Öte yandan, vitaminler de insanlarda normal gelişim ve büyüme için hayati bir rol oynamaktadır. Bazı karotenoidler, özellikle de  $\beta$ -karoten, memelilerde A vitaminiye dönüştürülür ve bu nedenle, Pro-vitamin A olarak da adlandırılır (Shewry ve Hey, 2015). A Vitamini insanlarda yaygın olarak bulunan bir vitamindir ve eksikliği de insanlarda anemiye neden olabilir (Graham, 2008). Bir diğeri; B vitamini kompleks vitaminleri, suda çözünen sekiz bileşenden oluşur ve buğday tanesi, tiamin (B1), riboflavin (B2), niasin (B3), piridoksin (B6) ve folatlar (B9) gibi çok önemli bir B vitamini kaynağıdır (Shewry ve Hey, 2015). Yeni buğday çeşitlerinin melezleme ıslahı yoluyla veya kavuzsuz buğday gibi diğer yüksek besleyici genetik kaynakların doğrudan kullanımı yoluyla biyolojik olarak zenginleştirilmesi, eksikliklerin giderilmesi için besin takviyesi yerine sürdürülebilir bir yöntemdir (Diepenbrock ve Gore, 2015). Ekmeçlik buğday ve spelta genotiplerine kıyasla, B6 vitamini ve A vitamini (retinol eşdeğeri) açısından açıkça daha yüksek değere sahiptir ve bu açıdan değerlendirildiğinde siyez iyi bir mikro besin kaynağı

olarak kabul edilir (Çakmak ve ark. 2000; Özkan ve ark., 2007). Mikro elementlerin çoğu kepek kısmında daha fazla bulunur. Bu nedenle, siyezın daha yüksek iz element ve mineral içerikleri, kısmen *T. monococcum* ssp. *monococcum* tohumlarının daha küçük boyutlu olması ve (kepek + embriyo) / endosperm oranının yüksek oluşuna bağlı olabilir (Hidalgo ve Brandolini, 2008). Hamed ve Şimşek (2014), aynı zamanda siyezın, spelta ve modern buğdaylara göre daha yüksek B2 ve B6 vitaminleri içerdiğini bildirmiştir.

Buğday çeşitlerinin ıslahı sırasındaki yoğun seçim baskısı nedeniyle birçok modern buğday çeşidi bazı değerli kalite özelliklerini yitirmiştir (Newton ve ark., 2010). Oysaki tam aksine Ünal (2009), siyez popülasyonunun, Cu dışında emmer buğday popülasyonundan daha yüksek Fe, Zn ve Mn konsantrasyonlarına sahip olduğunu bildirmiştir. Ozkan ve ark. (2007) siyez popülasyonunda Zn’nin Mn ve Cu ile pozitif korelasyon gösterdiğini belirtmişlerdir. Buna benzer bir çalışmada; Tekin ve ark. (2017) siyez hatlarının Fe içeriğinin 13,9 kat (9,8 ile 136,2 mg / kg), Zn içeriğinin 2,6 kat (4,9 ile 13,0 mg/kg), Cu içeriğinin 2,5 kat (1,0 ile 2,5 mg/kg) arasında değiştiğini, Mn içeriğinin 1,7 kat, (15,3 ile 25,3 mg/kg) ve Se içeriği de sırasıyla 0 ile 0,10 mg/kg olduğunu bildirmişlerdir.). Siyez taneleri; tahıllarında iki kat daha fazla karotenoid, (Grausgruber ve ark., 2010), 10 kat daha fazla lutein (Ziegler ve ark., 2015), dört kat daha fazla B2 ve daha yüksek konsantrasyonda B6 vitamini ihtiva ederler. Bu varyasyonlar, daha besleyici ve sağlıklı gıda maddelerinin üretimi için yapılacak seçimde kullanılabilir. Makarnalık buğday kontrol çeşitleri siyez ve emmer hatları ile karşılaştırıldığında (B5 vitamini hariç), A, B1, B2 ve B6 vitamin içerikleri, beklenmedik şekilde siyez hatlarında yüksek olarak gözlemlenmiştir. Korelasyon analizi, siyez hatları arasında Zn’nin Cu (0,63), Se (0,38), Mn (0,36) ve vitamin B1 (0,35) ile anlamlı bir şekilde korelasyon olduğunu göstermiştir. Bu çalışmalar, siyez ve gernik buğdayının yüksek Zn içeriğinin seçilmesinin, bu türlerin mineral içeriğinin Mn, Cu ve Se içerikleri bakımından da geliştirilebileceğini göstermektedir. Modern buğday çeşitleri, siyez (*T. monococcum* ssp. *monococcum*) ve emmer (*T. dicoccon*), gibi kavuzlu buğday türlerine kıyasla çok düşük miktarda mineral besin ve vitamin içerir (Watanabe, 2017). Kavuzlu buğday türleri; modern buğdaylara kıyasla hem yüksek beslenme potansiyeli hem de düşük girdili ve organik tarıma uygunluğundan dolayı gelişmiş ülkelerin çiftçilerinin ilgisini çekmektedir (Konvalina ve ark., 2014). Ayrıca obezite ve metabolik hastalıklar gibi ciddi sağlık sorunlarından muzdarip olan son ürün kullanıcıları eski buğday türlerini çoğunlukla yeniden keşfetmişlerdir (Arzani ve Ashraf, 2017; Longin ve ark., 2016)

