

Farklı Depolama Ortamı ve Sıcaklıkların Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Tohumlarında Çimlenme ve Sürme Oranı Üzerine Etkisi

Hakan GEREN^{1*}, Yaşar Tuncer KAVUT¹

ÖZET: Farklı depolama ortamı ve sıcaklığı ile depolama sürelerinin kinoa tohumlarının canlılığı üzerindeki etkilerini belirlemek için bir deneme yapılmıştır. Olgunlaşmış tohumlar (Q-52 çeşidi) Ekim 2017'de İzmir'deki kinoa tarlasından toplanmıştır. Muamele olarak; beş depolama ortamı (pamuk torba, kâğıt torba, naylon torba, plastik tüp, vakum) ve dört depolama sıcaklığı (ortam, 16°C, 4°C, -24°C) ile altı depolama süresi (4, 8, 12, 16, 20, 24 ay) kullanılarak faktöriyel tesadüf parselleri deneme desenine göre çimlenme ve sürme testleri gerçekleştirilmiştir. Başlangıç çimlenme ve sürme testi yapıldıktan sonra (hasattan 1 hafta sonra) farklı sıcaklıklarda depolanan tohum örnekleri her bir saklama ortamından rastgele alınmış ve tohum toplama zamanından itibaren her dört ayda bir çimlendirme testine tabi tutulmuştur. Sürme (çıkış) testi tohumların kum yatağına ekilmesiyle gerçekleştirilmiş, çimlenme ve sürme oranı verileri kaydedilmiştir. Kinoa tohumlarının çimlenme ve sürme oranları üzerine depolama ortamı, sıcaklık ve süresi ile interaksyonları arasında istatistiksel olarak önemli farklar bulunmuştur. Ortam sıcaklığında depolanan tohumlarda çimlenme ve sürme oranları diğer sıcaklıklarda depolanan tohumlara göre daha düşük olmuştur. Bunun yanında depolama süresinin artması çimlenme ve sürme oranlarında kademeli olarak azalmaya neden olmuştur. En yüksek çimlenme ve sürme oranı -24°C altında ve plastik tüplerde saklanan tohumlarda saptanmış, onları aynı sıcaklıkta naylon torba ve vakum torbaları izlemiştir. Ortam sıcaklığında pamuk torbalarda saklanan tohumlarda minimum değerler kaydedilmiştir. Kinoa tohumlarının -24°C altındaki hava geçirimsiz plastik tüplerde 24 aydan fazla saklanmamasının tohum canlılığının korunmasında daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kinoa, depolama, süre, sıcaklık, tohum çimlenme, tohum sürme,

Effect of Different Storage Media and Temperatures on The Germination and Emergence Rate of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Seeds

ABSTRACT: An experiment was conducted to determine the effects of different storage media, temperature and period on the viability of quinoa seeds. Mature seeds (Q-52 cv) have been collected from quinoa field in Izmir, Turkey in October 2017. Germination and emergence tests were conducted in factorial randomized complete block design using five storage media (cotton bag, paper bag, nylon bag, airtight plastic tube and vacuum), four storage temperature (ambient, 16°C, 4°C, -24°C) and six storage period (4, 8, 12, 16, 20, 24 months) as treatments. After conducting initial germination and emergence test (1 week after harvest), sample seeds were taken randomly from each storage media under different temperature and tested for germination at each four months interval since the time of seed collection. Emergence test was also conducted by sowing seeds in sand bed. Germination and emergence percentage data were recorded. There was statistical significant difference on the germination and emergence rate of quinoa seeds due to storage media, storage temperature, period and their interactions. Germination and emergence rates were lower in seeds stored at ambient temperature than seeds stored at other temperatures. In addition, the increasing storage period caused a gradual decrease in germination and emergence percentage of the seeds. After 24 months, the germination and emergence rate of the seeds was found to be below 70%. Highest germination and emergence percentage were observed for seeds stored in plastic tubes under -24°C followed by nylon bags and vacuum bags the same temperature, and, the minimum values were recorded for seeds stored in cotton bags in ambient temperature. It was concluded that storing quinoa seeds for not more than 24 months in airtight (hermetic) plastic tubes under -24°C is better in maintaining the viability of the seeds.

Keywords: Quinoa, storage, period, temperature, seed germination, seed emergence,

¹ Hakan GEREN (Orcid ID: 0000-0003-0426-1120), Yaşar Tuncer KAVUT (Orcid ID: 0000-0002-8856-3128), Tarla Bitkileri Bölümü, Ziraat Fakültesi, Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye.

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Hakan GEREN, hakan.geren@ege.edu.tr

Geliş tarihi / Received: 09-04-2020
Kabul tarihi / Accepted: 01-05-2020

GİRİŞ

Kinoa (*Chenopodium quinoa*), Peru'da, İnka'lar tarafından yetiştirilen antik bir tahıl türüdür (Tan, 2020). Kinoanın kökeni Güney Amerika'nın Andes Dağlarıdır (Sezgin ve Sanlier, 2019; Çakmakçı ve Temel, 2019). Kinoanın 120 farklı türü vardır ve tercih ettiği iklimlere göre 1800 ayrı çeşit olarak sınıflandırılır (Geren, 2015). Yetiştigi bölgeye bağlı olarak, kinoa taneleri siyah, kırmızı, pembe, sarı, mor, yeşil ya da turuncu rengini almaktadır (Altuntaş ve Naneli, 2017). Kinoa, serin iklim bitkileri grubunda değerlendirilmesine karşın tohum çimlenmesi, büyüme ve gelişimi için sıcak günlere ihtiyaç duymaktadır (Geren ve ark., 2014; Geren ve ark., 2015a; Zulkadir ve ark., 2017; Zulkadir ve ark., 2018). Tınlı-kumlu bünyeli topraklarda en iyi gelişimi göstermesine karşın, drenajı iyi olan hemen hemen her tip toprakta yetişebilmektedir. 5-8 aralığındaki pH derecesine sahip topraklarda yetişebilen kinoa, kuraklığa dayanıklı bir bitkiyi simgelemekte, ancak sıcak yaz aylarında sulanması tane verimini arttırmaktadır (Geren ve Geren, 2015; Koca ve ark., 2018; Önkür ve Keskin, 2019; Çaygaracı ve Kuşçu, 2019). Kinoa bitkisinin diğer tahıllara göre tuza dayanıklılığı yüksektir (Dumanoglu ve ark., 2016; Ekren ve ark., 2017; Koca ve ark., 2017; Koca, 2018; Akçay ve Tan, 2018; Akçay ve Tan, 2019).