## Sonuç

Yerel buğdayların organik üretime uygunluğu noktasından hareketle, mevcut modern buğday çeşitleri arasında organik üretim için uygun çeşit olmaması ve halen devam eden ıslah programlarında organik üretime yönelik seçim yapılmıyorsa organik üretim konusunda üreticileri kararsız bırakmaktadır. Mevcut çeşitlerde %50’ye varan verim azalması ve organik olarak üretilen buğdaylarda meydana gelen kalite düşüşleri pazar payında azalmalara sebep olmaktadır. Bu bağlamda az girdili bir

tarım sisteminde yetiştirilen siyez buğdayında organik üretimde elde edilecek verim değerleri ile organik modern çeşitlerinin verimlerinin birbirine yakın olması bu konuda talebi karşılayacak olma ihtimali açısından bir cevap niteliği taşıyacaktır.

Her ne kadar modern çeşitlerde belirli düzeylerde ve insan sağlığı için gerekli biyoaktif bileşenler ve vitaminlere sahip olsa da yerel çeşitlerin bünyesinde bulundurduğu sağlığa yararlı bileşen sayısı ve miktarları ile baş edemeyecek düzeydedir. Daha önce yapılan analizlerde modern çeşitler ve siyez kendi şartları altında üretilerek verim ve kalite parametreleri açısından analizlere tabi tutulmuş olsa da organik şartlar altında üretilen siyez ile modern çeşitlerin kalite değerlerinin karşılaştırıldığı bir çalışma bulunmamaktadır. Bu sebeple yerel buğday popülasyonlarının kendi doğal ortamlarında organik koşullarda yetiştirilerek tüketicilerin kullanımına sunulması, özellikle kronik hastalıkların arttığı ve birçok hastalığın sebebi olarak görülen kimyasal maddeler kullanılarak üretilen gıda maddeleri ve yetersiz beslenme sorunlarının yanında yükselen değer olarak bebek beslenmesinde sağlıklı gıda temini açısından önemli bir boşluğu doldurma potansiyeline sahiptir.

Buğdayın anavatanı olan ülkelerden biri olarak ülkemizde yeterli sayıda yerel çeşit olmasına karşılık modern çeşitlerle verim yönünden rekabet edemediği için yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalan ve hakettiği ilgiyi göremeyen diğer yerel çeşitlere de dikkat çekmek açısından yerel çeşit ve organik tarım algısını birleştirmek önem arz etmektedir. Bu sayede yerel çeşitlerin aynı zamanda organik tarım yöntemi ile üretilmesine katkıda bulunacağı gibi bu sayede çiftçilerimizin daha yüksek gelir elde etmesine olanak sağlayacaktır.

## Kaynaklar

Abdel-Aal ESM, Hucl P, Sosulski, FW. 1995. Compositional and Nutritional Characteristics of Spring Einkorn and Spelt Wheats. *Cereal Chem.* 72(6): 621-624.

Abdel-Aal ESM, Young JC, Wood PJ, Rabalski I, Hucl P, Falk D, Fre'geau-Reid J. 2002. Einkorn: A Potential Candidate for Developing High Lutein Wheat. *Cereal Chemistry* 79: 455–457.

Abdel-Aal ESM, Rabalski I. 2008. Bioactive Compounds and Their Antioxidant Capacity in Selected Primitive and Modern Wheat Species. *Open Agriculture Journal.* 2: 7-14.

Abdel-Aal ESM, Akhtar H, Zaheer K, Ali R. 2013. Dietary Sources of Lutein and Zeaxanthin Carotenoids and Their Role in Eye Health. *Nutrients.* 5(4): 1169-1185.

Akar T, Bağcı SA, Köksel H, Eser V. 2016. Ülkemizde ve Dünyada Buğdayla İlgili Gerçek Dışı İddialar, *Türktob*, 17: 4-7.

Akkaya A. 2018. Organik Buğday Tarımı Ülkemizde Hangi Koşullarda Daha Uygun Alternatif Olabilir. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(1): 100-105.

Andersson AAM, Andersson R, Piironen V, Lampi AM, Nystrom L, Boros D, Fras A, Gebruers K, Courtin CM, Delcour JA, Rakszegi M, Bedo Z, Ward JL, Shewry PR, Aman P. 2013. Contents of Dietary Fibre Components and Their Relation to Associated Bioactive Components in Whole Grain Wheat Samples From The HEALTHGRAIN Diversity Screen. *Food Chem.* 136: 1243–1248.

Andlauer W, Fürst P. 1998. Antioxidative Power of Phytochemicals with Special Reference to Cereals. *Cereal Foods World* 43: 356–360.

Anonim 2018. [http://apelasyon.com/Yazi/410-gecmisten-gunumuze-bugday?bul=gecmisten\\_gunumuze\\_bugday](http://apelasyon.com/Yazi/410-gecmisten-gunumuze-bugday?bul=gecmisten_gunumuze_bugday). Erişim: 05.12.2018 10:41.

Arzani A, Ashraf M. 2017. Cultivated Ancient Wheats (*Triticum* spp.): A Potential Source of Health-Beneficial Food Products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16: 477–488. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12262>.

Aydın M, Yılmaz M, Kara AÇ, Soylu S. 2010. Ekmeklik Buğdayda Organik ve Konvansiyonel Yetiştiriciliğin Karşılaştırılması Üzerine Bir Araştırma. *Türkiye IV. Organik Tarım Sempozyumu*, 102-106, 28 Haziran-1 Temmuz 2010, Erzurum.

Babbar N, Oberoi HS, Uppal DS, Patil RT. 2011. Total Phenolic Content and Antioxidant Capacity of Extracts Obtained from Six Important Fruit Residues. *Food Research International.* 44: 391-396.

Bilgin B, Akyüz SS, Faga Ö. 2008. Organik Tarımla Elde edilen Unların Pestisit içerikleri ve Bu Unlardan Üretilen Ekmeklerin Bazı Kalite Kriterlerinin belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, s: 417-420, Erzurum.

Bouis H, Boy-Gallego E, Meenakshi JV. 2012. Micronutrient malnutrition: Prevalence, Consequences, and Interventions, in *Fertilizing Crops to Improve Human Health a Scientific Review. Volume 1: Food and Nutrition Security*, ed. by. Bruulsema TW, Heffer P, Welch RM, Cakmac I, Moran K. IPNI, Norcross, GA/IFA, Paris, pp. 29–64.

Bramley PM, Elmadfa I, Kafatos A, Kelly FJ, Manios Y, Roxborough HE, Schuch W, Sheehy PJA, Wagner KH. 2000. Vitamin E. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80: 913–938.

Brown KH, Rivera JA, Bhutta Z, Gibson RS, King JC, Lonnerdal B, Hotz C. 2004. International Zinc Nutrition Wheat production in stressed environments (pp. 455–462). *Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Wheat Conference*, 27 November–2 December 2005. Mar del Plata, Argentina. Dordrecht: Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/1-4020-5497-1>.

Bulut S. 2009. Farklı Gübre Kaynakları ve Ekim Sıklığının Organik Buğdayda Bitki Gelişmesi, Verim ve Kalite Üzerine Etkileri, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum.

Castagna R, Borghi B, Di Fonzo N, Heun M, Salamini F. 1995. Yield and Related Traits of Einkorn (*T. Monococcum* ssp. *monococcum*) in Different Environments. *Eur. J. Agron.* 4(3): 371–378.

Carcea M, Salvatorelli S, Turfani V, Mellara F. 2006. Influence of Growing Conditions on the Technological Performance of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Food Science and Technology*, 41 (2): 102–107.

Chantret N, Salse j, Sabot F, Rahman S, Bellec A, Laubin B, Dubois I, Dossat C, Sourdille P, Joudrier P, Gautier MF, Cattolico L, Beckert M, Aubourg S, Weissenbach J, Caboche M, Bernard M, Leroy P, Chalhou B. 2005. Molecular Basis of Evolutionary Events That Shaped the Hardness Locus in Diploid and Polyploid Wheat Species (*Triticum* and *Aegilops*). *Plant Cell*, 17: 1033-1045.