Buğday ile pirince alternatif bir besin kaynağı olarak öne çıkan kinoa (Tan ve Yöndem, 2013; Tan ve Temel, 2019), zengin bir protein değerlerine sahiptir (Geren ve Dumanoglu, 2015). Kinoa, Kazayağıgiller (*Chenopodiaceae*), familyasının bir üyesi olup çift çenekli ve tek yıllık bir bitkidir (Geren ve Güre, 2017). Kinoa bitkisinin en göze çarpan özelliği tohumlarının gluten içermemesidir (Geren ve ark., 2015b). Bu nedenle özellikle çölyak (Celiac) hastaları için önemli bir besin kaynağı konumundadır (Tan ve Yöndem, 2013; Tan ve ark., 2015). ABD'de "NASA yemeği" olarak da ün yapan ürün son yıllarda dünyanın da gündeminde yerini almıştır. Uluslararası Tarım Örgütü (FAO) iklimi müsait bölgelerde çiftçilerin bu ürüne yönelmelerini tavsiye ederken (Yazar ve Ince Kaya, 2014), Birleşmiş Milletler (BM) 2013 yılı "Dünya Kinoa Yılı" ilan etmiştir (Anonim, 2013). Peru, Ekvator, Şili ve Bolivya gibi ülkelerde geniş alanlarda üretilmekte ve Avrupa ülkeleri ile ABD'ye ihraç edilmektedir.

BM'nin 2013'ü kinoa yılı ilan etmesi alternatif ürün arayan çiftçilerin ve tüccarların ilgisini çekmiştir. Yüksek fiyatla satılan kinoa, ülkemizde ilk olarak Adana, İzmir, Çanakkale, Erzurum ve Iğdır'dan sonra hemen hemen her ilimizde üretilmeye başlanmıştır (Kır ve Temel, 2016; Kır ve Temel, 2017; Tan ve Temel, 2017a; Tan ve Temel, 2017b; Tan ve Temel, 2018; Temel ve Keskin, 2019a; Temel ve Keskin, 2019b, Temel ve Şurgun, 2019; Altuner ve ark., 2019). Ülkemizde kinoa ekim alanının yaklaşık olarak 1500 ha civarında olduğu tahmin edilmektedir (Tan ve Temel, 2019). Bu bitkinin ülkemizde her yıl artış gösterdiği görülürken üretilen ürünün pazar sıkıntısı yaşanmamaktadır. Kinoa, son yıllarda talebi artan bir bitki olmaktadır. Talebin artmasının yanında tohumluğu yüksek fiyata satılmaktadır. Tohumluk fiyatının yüksek olmasından dolayı birim alandan alınan tane verimi ve tane iriliği kârlılığı etkilemektedir. Sertifikalı kinoa tohumunun satış fiyatı 350-500 TL/kg arasında (çeşit, irilik, vb.) değişmekte ve dekara 1-2 kg tohumluk kullanılmaktadır. Ülkemiz koşullarında tane verimi 100-600 kg/da civarında değişmektedir. Sertifikalı tohumluk kullanılması durumunda özel sektör tarafından tane alım garantisi verilmekte ve tane iriliğine göre (2.5 mm'den büyük) alış fiyatı 9 TL/kg'a ulaşabilmektedir. Bu nedenle birim alandan alınan tane verimi ve iriliği, kârlılığı çok etkileyebilmektedir (Naneli ve ark., 2017; Altuntaş ve Naneli, 2017).

Genellikle kendine döllen kinoa bitkisinde % 10-15 düzeyinde yabancı döllenme de olabilmektedir (FAO ve CIRAD, 2015). Nispeten yüksek bir oranı simgeleyen bu yabancı döllenme oranı, yüksek bir tane verimi için her yıl yeni tohumluk kullanmayı gerektirmektedir. Ancak kinoa tohumunun yüksek fiyatlı olması üreticileri bu davranıştan uzaklaştırmakta ve kendi tohumlarını üretmeye sevk etmektedir. Üretici kendi tarlasında ürettiği bu taneleri bazı işlemlerden geçirerek (temizleme, eleme, vb.) tohumluk olarak kullanmaktadır. Bazen de ekim zamanını bir şekilde kaçırarak üreticiler tohumluklarını saklayıp, ertesi yıl

kullanmak durumuyla karşı karşıya kalabilmektedirler. Bu nedenle tohumlukların bir süre depolanması durumunda, hangi sıcaklıklarda ve hangi depolama ortamında saklanacağı sorusuna cevap bulabilmek gerekmektedir.