Çakmak İ, Özkan H, Braun HJ, Welch RM, Romheld V. 2000. Zinc and Iron Concentrations in Seeds of Wild, Primitive and Modern Wheats. *Food Nutr Bull* 21: 401–403.

Diepenbrock CH, Gore MA. 2015. Closing the Divide between Human Nutrition and Plant Breeding. *Crop Science*, 55, 1437–1448. <https://doi.org/10.2135/cropsci2014.08.0555>.

Er C, Başalma D. 2008. Organik Tarımdaki Gelişmeler. Nobel Yayın Dağıtım, Yayın No: 1354

Flohre A, Rudnick M, Traser G, Tscharnkte T, Eggers T. 2011. Does Soil Biota Benefit from Organic Farming in Complex vs. Simple Landscapes? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 141: 210-214.



- Freudenheim JL, Marshall JR, Vena JE, Laughlin R, Brasure JR, Swanson MK, Nemoto T, Graham S. 1996. Premenopausal Breast Cancer Risk and Intake of Vegetables, Fruits, and Related Nutrients. *Journal of the National Cancer Institute*. 88(6): 340-348.
- Fullmer LA, Shao A. 2001. The role of lutein in eye health and nutrition. *Cereal Foods World*; 46: 408-413.
- Gallagher E, Keehan D, Butler F. 2005. Development of Organic Breads and Confectionary Project Report, Ed. Downey, G., National Food Centre, Dublin.
- Genç Y, McDonald GK. 2008. Domesticated Emmer Wheat [*T. turgidum* L. subsp. *dicoccon* (Schrank) Thell.] As a Source for Improvement of Zinc Efficiency in Durum Wheat. *Plant Soil* 310: 67-75.
- Goffman FD, Bohme T. 2001. Relationship between Fatty Acid Profile and Vitamin E Content in Maize Hybrids (*Zea mays* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49: 4990-4994.
- Grausgruber H, Preinerstorfer B, Geleta N, Leopold L, Eticha F, Kandler W, Siebenhandl-Ehn S.O 2010. Hulled Wheats in Organic Agriculture – Agronomic and Nutritional Considerations. *Proceedings of 8<sup>th</sup> International Wheat Conference*, pp. 41-42.
- Haglund A, Johansson L, Dahlstedt L. 1998. Sensory Evaluation of Wholemeal Bread from Ecologically and Conventionally Grown Wheat. *Journal of Cereal Science*, Vol. 27, pp. 199-207.
- Halliwell B, Murcia MA, Chirico S, Aroca OI. 1995. Free Radicals and Antioxidants in Foods and in Vivo: What They Do and How They Work. *Critical Review of Food Sciences and Nutrition* 35: 7-20.
- Hammed AM, Şimşek S. 2014. Hulled Wheats: A Review of Nutritional Properties and Processing Methods. *Cereal Chemistry*, 91: 97-104. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-09-13-0179-RW>.
- Herencia JF, Garcia-Galavis PA, Dorado JAR, Maqueda C. 2011. Comparison of Nutritional Quality of the Crops Grown in an Organic and Conventional Fertilized Soil. *Scientia Horticulturae*, 129: 882-888.
- Heun M, Schäfer-Pregl R, Klawan D, Castagna R, Accerbi M, Borghi B, Salamini F. 1997. 'Site of Einkorn Wheat Domestication Identified by DNA Fingerprinting'. *Science* (278): 1312-1314.
- Hidalgo A, Brandolini A, Pompei C, Piscozzi R. 2006. Carotenoids and Tocols of Einkorn Wheat (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum* L.). *Journal of Cereal Science*. 4: 182-193.
- Hidalgo A, Brandolini A. 2008. Protein, Ash, Lutein and Tocols Distribution in Einkorn (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum*) Seed Fractions. *Food Chem*. 107: 444-448.
- Hidalgo A, Brandolini A, Ratti S. 2009. Influence of Genetic and Environmental Factors on Selected Nutritional Traits of *Triticum monococcum*. *J. Agric. Food Chem*. 57: 6342-6348.
- Hidalgo A, Brandolini A. 2011a. Evaluation of Heat Damage, Sugars, Amylases and Colour in Breads from Einkorn, Durum and Bread Wheat Flours. *J Cereal Sci* 54: 90-97.
- Hidalgo A, Brandolini A. 2011b. Heat Damage of Water Biscuits from Einkorn, Durum and Bread Wheat Flours. *Food Chem*. 128: 471-478.
- Hidalgo A, Brandolini A. 2014. Nutritional Properties of Einkorn Wheat (*Triticum monococcum* L.). *J Sci. Food Agric*. 94: 601-612.