Kinoa tohumlarının depolanması üzerine yapılan bazı çalışmalarda şu sonuçlara ulaşılmıştır. Örneğin Torres (1987) tarafından yürütülen bir çalışmada, Temmuz ayında hasat edilen İmbaya isimli kinoa çeşidinin tohumlarının nem içeriğini %8.3'e düşürdükten sonra 4°C 8 ay saklanmıştır. Bu süre sonunda kinoa tohumları, %6.4 ve %12.7'lik nem içeriğindeki ortama alan araştırmacı, 15°C, 25°C ve 35°C sıcaklıkta, alüminyum folyo paketleri içinde 105 gün boyunca depolamaya devam etmiş ve 42 günlük aralıklarla tohumların çimlenme oranlarını ve kökçük uzunlukları saptamıştır. %6.4 nem ortamında 15°C depolanan tohumlarda 0, 42, 63, 84 ve 105 inci gün sonunda çimlenme oranlarının sırasıyla %92.0, %84.0, %81.1, %68.0 ve %64.0 olduğunu bildiren araştırmacı, aynı sıcaklıkta fakat %12.67 nem ortamında ise sırasıyla %92.0, %82.0, %76.7, %67.3 ve %65.3'e düşüğünü bildirmiştir. Ayrıca %6.4 nem içeriği ve 35°C sıcaklıkta 105 gün sonunda %62.3'e düşen çimlenme oranının, aynı sıcaklık ve süre sonunda fakat %12.67 nem içeriğinde %1.7'ye düşüğü de ifade edilmiştir. Ceccato ve ark. (2011), ılıman iklimlerde hasat öncesi tohum çimlenmesinin kinoa tohum üretiminde ciddi bir risk oluşturduğunu bildirmişlerdir. Kinoa tohum dormansisinin, tohum çimlenmesi için izin verilen en düşük sıcaklıkta azaldığını belirten araştırmacılar, depolama sıcaklığının artmasında ise dormansinin yükseldiğini ifade etmişlerdir. Bitki üzerindeki tohum gelişme süresi boyunca çevre faktörlerinin dormansinin seviyesini ve şeklini etkilediğini vurgulayan araştırmacılar, yüksek sıcaklıkların ve uzayan fotoperiyodun dormansiyi teşvik ettiğini de bildirmişlerdir. Strenske ve ark. (2015) tarafından yürütülen bir çalışmada, aynı sıcaklıkta farklı depolama sürelerinin (36-85-119-146-177-270 gün) kinoa tohumlarının çimlenme oranı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırmacılar depolama süresi uzadıkça kinoa tohumlarının çimlenme oranlarının azaldığını ve çimlenmenin yavaşladığını saptamışlardır. Bu çalışmanın amacı, farklı depolama ortamı, depolama süresi ve değişik sıcaklıklarda saklanan kinoa tohum canlılıklarının nasıl etkilendiğinin saptanmasıdır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nün Tohumluk Laboratuvarı'nda (kontrollü şartlarda) 2 yıl süreyle yürütülmüştür. Denemede kinoa (*Chenopodium quinoa*) bitkisinin "Q-52" isimli çeşidine ait tohum kullanılmıştır. Araştırma, üç faktörlü tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. Birinci faktör beş farklı depolama ortamı (bez [pamuk] torba, kâğıt torba, naylon torba, plastik tüp, vakum), ikinci faktör dört değişik depolama sıcaklığı (ortam sıcaklığı, 16°C, 4°C, -24°C) ve üçüncü faktör ise altı değişik depolama süresi (4, 8, 12, 16, 20, 24 ay) oluşmuştur.

Ekim ayı başında hasat edilen kinoa bitkilerindeki taneler; laboratuvar ortamında kurutulmuş, harmanlanmış, elek ve havalı tane ayırıcı makine yardımıyla temizlenmiştir. Bu işlemlerden sonra elde edilen taneler laboratuvar ortamında bir hafta süreyle vantilatör yardımıyla tekrar kurutulmuş ve tanelerin oransal nem içeriği "Etüv" yöntemiyle saptanmıştır. Hasattan bir hafta sonra hazırlanan tohum stokunun çimlenme ve sürme oranları aşağıda belirtilen şekilde yapılmış ve başlangıç (0. ay) değerleri olarak kaydedilmiştir.

Piyasada tohum satışında kullanılan ortamları simgeleyen plastik kutu, naylon torba, bez ve kâğıt torba çeşitleri, laboratuvar boyutlarına indirgenmiş halleri hazırlanmıştır. Bu amaç için "Falcon tüpü", ağzı fermuarlı minik naylon torba, pamuktan yapılmış bez torba ve kâğıt torba kullanılmıştır. Ayrıca tohumlar -0.1 MPa basınç altında vakumlanmıştır. Söz konusu depolama ortamlarının içine yaklaşık 1500 adet tohum konulmuş ve hazırlanan depolama ortamlarına konan kinoa taneleri farklı sıcaklıklarda muhafaza edilmiştir. Ortam sıcaklığı için, testlerin yürütüldüğü laboratuvardaki dolabın üstü, 16°C için sıcaklığı sürekli 16°C olan depo, 4°C için buzdolabı içi ve -24°C için Arçelik marka derin dondurucu kullanılmıştır.

Araştırmada şu özellikler incelenmiştir: Çimlenme oranı (%): Her bir saklama ortamı ve depolama sıcaklığından alınan tohumlar, 11 cm çapındaki cam petri kaplarında çimlendirilmiştir. Petri kabı içinde hastalık oluşmaması için Thiram isimli kimyasal maddeyle muamele edilen tohumlardan 50 adedi, birbirine değmeyecek şekilde kâğıt üzerine dizilmiş ve 20 ml saf su eklenerek $24\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'lik çimlendirme kabine yerleştirilmiştir. Yedi gün sonunda çimlenen tohumlar sayılmış ve çimlenme oranları hesaplanmıştır (ISTA, 2016). Sürme (çıkış) oranı: 50 adet tohum, yüzey sterilizasyonundan geçirilerek ve içleri kum dolu çinko sürme kaplarına 1 cm derinliğe ekilmiş ve aynı çimlendirme kabine yerleştirilmiştir. Yedi gün sonunda çıkış yapan tohumlar sayılmış ve sürme oranları hesaplanmıştır. Deneme sonucu elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş (Yurtsever, 1984), hesaplanan LSD (en küçük önemli fark) değeri (%1), ilgili çizelgenin altında sunulmuştur.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çimlenme oranı: Yapılan testler sonucunda kinoa tohumlarının başlangıç çimlenme oranı (ÇO) ortalamasının %84.5, tohum nem oranı ortalamasının ise %10.1 olduğu belirlenmiştir. Depolama süresi boyunca ortam sıcaklığında, gaz geçirim oranı diğer saklama ortamlarına göre daha yüksek olan bez veya kâğıt torbalarda bile herhangi bir zararlı, vb. gözlenmemiştir. Uzayan depolama süresince, farklı depolama ortamı ve değişik depo sıcaklıkların kinoa tohumlarında ÇO üzerine olan etkileri Çizelge 1'de sunulmuştur.

Varyans analizi sonuçları; 3'lü (Sr x DS x DO) interaksiyon etkisinin ÇO üzerine önemli olduğunu göstermiştir. Rakamsal olarak en yüksek ÇO %93.5 ile 4. ay sonunda -24°C 'de plastik tüp içinde depolanan tohumlarda saptanmıştır. En düşük ÇO ise %58.0 ile 24. ay sonunda ortam sıcaklığında ve bez torba içinde depolanan tohumlarda kaydedilmiştir.

Bulgularımız genel olarak değerlendirildiğinde; depolama süresi uzadıkça kinoa tohumlarının çimlenme oranlarının kademeli olarak düştüğü açıkça izlenmektedir. Depo ortamının çimlenme oranı üzerine olan etkilerinin her dört aylık genel ortalama sonuçları incelendiğinde çimlenme oranlarının düştüğü saptanmıştır. Şöyle ki; başlangıçta %84.5 olan çimlenme oranı, ilk 4 ayın sonunda %85.1'e yükselmiş ancak 8 ay sonunda %84.1'e, 12 ay sonunda %81.1'e, 16 ay sonunda %78.8'e, 20 ay sonunda %77.8'e ve 24 ay sonunda %75.7'e düşmüştür. Genel bir ifadeyle, depolama süresinin uzaması kinoa tohumlarının çimlenme oranı üzerine olumsuz bir etki yapmış, başlangıca göre çimlenme %10.4 oranında azalmıştır. Pek çok araştırmacı (Castellón ve ark., 2010; Strenske ve ark., 2015) kinoa depolama süresinin uzamasına bağlı olarak çimlenme oranlarının da azaldığını bildirmesi, bulgularımızı doğrulamaktadır.

Çizelge 1 detaylı olarak irdelendiğinde, hava geçirgenliği yüksek olan bez veya kâğıt torbada saklanan tohumların çimlenme gücü, diğer saklama ortamlarına göre daha yüksek oranda düşmüştür (~%15.2). Hava geçirimsiz plastik tüp veya vakum ortamında depolanan tohumlardaki çimlenme kaybı ise diğer depo ortamlarına göre daha düşük oranda (%6.8) kaydedilmiştir.

Pek çok araştırmacı (Macit ve Turhan, 1981; Desai ve ark., 1997; Bradford, 2004), düşük nemli ortodoks tohumların ekseriya hava geçirimsiz kaplarda depolanması gerektiğini, bunun esas amacının kuru tohumların nem çekmesinin önlemesi olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, geçirgen torbaların hava neminin düşük olduğu ve kısa süreli tohum depolamaları için uygun olduğunu da vurgulamışlardır. Souza ve ark. (2016) geçirgen olmayan kaplarda ve düşük sıcaklıkta saklanan kinoa tohumlarının canlılığını 300 gün sürdürdüğünü, yarı geçirgen veya geçirgen kaplarda ve normal ortam koşullarında saklanan tohumların canlılığını 180. günden sonra koruyamadıklarını bildirmişlerdir. Mevcut çalışma sonucunda ulaşılan bulgularımız, yukarıdaki araştırmacıların sonuçlarıyla uyum içerisindedir.

Çizelge 1: Farklı depolama süresi, ortamı ve sıcaklıkların kinoa tohumlarında çimlenme oranı (%) üzerine etkisi

Depo Ortamı	Depolama sıcaklığı				Ortalama
	Ortam sıcaklığı	+16°C	+4°C	-24°C	
4. Ay					
Bez torba	81.5	83.0	81.0	89.0	83.6
Kâğıt torba	79.5	82.0	81.5	89.0	83.0
Naylon torba	83.0	84.0	83.5	91.8	85.6
Plastik tüp	85.0	87.0	88.0	93.5	88.4
Vakum	85.0	82.5	84.5	88.0	85.0
Ortalama	82.8	83.7	83.7	90.3	85.1
8. Ay					
Bez torba	81.0	80.0	80.5	88.5	82.5
Kâğıt torba	79.5	80.5	84.0	88.5	83.1
Naylon torba	80.5	81.5	84.0	87.5	83.4
Plastik tüp	87.0	84.5	89.5	90.5	87.9
Vakum	82.0	81.5	82.5	88.0	83.5
Ortalama	82.0	81.6	84.1	88.6	84.1
12. Ay					
Bez torba	70.0	77.5	77.0	87.5	78.0
Kâğıt torba	73.5	77.5	80.5	87.8	79.8
Naylon torba	80.5	79.0	83.5	87.5	82.6
Plastik tüp	81.5	81.5	83.5	88.0	83.6
Vakum	76.0	80.5	83.5	85.5	81.4
Ortalama	76.3	79.2	81.6	87.3	81.1
16. Ay					
Bez torba	67.5	72.5	79.5	85.5	76.3
Kâğıt torba	71.0	73.5	79.5	85.5	77.4
Naylon torba	72.0	76.5	79.5	85.5	78.4
Plastik tüp	76.5	81.0	85.5	85.5	82.1
Vakum	73.5	79.5	83.0	84.0	80.0
Ortalama	72.1	76.6	81.4	85.2	78.8
20. Ay					
Bez torba	64.0	70.5	77.0	80.0	72.9
Kâğıt torba	70.0	76.5	80.0	79.3	76.4
Naylon torba	74.5	79.0	82.0	84.5	80.0
Plastik tüp	74.5	80.5	84.0	85.5	81.1
Vakum	72.5	76.0	82.5	83.0	78.5
Ortalama	71.1	76.5	81.1	82.5	77.8
24. Ay					
Bez torba	58.0	68.0	74.0	80.0	70.0
Kâğıt torba	64.0	70.0	78.5	80.5	73.3
Naylon torba	70.0	77.5	82.0	82.0	77.9
Plastik tüp	70.5	81.5	83.5	83.5	79.8
Vakum	68.0	78.0	82.0	83.0	77.8
Ortalama	66.1	75.0	80.0	81.8	75.7
LSD (0.01)	Süre (Sr): 0.854 Sıcaklık (DS): 0.697 Ortam (DO): 0.779	Süre x Sıcaklık: 1.708 Süre x Ortam: 1.909 Sıcaklık x Ortam: 1.559	Süre x Sıcaklık x Ortam: 3.818 CV(varyasyon katsayısı, %): 2.59		

Depolama sıcaklıklarının çimlenme oranına olan etkilerinin her dört aylık genel ortalama sonuçları irdelendiğinde çimlenme oranlarının düştüğü saptanmıştır (Çizelge 1). Örneğin ortam sıcaklığında saklanan tohumlar ilk 4 ay sonunda ortalama %82.8 çimlenmeye sahipken, 24 ay sonunda bu değer ortalama %66.1'e düşmüş, yani %20.2'lik kayıp oluşmuştur. Hâlbuki -24°C'de depolanan tohumlar ilk 4 ay sonunda ortalama %90.3 çimlenmeye sahipken, 24 ay sonunda %81.8'e düşmüş, yani sadece %9.4'lük kayıp meydana gelmiştir. 24 ay boyunca oluşan çimlenme kayıpları 4°C'de muhafaza için %4.4, 16°C'de muhafaza için ise %10.4 olarak hesaplanmıştır. Çalışmada kinoa tohumlarının saklandığı sıcaklık azaldıkça (ortam sıcaklığından sıfırın altına düşen sıcaklıklar) ise çimlenme oranını daha yavaş düşüştüğü

veya tersi bir ifadeyle, depolama sıcaklığı ortam sıcaklığına yükseldikçe çimlenme oranlarının daha hızlı düştüğü kaydedilmiştir.