- Hidalgo A, Ferraretto A, Noni ID, Bottani M, Cattaneo S, Galli S, Brandolini A. 2018. Bioactive Compounds and Antioxidant Properties of Pseudocereals-Enriched Water Biscuits and Their in Vitro Digestates. *Food Chemistry* 240: 799-807.
- Hole DG, Perkins A, Wilson JD, Alexander IH, Grice PV, Evans AD. 2005. Does organic Farming Benefit Biodiversity? *Biological Conservation*, 122: 113-130.
- Jacobsson LS, Yuan XM, Zieden B, Olsson AG. 2004. Effects of  $\alpha$ -Tocopherol and Astaxanthin on LDL Oxidation and Atherosclerosis in WHHL Rabbits. *Atherosclerosis*. 173: 231-237.
- Jarvis DI, Myer L, Klemick H, Guarino L, Smale M, Brown AHD, Sadiki M, Sthapit B, Hodgkin T. 2000. A Training Guide for In Situ Conservation On-farm. Version 1. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Kan M, Küçükçongar M, Morgounov A, Keser M, Özdemir F, Mumınjanov H, Qualset CO. 2017. Türkiye’de Yerel Buğday Popülasyonlarının Durumu ve Yerel Buğday Üreten Üreticilerin Üretim Kararlarında Etkili Olan Faktörlerin Belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34 (2): 54-64.
- Karagöz A, Zencirci N. 2005. Variation in Wheat (*Triticum* spp.) Landraces from Different Altitudes of Three Regions of Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 52: 775-785.
- Karakaş FP, Türker AU. 2013. An efficient in Vitro Regeneration System for *Bellis perennis* L. and Comparison of Phenolic Contents of Field-Grown and in Vitro-Grown Leaves by LCMS/MS. *Industrial Crops and Products*. 48: 162-170.
- Khilberg I, Öström A, Johansson L, Risvik E. 2006. Sensory Qualities of Plain White Pan Bread: Influence of Farming System, Year of Harvest and Baking Technique. *Journal of Cereal Science*, Vol. 43, pp. 15-30.
- Kızılaslan Y, Yaman M, Şenol E, Pehlivanoglu H. 2018. Production and Quality (glycemic index, protein and starch digestibility) of Baby Biscuits Made from Natural, Additive-Free Einkorn Wheat and Wheat Flour. The 4<sup>th</sup> International Symposium on “Traditional Foods from Adriatic to Caucasus” (Oral Presentation) Abstract book, p:82: 19-21 April 2018 Kyrenia/Northern Cyprus.
- Kiko T, Nakagawa K, Tsuduki T, Suzuki T, Arai H, Miyazawa T. 2012. Significance of lutein in red blood cells of Alzheimer’s disease patients. *J. Alzheimer’s Dis*. 28: 593-600.
- Klein R, Peto T, Bird A, and Vannewkirk MR. 2004. The Epidemiology of Agerelated Macular Degeneration. *American Journal of Ophthalmology*. 137(3): 486-495.
- Kodaş R, Şengü, N, Avcı M, Akçelik E. 2015. Farklı Organik Uygulamaların Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Verim ve Verim Ögeleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 19 (3): 162-171.
- Konvalina P, Moudry JSR, Suchy K, Capouchova I, Janovska D. 2014. Diversity of Carbon Isotope Discrimination in Genetics Resources of Wheat. *Cereal Research Communications*, 42(4): 687-699.
- Lammerts Van Bueren ET, Jones SS, Tamm L, Murphy KM, Myers JR, Leifert C, Messmer MM. 2011. The Need to Breed Crop Varieties Suitable for Organic Farming, Using Wheat, Tomato and Broccoli as Examples: A review. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, 58: 193-205.
- Landrum JT, Bone RA. 2001. Lutein, Zeaxanthin, and the Macular Pigment. *Arch. Biochem. Biophys.*, 385, 28-40.
- Lev-Yadun A, Gopher A, Abbo S. 2000. The Cradle of Agriculture. *Science*, 288: 1602- 1603.
- Longin CFH, Ziegler J, Schweiggert R, Koehler P, Carle R, Weurschum 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, 302- 311. <https://doi.org/10.2135/cropsci2015.04.0242>.
- Mader P, Fliessbach A, Dubois D, Gunst L, Fried P, Niggli U. 2002. Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. *Science*, 296: 1694-1697.
- Mares-Perlman JA, Millen AE, Ficek TL, Hankinson S. E. 2002. The Body of Evidence to Support a Protective Role for Lutein and Zeaxanthin in Delaying Chronic Disease. *Overview. The Journal of nutrition*. 132(3): 518S-524.