Depo ortamı sıcaklık seviyesinin tohum canlılığı üzerine çok önemli etkiye sahip olduğunu bildiren birçok araştırmacı (Desai ve ark., 1997; Bradford, 2004; İlbi ve Geren, 2005; Walters ve ark., 2010), aynı nem içeriğindeki 30-35°C sıcaklıklardaki canlılığın, 20°C'yi aşmayan yerlerdekine göre daha hızlı bir şekilde azalacağını ifade etmişlerdir. Tohumların uzun süre canlılıklarını kaybetmeden depolanabilmeleri için depo sıcaklığının 0-5°C olması tavsiye eden yukarıdaki araştırmacı grubu; düşük sıcaklık koşullarında depolama, tohumun nem geçirmez kaplarda veya atmosfer neminin uzaklaştırıldığı koşullarda geçerli olduğunu vurgulamışlardır. Aksi takdirde, düşük sıcaklıkların atmosfer neminin yükselmesine neden olarak, tohumun nem içeriğini de arttıracakını böylece, düşük sıcaklıkta yüksek nem içeriğindeki tohumda hücre içi ve hücreler arasındaki suyun donarak, hücre parçalanmaları gibi zararlara neden olacağını ve tohumun kısa sürede canlılığını kaybedeceğini eklemiştir. Genelde %14'ün altında nem içeren tohumların; donma noktası veya altındaki sıcaklıklarda; düşük sıcaklık zararları olmadan uzun süre depolanmaları mümkündür. Ortodoks tohum özelliğine sahip kinoanın saklanması, depo iç ortam nemi ve sıcaklığı optimum koşullarda tutulabildiği sürece canlılıklarını ortalama 2-3 yıl sürdürebileceği bildirilmiştir (Tan ve Temel, 2019).

Kinoa tohumluğu standardında minimum çimlenme oranı %70 olarak bildirilmiştir (Singh, 2019). Çalışmada, 24 ayın sonunda 4°C ile -24°C'de ve plastik tüp veya vakum ortamında saptanan genel çimlenme oranı değerlerinin standart değer üstünde olması, söz konusu koşullarda kinoa tohumu depolamanın sorunsuz bir şekilde yönetilebileceğini ortaya çıkarmıştır. 2 yıllık depolama süresince sıcaklığının 16°C olması da standartların üzerinde, buna karşılık ortam sıcaklığında tohum muhafazası ise bu oranının standartların altına düşmesinde etken olmuştur.

Denemede, hasattan hemen sonra %84.5 olarak saptanan çimlenme oranının 4. ve 8. ay sonundaki testlerde bazı minik artışlar gösterdiği tespit edilmiştir. Örneğin, -24°C'de ve plastik tüpte saklanan tohumlarda %93.5'e (%9 artış oranı) yükselmiştir. Bu durum tohum dormansisi varlığının tipik bir göstergesi olarak yorumlanmıştır. Nitekim bazı araştırmacılar (Torres, 1987; Ceccato ve ark., 2011) kinoa tohumunda az da olsa dormansinin varlığını işaret etmeleri, bulgularımızı güçlendirmektedir. Çalışmada gözlenen ilginç olgulardan biri de, bazı testlerde karşılaşılan bir tohumdan 2 adet çimlenmenin belirlenmesidir. Kinoa bitkisinin ait olduğu familya [Kazayağıgiller (*Chenopodiaceae*)] ve onun tipik özelliklerinden biri olan polygerm (bir meyvede birden fazla embriyo bulunması) meyve yapısı anımsandığında, bu durumun yaşanabileceği bizleri çok da şaşırtmamıştır. Keza Torres (1987)'de benzer olguların bulunduğunu ifade etmiştir.

Sürme (çıkış) oranı: Çalışmada başlangıcında yapılan testler sonucunda kinoa tohumlarının sürme oranı (SO) ortalamasının %81.4 olduğu saptanmıştır. Uzayan depolama süresince, farklı depolama ortamı ve değişik depo sıcaklıkların kinoa tohumlarında SO üzerine olan etkileri Çizelge 2'de sunulmuştur.

Varyans analizi sonuçları; 3'lü (Sr x DS x DO) interaksiyon etkisinin sürme oranı üzerine önemli olduğunu göstermiştir. Rakamsal olarak en yüksek SO %91.0 ile 4. ay sonunda -24°C'de plastik tüp içinde saklanan, en düşük SO ise %51.5 ile 24 ay sonunda ortam sıcaklığında ve bez torba içinde depolanan tohumlarda kaydedilmiştir. Çizelge 2 incelendiğinde, genel eğilim olarak sürme oranlarının, çimlenme oranlarından çok farklılık göstermediği anlaşılmıştır. Bilindiği üzere, tohumlukların biyolojik değerlerinin saptanmasında, çimlenme değerlerine göre daha gerçekçi sonuç veren (Şehirli, 1997) sürme (çıkış) gücü oranları, beklenildiği gibi, çimlenme oranı değerlerinden biraz daha düşük değerler vermişlerdir. Bir başka ifadeyle, güçleştirilmiş koşullarda yapılan çimlenme kontrolü olan çıkış oranlarının, depolama sıcaklığı ve ortamından etkilendiği belirlenmiştir.