- Marriott EE, Wander M. 2006. Qualitative and Quantitative Differences in Particulate Organic Matter Fractions in Organic and Conventional Farming Systems. *Soil Biology & Biochemistry*, 38: 1527-1536.
- Meng ECH. 1997. Land Allocation Decisions and In Situ Conservation of Crop Genetic Resources: The Case of Wheat Landraces in Turkey. Ph.D. dissertation, University of California, Davis, California.
- Miller HE, Rigelhof F, Marquart L, Prakash A, Kanter M. 2000. Antioxidant Content of Whole Grain Breakfast Cereals, Fruits and Vegetables. *Journal of the American College of Nutrition* 19: 312S-319.
- Mohammed FS, Akgul H, Sevindik M, Khaled BMT. 2018. Phenolic content and biological activities of *Rhus coriaria* var. *zebaria*. *Fresen. Environ. Bull.* 27(8): 5694-5702.
- Mpofu A, Sapirstein HD, Beta T. 2006. Genotype and Environmental Variation in Phenolic Content, Phenolic Acid Composition, and Antioxidant Activity of Hard Spring Wheat. *J Agric Food Chem.* 2006 Feb 22; 54(4) :1265-70.
- Murphy KM, Campbell KG, Lyon SR, Jones SS. 2007. Evidence of Varietal Adaptation to Organic Farming Systems. *Field Crops Research*, 102: 172-177.
- Murphy KM, Reeves PG, Jones SS. 2008. Relationship between Yield and Mineral Nutrient Concentrations in Historical and Modern Spring Wheat Cultivars. *Euphytica*, 163: 381-390.
- Newton AC, Akar T, Baresel JP, Bebeli PJ, Bettencourt E, Bladenopoulos KV, Vaz Patto MC. 2010. Cereal Landraces for Sustainable Agriculture. A Review. *Agronomy for Sustainable Development*, 30: 237-269. <https://doi.org/10.1051/agro/2009032>.
- Nesbitt M, Samuel D. 1996. From Staple Crop to Extinction. The Archaeology and History of the Hulled Wheats. In *Hulled Wheats' Proceedings of the First International Workshop on Hulled Wheats 21 and 22 July, Castelvecchio Pascoli, Italy.* (S. Padulosi, K. Hammer and J. Heller, eds), (1995) 41-100.
- Nolan JM, Loskutova E, Howard AN, Moran R, Mulcahy R, Stack J, Bolger M, Dennison J, Akuffo KO, Owens N, Thurnham DI, Beatty S. 2014. Macular Pigment, Visual Function, and Macular Disease Among Subjects with Alzheimer's Disease: An Exploratory Study. *J. Alzheimer's Dis.* 42: 1191-1202.
- Olgun M, Karaduman Y, Tunca ZŞ, Akın A, Yorgancılar Ö, Başçıftı ZB, Ayter NG, Takıl E. 2015. Comparison of Some Quality Characteristics in Kinoa (*Chenopodium quinoa*), Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*), Siyez Wheat (*Triticum monococcum*) and Bread Wheat (*Triticum aestivum*) by Principle Component Analysis. *Biological Diversity and Conservation*, 8/3: 153-158.
- Özkan H, Brandolini A, Torun A, Altintas S, Eker S, Kilian B, Çakmak İ. 2007. Natural Variation and Identification of Microelements Content in Seeds of Einkorn Wheat (*Triticum monococcum*). In H. T. Buck, J. E. Nisi, & N. Salomón (Eds.).
- Palozza P, Krinsky NI. 1992. Antioxidants Effects of Carotenoids in Vivo and in Vitro: an Overview. *Methods in Enzymology* 213: 403-452.
- Pekcan G, Köksal E, Küçükerdönmez Ö, Özel H. 2006. Household Food Wastage in Turkey. *FAO Statistics Division Working Paper Series*, No. ESS/ESSA/006e.
- Perrino P, Laghetti G, D'Antuono LF, Al Ajlouni M, Kanbertay M, Szabó AT. 1996. Ecogeographical Distribution of Hulled Wheat Species. In: Padulosi S, Hammer K, Heller J (eds), *Hulled Wheats. Promoting the Conservation and Use of Underutilized and Neglected Crops.* 4. Proceedings of the First International Workshop on Hulled Wheats, 21-22 July 1995, Castelvecchio Pascoli, Tuscany, Italy. *International Plant Genetic Resources Institute: Rome*, pp 102-120.