Çizelge 2: Farklı depolama süresi, ortamı ve sıcaklıkların kinoa tohumlarında sürme (çıkış) oranı (%) üzerine etkisi

Depo Ortamı	Depolama sıcaklığı				Ortalama
	Ortam sıcaklığı	+16°C	+4°C	-24°C	
4. Ay					
Bez torba	80.0	81.0	78.5	86.5	81.5
Kâğıt torba	77.5	79.5	79.0	87.0	80.8
Naylon torba	80.8	81.3	81.0	89.0	83.0
Plastik tüp	82.8	84.0	85.5	91.0	85.8
Vakum	82.5	80.3	82.0	85.3	82.5
Ortalama	80.7	81.2	81.2	87.8	82.7
8. Ay					
Bez torba	78.0	76.8	77.3	85.8	79.4
Kâğıt torba	76.3	77.5	80.8	85.8	80.1
Naylon torba	77.3	78.5	81.0	84.5	80.3
Plastik tüp	83.5	80.0	86.0	90.0	84.9
Vakum	78.5	78.3	79.5	85.5	80.4
Ortalama	78.7	78.2	80.9	86.3	81.0
12. Ay					
Bez torba	67.0	74.0	74.0	83.8	74.7
Kâğıt torba	70.8	72.5	77.5	84.5	76.3
Naylon torba	77.5	76.0	78.0	84.5	79.0
Plastik tüp	78.5	77.8	79.5	84.5	80.1
Vakum	73.8	77.0	79.8	82.5	78.3
Ortalama	73.5	75.5	77.8	84.0	77.7
16. Ay					
Bez torba	63.5	69.0	75.5	81.5	72.4
Kâğıt torba	66.8	70.3	75.5	80.8	73.3
Naylon torba	67.5	71.3	75.5	82.5	74.2
Plastik tüp	72.5	78.0	81.5	81.8	78.4
Vakum	70.3	76.0	79.0	80.8	76.5
Ortalama	68.1	72.9	77.4	81.5	75.0
20. Ay					
Bez torba	60.3	67.0	71.5	77.8	69.1
Kâğıt torba	66.3	70.8	74.5	79.5	72.8
Naylon torba	69.8	73.5	76.3	79.5	74.8
Plastik tüp	67.5	74.8	78.8	80.5	75.4
Vakum	66.8	70.5	76.0	78.0	72.8
Ortalama	66.1	71.3	75.4	79.1	73.0
24. Ay					
Bez torba	51.5	60.5	68.0	74.8	63.7
Kâğıt torba	55.3	63.8	72.5	74.8	66.6
Naylon torba	61.5	71.5	76.0	76.3	71.3
Plastik tüp	60.3	75.0	77.5	78.0	72.7
Vakum	59.5	71.8	74.3	77.8	70.8
Ortalama	57.6	68.5	73.7	76.3	69.0
LSD (0.01)	Süre (Sr): 0.577 Sıcaklık (DS): 0.471 Ortam (DO): 0.526	Süre x Sıcaklık: 1.153 Süre x Ortam: 1.290 Sıcaklık x Ortam: 1.053	Süre x Sıcaklık x Ortam: 2.579 CV(varyasyon katsayısı, %): 1.84		

Bulgularımız genel olarak değerlendirildiğinde; depolama süresi uzadıkça kinoa tohumlarının sürme oranlarının da kademeli olarak düştüğü açıkça görülmüştür. Depo ortamının sürme (çıkış) oranı üzerine olan etkilerinin her 4 aylık genel ortalama sonuçları incelendiğinde değerlerin düştüğü saptanmıştır. Şöyle ki; başlangıçta %81.4 olan çıkış oranı, ilk 4 ayın sonunda %82.7'ye yükselmiş ancak 8 ay sonunda %81.0'a, 12 ay sonunda %77.7'ye, 16 ay sonunda %75.0'a, 20 ay sonunda %73.0'a ve 24 ay sonunda %69.0'a düşmüştür. Genel bir ifadeyle, depolama süresinin uzaması kinoa tohumlarının çıkış güçleri üzerine olumsuz bir etki yapmış, başlangıca göre çıkış oranı %15.2 oranında azalmıştır. Her 4 ayda bir yapılan çıkış testi bulguları, plastik tüpte saklanan tohumlardaki çıkış oranlarının, diğer saklama ortamlarından

istatistiki anlamda daha yüksek değerler verdiğini ortaya koymuştur. Plastik tüp ortamını ise vakum ve naylon torba ortamları, yer yer aralarında istatistiki anlamda fark olmaksızın izlemişlerdir. Nispeten düşük sürme oranları ise gaz geçirgenliği yüksek bez ve kâğıt torba ortamlarında kaydedilmiştir.

Bilindiği gibi; bez veya kâğıt torba gibi hava geçirirli depo ortamına konan tohumlar havadan nem çekmek suretiyle atmosferle denge kuruncaya kadar nem içeriklerini eşzamanlı olarak değiştirebilmektedirler (Demir, 1994; Bradford, 2004; Walters ve ark., 2010). Plastik tüp gibi hava geçirmez kaplar ise kap içindeki havanın hacmi, tohumun hacminden küçüktür. Hatta havanın oransal nemi yüksek olduğundan tohum tarafından emilen nem, onları çevreleyen havayla dengeye ulaştırmakta ve bu olay tohumların nem içeriğini önemli seviyelere yükseltmemektedir, zira içeride emilecek yeterli hava zaten kalmamaktadır. Vakum ortamında ise bu neredeyse sıfırdır (Desai ve ark., 1997; İlbi ve Geren, 2005; Munir ve ark, 2011). Bu nedenle çalışmada bez veya kâğıt torba ortamlarında kaydedilen çıkış oranı düşük, plastik tüp ile vakum ortamlarındaki çıkış gücü ise nispeten yüksek bulunmuştur.

Çalışmada kinoa tohumlarının depolandığı ortam sıcaklığının azalması (ortam sıcaklığından sıfırın altına düşen sıcaklıklar) ise, çimlenme gücü değerlerinde olduğu gibi, çıkış oranını da yükseltmiştir. Örneğin ortam sıcaklığında saklanan tohumlar ilk 4 ay sonunda ortalama %80.7 çıkış oranına sahipken, 24 ay sonunda bu değer ortalama %57.6'ya düşmüş, yani %28.6'lık kayıp oluşmuştur. Hâlbuki -24°C'de depolanan tohumlar ilk 8 ay sonunda ortalama %86.3 çıkış gücüne sahipken, 24 ay sonunda %76.3'e düşmüş, yani %11.6'lık kayıp meydana gelmiştir. Bulgularımız kinoa tohumlarının 24 ay süreyle saklanması durumunda, çıkış gücü kaybının en alt düzeyde kalabilmesi için sıcaklığın -24°C'de tutulması ve tohumların hava geçirimsiz plastik kap içine konulması veya vakumlanmasının gerektiğini ortaya koymuştur. Büyük miktardaki tohumların vakumlanmasının ek bir maliyet getireceği de göz ardı edilmemelidir.

SONUÇ

Kontrollü koşullarda 24 ay süre ile yapılan bu denemede, farklı depolama ortamı (bez torba, kâğıt torba, naylon torba, plastik tüp, vakum) ile değişik depolama sıcaklığının (ortam sıcaklığı, 16°C, 4°C, -24°C) kinoa (Q-52 çeşidi) tohumlarının çimlenme ve sürme gücüne etkisi incelenmiştir. Uzayan depolama süresinin kinoa tohum canlılığı üzerinde olumsuz etkilerinin kaydedildiği çalışmada, kinoa hasat ve harman işlemlerini takiben tane nem içeriğinin %10 seviyesine düşürülmesi, tohumların hava geçirimsiz plastik bir kaba konulup -24°C'de depolanması, en alt seviyede çimlenme ve çıkış gücü kaybına neden olduğu için önerilmektedir. Bu tip depolama çalışmalarının değişik kinoa çeşitleriyle de yürütülmesi, gıda ve halk sağlığı disiplinleriyle ortak çalışmaların yapılarak kinoa tohumlarındaki besin madde içerikleri (protein, yağ, yağ asitleri, vb.) ve bunların zamansal değişimlerinin incelenmesi gerektiği sonucuna da varılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından "18-ZRF-020" kodlu proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Akçay E, Tan M. 2018. Farklı tuz konsantrasyonlarında kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)'nın çimlenme özelliklerinin belirlenmesi. Alinteri Zirai Bil. Derg., 33 (1): 85-91.
- Akçay E, Tan M. 2019. Farklı tuzluluk seviyelerinin bazı kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) çeşitlerinde kök ve sürgün gelişmesine etkileri, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 50(3):292-298.

- Altuner F, Oral E, Kulaz H. 2019. The impact of different sowing-times of the quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and its varieties on the yield and yield components in Turkey-Mardin ecology condition, *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(4):10105-10117.
- Altuntaş E, Naneli İ. 2017. Beyaz ve siyah kinoa tohumlarının geometrik, hacimsel ve sürtünme özellikleri. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi (GBAD)*, 6(14): 1-8.
- Anonim, 2013. Ana tahıl: Kinoa, *Tübitak Bilim Teknik Dergisi*, Haziran 2013, 547:34-35.
- Bradford KJ. 2004. Seed Production and Quality, Seed Storage and Longevity, p: 76-84.
- Castelli n M, Matiacevich S, Buera P, Maldonado S. 2010. Protein deterioration and longevity of quinoa seeds during long-term storage, *Food Chemistry* 121: 952–958.
- Ceccato DV, Bertero HD, Batlla D. 2011. Environmental control of dormancy in quinoa (*Chenopodium quinoa*) seeds: two potential genetic resources for pre-harvest sprouting tolerance, *Seed Sci. Res.* 21:133–141.
- Çakmakçı S, Temel, S. 2019. Tohum tipi kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) hatlarının geliştirilmesi için seleksiyon çalışmaları, *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 5(2):335-345.
- Çaygaracı A, Kuşçu H. 2019. Farklı sulama suyu miktarı ve besin çözeltisi uygulamalarının kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) verim, bazı verim bileşenleri ve su kullanım etkinliği üzerine etkisi, *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 22(3): 370-380.
- Demir İ. 1994. Ambalaj ve standardının tohum depolamadaki önemi, *TSE Standard, Teknik ve Ekonomik Dergi*, Sayı:390, s:21-22.
- Desai BB, Kotecha PM, Salunke DK. 1997. *Seeds Handbook: Biology, Production, Processing and Storage*, Marcel Dekker New York.
- Dumanoğlu Z, Işık D, Geren H. 2016. Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)’da farklı tuz (NaCl) yoğunluklarının tane verimi ve bazı verim unsurlarına etkisi, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(2):153-159.
- Ekren S, Geren H, Dumanoğlu Z. 2017. A preliminary study on the grain yield and some agronomical performances of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) grown under different stress conditions, *International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies, (ICAFOF)*, 15-17 May 2017, Capadocia, Book of Abstract, p:206.
- FAO and CIRAD. 2015. *State of the Art Report of Quinoa in the World in 2013*, by D. Bazile, D. Bertero & C. Nieto, eds. Rome.
- Geren H. 2015. Effects of different nitrogen levels on the grain yield and some yield components of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) under Mediterranean climatic conditions, *Turkish Journal of Field Crops*, 20(1):59-64.
- Geren H, Dumanoğlu Z. 2015. Kinoa yetiştiriciliği, *Agromedy*, Tem-Agus., 3(17):74-76.
- Geren H, Kavut YT, Altınbaş M. 2015a. Bornova ekolojik koşullarında farklı sıra arası uzaklıkların kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)’da tane verimi ve bazı verim özellikleri üzerine etkisi, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52(1):69-78.
- Geren H, Geren H, Kavut YT. 2015b. Research results on quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) crop for arable lands under Mediterranean climatic conditions in Aegean Region, 26th International Scientific-Expert Conference of Agriculture and Food Industry, 27-30 September 2015, Works of the Faculty of Agriculture and Food Sciences, University of Sarajevo, 61(66/1):273-277.
- Geren H, Geren H. 2015. A preliminary study on the effect of different irrigation water levels on the grain yield and related characteristics of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), 26th International Scientific-Expert Conference of Agriculture and Food Industry, 27-30 September 2015, Works of the Faculty of Agriculture and Food Sciences, University of Sarajevo, 61(66/1):269-272.
- Geren H, Güre E. 2017. Farklı azot ve fosfor seviyelerinin kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)’da tane verimi ve bazı verim unsurlarına etkisi üzerinde bir ön araştırma, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(1):1-8.
- Geren H, Kavut YT, Demiroğlu Topçu G, Ekren S, İştıplıler D. 2014. Akdeniz iklimi koşullarında yetiştirilen kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)’da farklı ekim zamanlarının tane verimi ve bazı verim unsurlarına etkileri, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51(3):297-305.
- ISTA. 2016. *International rules for seed testing*, (www.seedtest.org)