- Pirgozliev V, Rose SP, Pellny T, Amerah AM, Wickramasinghe M, Ülker M, Rakszegi M, Bedo Z, Shewry PR, Lovegrove A. 2015. Energy Utilization and Growth Performance of Chickens Fed Novel Wheat Inbred Lines Selected for Different Pentosan Levels with and without Xylanase Supplementation. *Poultry Science*. 94: 232-239.
- Ponti T, Rijk B, Ittersum MK. 2012. The Crop Yield Gap between Organic and Conventional Agriculture. *Agricultural Systems*, 108: 1-9.
- Roberts RL, Green J, Lewis B. 2009. Lutein and Zeaxanthin in Eye and Skin Health. *Clinics in Dermatology*. 27(2): 195-201.
- Roberts RL. 2013. Lutein, Zeaxanthin, and Skin Health. *American Journal of Lifestyle Medicine*. 7(3): 182-185.
- Salamini F, Ozkan H, Brandolini A, Schafer-Pregl R, Martin W. 2002. Genetics and Geography of Wild Cereal Domestication in the Near East. *Nature Reviews Genetics*. 3: 429-441.
- Santos VB, Araujo ASF, Leite LFC, Nunes LAPL, Melo WJ. 2012. Soil Microbial Biomass and Organic Matter Fractions During Transition from Conventional to Organic Farming Systems. *Geoderma*, 170: 227-231.
- Serpen A, Gökmen G, Karagöz A, Köksel H. 2008. Phytochemical Quantification and Total antioxidant Capacities of Emmer (*Triticum dicoccon* Schrank) and Einkorn (*Triticum monococcum* L.) Wheat Landraces. *J. Agric. Food Chem.* 56: 7285-7292.
- Sevindik M, Akgul H, Pehlivan M, Selamoglu Z. 2017. Determination of therapeutic potential of *Mentha longifolia* ssp. *longifolia*. *Fresen. Environ. Bull.* 26(7): 4757-4763.
- Shewry PR, Hey S. 2015. Do "Ancient" Wheat Species Differ from Modern Bread Wheat in Their Contents of Bioactive Components? *Journal of Cereal Science*, 65, 236-243. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2015.07.014>.
- Shewry PR, Pellny TK, Lovegrove A. 2016. Is Modern Wheat Bad for Health? *Nat. Plant* 2:16097. doi:10.1038/nplants.2016.97.
- Suchowilska E, Wiwart M, Kandler W, Krska R. 2012. A Comparison of Macro- and Microelement Concentrations in the Whole Grain of Four *Triticum* Species. *Plant Soil Environ* 58: 141-7.
- Stringham JM, Hammond BR. 2005. Dietary Lutein and Zeaxanthin: Possible Effects on Visual Function. *Nutrition Reviews*. 63: 59-64.
- Şahin Y, Yıldırım A, Yücesan B, Zencirci N, Erbayram Ş, Gürel E. 2017. Phytochemical Content and Antioxidant Activity of Einkorn (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum*), Bread (*Triticum aestivum* L.), and Durum (*Triticum durum* Desf.) Wheat. *Progress in Nutrition* 2017; Vol. 19, N. 4:00-00.
- Tanno K, Willcox G. 2006. The Origins of Cultivation of *Cicer arietinum* L. and *Vicia faba* L.: Early Finds from North West Syria (Tell el-Kerkh, late 10th millennium BP). *Veg. Hist. Archaeobot.* 15: 197-204.
- Tekin M, Cengiz MF, Abbasov M, Aksoy A, Cancı H, Akar T. 2017. Comparison of Some Mineral Nutrients and Vitamins in Advanced Hulled Wheat Lines. *Cereal Chem.* 2018; 95:436-444. <https://doi.org/10.1002/cche.10045>.
- Theriault A, Chao JT, Wang Q, Gapor A, Adeli K. 1999. Tocotrienol: a Review of its Therapeutic Potential. *Clinical Biochemistry* 32: 309-319.
- Trckova T, Raimanova I, Stenho Z. 2005. Differences among *Triticum dicoccon*, *T. monococcum* and *T. spelta* in Rate of Nitrate Uptake.
- Tuomisto HL, Hodge LD, Riordan P, Macdonald DW. 2012. Does Organic Farming Reduce Environmental Impacts?-A Meta-Analysis of European research. *Journal of Environmental Management*, 112: 309-320.
- TÜİK. 2018. Türkiye İstatistik Kurumu Veritabanı.