- İlbi H, Geren H. 2005. Tohum Depolamanın Temel İlkeleri, Tohum Bilimi ve Teknolojisi (Cilt-I), İşsiz Ziraat Mühendislerinin Tohumculuk Sektörüne Kazandırılması Projesi, Reference No:TR.0205.01/002/01/17, ISBN 975-483-671-X, 975-483-672-8, s:381-425.
- Kır AE, Temel S. 2016. Iğdır ovası kuru koşullarında farklı kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) çeşit ve popülasyonlarının tohum verimi ile bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. Iğdır Üniv. Fen Bilimleri Enst. Derg., 4(6): 145-154.
- Kır AE, Temel S. 2017. Sulu koşullarda farklı kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) genotiplerinin tohum verimi ile bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. 7(1): 353-361.
- Koca YO, Özmen S, Küçük C, Öktem N, Özeroğlu A, Okur FB. 2017. Effects of different salt concentrations on quinoa seedling quality. International Journal of Secondary Metabolite, 4(3), 20-26.
- Koca YO, Benli K, Semerci S. 2018. Kinoa (*Chenopodium quinoa*) üretiminde suyun taneye ve tane lezzetine etkisi, International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies, (ICAFOF), 2-5 April 2018, Çeşme-Izmir, Book of Abstract, p:620.
- Koca YO. 2018. The repressive effect of salinity on some agronomical and leaf characteristics of quinoa plant during seedling period, International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies, (ICAFOF), 2-5 April 2018, Çeşme-Izmir, Book of Abstract, p:460.
- Macit F, Turhan K. 1981. Tohum Depolamanın Genel Esasları, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yay. No:406, İzmir
- Munir H, Basra SMA, Cheema MA, Wahid A. 2011. Phenotypic flexibility in exotic quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) germplasm for seedling vigor and viability, Pakistan J. Agri. Sci., 48(4):255-261.
- Naneli İ, Tanrikulu A, Dokuyucu T. 2017. Response of the quinoa genotypes to different locations by grain yield and yield components. International Journal of Agriculture Innovations and Research, 6(3): 447- 451.
- Önkür H, Keskin B. 2019. Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)'nın tohum verimi ve bazı bitkisel özellikleri üzerine sıra üzeri ve sıra arası mesafelerinin etkileri, KSÜ Tarım ve Doğa Derg. 22(Ek Sayı 1):52-60.
- Sezgin AC, Sanlier N. 2019. A new generation plant for the conventional cuisine: Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), Trends in Food Science & Technology 86:51–58.
- Singh D. 2019. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) A potential crop for future food, health security, livelihood generation and poverty eradication, Jodhpur, India, E-ISBN: 978-93-87991-67-5
- Souza FFDJ, Devilla IA, Souza RTGD, Teixeira IR, Spehar CR. 2016. Physiological quality of quinoa seeds submitted to different storage conditions, African J. of Agricultural Research, 11(15): 1299-1308.
- Strenske A, Vasconcelos ESD, Herzog NFM, Malavasi MDM. 2015. Quinoa seed germination of different storage periods, Scientia Agraria Paranaensis, 14: 286-290.
- Şehirli S. 1997. Tohumluk ve Teknolojisi, Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Bölümü, Tekirdağ.
- Tan M, Elkoca E, Temel S. 2015. Antik çağlardan günümüze kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), Türkiye 11. Tarla Bitkileri Kongresi, 7-10 Eylül 2015, Çanakkale, Cilt:2:326-329.
- Tan M, Temel S. 2017a. Erzurum ve Iğdır şartlarında yetiştirilen farklı kinoa genotiplerinin kuru madde verimi ve bazı özelliklerinin belirlenmesi. Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der., 7(4): 257-263.
- Tan M, Temel S. 2017b. Studies on the adaptation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to Eastern Anatolia Region of Turkey. Agrofor Int. J., 2: 33-39.
- Tan M, Temel S. 2018. Performance of some quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) genotypes grown in different climate conditions, Turk. J. Field Crops 23(2):180-186.
- Tan M, Temel S. 2019. Her Yönüyle Kinoa (Önemi, Kullanılması ve Yetiştiriciliği), İksad Publishing House, ISBN: 978-605-7875-88-4, Ankara, 177s.
- Tan M, Yöndem Z. 2013. İnsan ve hayvan beslenmesinde yeni bir bitki: kinoa (*Chenopodium quinoa* Wild.), Alınteri, 25(B) 62-66, ISSN:1307-3311.
- Tan M. 2020. Macro- and micromineral contents of different quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) varieties used as forage by cattle, Turk J Agric For. 44:46-53.
- Temel I, Keskin B. 2019a. Farklı sıra arası ve sıra üzeri mesafelerinin kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)'nın besin içeriğine etkisi, Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 5(1):110-116.

- Temel I, Keskin B. 2019b. Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)'nın ot verimi ve bazı verim unsurlarına farklı sıra üzeri ve sıra arası mesafelerin etkileri, Iğdır Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(1):522-532.
- Temel S, Şurgun N. 2019. Farklı dozlarda uygulanan azot ve fosforlu gübrelemenin kinoanın ot verimi ve kalitesine etkisi, Iğdır Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(3):1785-1796.
- Torres, ROC. 1987. A study of the long-term storage behaviour of *Chenopodium quinoa* Willd. Seeds, University of Birmingham, Department of Plant Biology, M.Sc. Thesis, 63p.
- Walters C, Ballesteros D, Vertucci VA. 2010. Structural mechanics of seed deterioration: Standing the test of time, Plant Science, 179: 565–573.
- Yazar A, Ince Kaya C. 2014. A new crop for salt affected and dry agricultural areas of Turkey: Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), Turkish J. of Agricultural and Natural Sciences Special Issue, 2:1440-1446.
- Yurtsever N. 1984. Deneysel İstatistik Metotlar, Toprak ve Gübre Araş. Enstitüsü Yayınları No: 121, Ankara.
- Zulkadir G, İdikut L, Çölkesen M. 2017. Kinoa'nın (*Chenopodium quinoa* Willd.) Kahramanmaraş koşullarında iki farklı ekim zamanının araştırılması, Türkiye 12. Tarla Bitkileri Kongresi, 12-15 Eylül 2017, Kahramanmaraş, Cilt:1:85.
- Zulkadir G, İdikut L, Çölkesen M. 2018. Investigation of quinoa plant performance in Kahramanmaraş conditions. I. International Agricultural Science Congress, 9-12 May 2018, Van.