- Vallega V. 1979. Field performance of Varieties of *Triticum monococcum*, *T. durum* and *Hordeum vulgare* Grown at Two Locations. *Genet. Agric.* 33: 363-370.
- Van den Berg H, Faulks R, Granado HF, Hirschberg J, Olmedilla B, Sandmann G, Southon S, Stahl W. 2000. The Potential for the Improvement of Carotenoid Levels in Foods and the Likely Systemic Effects. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80: 880–912.
- Velimirov A, Lueck L, Shiel R, Plöger A, Leifert C. 2011. Preference of Laboratory Rats For Food Based on Wheat Grown Under Organic Versus Conventional Production Conditions. *NJAS - Wageningen Journal Of Life Sci.*, 58 (3-4): 85-88.
- Vida G, Szunics L, Veisz O, Bedo Z, Lang L, Arendas T, Bonis P, Rakszegi M., 2014. Effect of Genotypic, Meteorological and Agronomic Factors on the Gluten Index of Winter Durum Wheat. *Euphytica*. 197: 61-71.
- Vishwanathan R, Kuchan MJ, Sen S, Johnson EJ. 2014. Lutein and Preterm Infants with Decreased Concentrations of Brain Carotenoids. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.*, 59: 659–665.
- Waines JG. 1983. Genetic Resources in Diploid Wheats: The Case for Diploid Commercial Wheats. Pages 115-122 in: *Proc. 6<sup>th</sup> International Wheat Genetics Symposium, Kyoto, Japan.*
- Welch RM, Graham R. D. 1999. A New Paradigm for World Agriculture: Meeting Human Needs: Productive, Sustainable, Nutritious. *Field Crops Research*, 60: 1–10. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(98\)00129-4](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(98)00129-4).
- Welch RM, Graham RD. 2004. Breeding for Micronutrients in Staple Food Crops from a Human Nutrition Perspective. *Journal of Experimental Botany*, 55: 353–364. <https://doi.org/10.1093/jxb/erh064>.
- WHO. 2009. *Global Health Risks, Mortality and Burden of Disease Attributable to Selected Major Risks.* Geneva, Switzerland.
- Woggon W-D, Kundu MK. 2004. Enzymatic Versus Chemical Cleavage of Carotenoids: Supramolecular Enzyme Mimics for B-Carotene 15, 15-Monooxygenase. Pages 357-376-382. In: N. I. Krinsky; S. T. Mayne; H. Sies, eds. *Carotenoids in health and disease.* Marcel Dekker, Inc.
- Wolfe MS, Baresel JP, Desclaux D, Goldringer I, Hoad S, Kovacs G, Loschenberger F, Miedaner T, Ostergard H, Lammerts Van Bueren ET. 2008. Developments in Breeding Cereals for Organic Agriculture. *Euphytica*, 163: 323–346.
- Yamauchi R, Matsushita S. 1979. Light-Induced Lipids Peroxidation in Isolated Chloroplasts from Spinach Leaves and Role of Alpha-Tocopherol Vitamin E. *Agricultural and Biological Chemistry* 43: 2157–2161.
- Yoshida Y, Niki E, Noguchi N. 2003. Comparative Study on the Action of Tocopherols and Tocotrienols as Antioxidant: Chemical and Physical Effects. *Chemistry and Physics of Lipids* 123, 63–75.
- Zaharieva M, Monneveux P. 2014. Cultivated Einkorn Wheat (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*): The Long Life of a Founder Crop of Agriculture. *Gen Res Crop Evol* 61: 677–706.
- Ziegler JU, Wahl S, Wurschum T, Longin CF, Carle R, Schweiggert RM. 2015. Lutein and Lutein Esters in Whole Grain Flours Made from 75 Genotypes of 5 *Triticum* Species Grown at Multiple Sites. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63, 5061–5071. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b01477>.
- Zohary D, Hopf M. 2000. *Domestication Of Plants in The Old World.* 3rd Edn. 316pp, New York: Oxford University Press.