



Beyaz ve Siyah Kinoa Tohumlarının Geometrik, Hacimsel ve Sürtünme Özellikleri

Ebubekir ALTUNTAŞ^{a,*} İsmail NANELİ^b

^a Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 60250, Tokat-Türkiye

^b Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 60250, Tokat-Türkiye

*: Sorumlu yazar, e-posta: ebubekir.altuntas@gop.edu.tr

ÖZET: Bu çalışmada, beyaz ve siyah kinoa genotiplerine ait tohumların geometrik, hacimsel ve sürtünme özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Beyaz kinoa tohumlarının geometrik özelliklerden geometrik ortalama çap değeri, küresellik ve yüzey alanı değerleri ise sırasıyla 1.41-1.79 mm, 72.8-89.2 %, 6.77-9.80 mm² aralığında bulunurken; hacimsel özellikleri içerisinde tek tane ağırlığı, tohum hacmi, yığın hacim ağırlığı gerçek hacim ağırlığı ve porozite değerleri sırasıyla 0.0014-0.0016 g, 1.45-2.90 cm³, 724-742 kg/m³, 9.91-11.87 g aralığında bulunmuştur. Siyah kinoa tohumlarının geometrik özellikler kapsamında geometrik ortalama çap, küresellik ve yüzey alanı değerleri ise sırasıyla 1.31-1.79 mm, 81.4-95.1 % ve 5.75-9.98 mm² aralığında bulunurken, hacimsel özellikleri içerisinde gerçek hacim ağırlığı, porozite, tohum hacmi, tek tane ağırlığı, yığın hacim ağırlığı sırasıyla 838-867 kg/m³, 14.0-15.5 %, 1.15-2.97 cm³, 0.0013-0.0015 g ve 704-733 kg/m³ aralığında bulunmuştur. Beyaz ve Siyah kinoa tohumlarının yığılma açıları sırasıyla 8.67-11.47° ve 6.44-10.25° aralığında bulunmuştur. Beyaz kinoa tohumlarının statik sürtünme katsayısı değerleri; galvanizli sac, sunta, kontrplak ve lastik sürtünme yüzeyleri için sırasıyla 0.34-0.43, 0.47-0.51, 0.43-0.49 ve 0.39-0.43 aralığında bulunurken; siyah kinoa tohumlarının statik sürtünme katsayısı değerleri ise galvanizli sac, sunta, kontrplak ve lastik sürtünme yüzeyleri için sırasıyla 0.37-0.41, 0.36-0.40, 0.40-0.44 ve 0.34-0.36 aralığında bulunmuştur. Sürtünme yüzeyleri arasında kontrplak sürtünme yüzeyi, her siyah ve beyaz kinoa tohumları için galvanizli sac sürtünme yüzeyi ise statik sürtünme katsayısı açısından en düşük değeri vermiştir.

Anahtar Kelimeler: Kinoa tohumları, geometrik, hacimsel, ve sürtünme özellikleri

Geometric, Gravimetric and Frictional Properties of White and Black Quinoa Seeds

ABSTRACT: The aim of this research is to determine the gravimetric, geometric and frictional properties of white and black quinoa genotypes seeds. The geometric properties such as the geometric mean diameter, sphericity and surface area values were found between 1.41 and 1.79 mm, 72.8 and 89.2 %, 6.77 and 9.80 mm², whereas, the gravimetric properties of white quinoa seeds such as unit seed mass, seed volume, bulk density, true density and the porosity were found between 0.0014 and 0.0016 g, 1.45 and 2.90 cm³, 724 and 742 kg/m³, 9.91 and 11.87 g, respectively. The geometric properties such as the geometric mean diameter, sphericity and surface area values were found between 1.31 and 1.79 mm, 81.4 and 95.1 %, 5.75 and 9.98 mm², whereas, the gravimetric properties of black quinoa seeds such as true density, porosity, seed volume, unit seed mass and the bulk density were found between 837.9 and 867.0 kg/m³, 14.00 and 15.48 %, 1.15 and 2.97 cm³, 0.0013 and 0.0015 g, 704 and 733 kg/m³; respectively. The angle of repose for white and black quinoa seeds were found between 8.67 and 11.47°, 6.44 and 10.25°, respectively. The static coefficient of

friction of white quinoa seeds on friction surfaces such as galvanized steel, chipboard, plywood and rubber surfaces were found between 0.34 and 0.43, 0.47 and 0.51, 0.43 and 0.49, 0.39 and 0.43; while the static coefficient of friction of black quinoa seeds on galvanized steel, chipboard, plywood and rubber friction surfaces were found between 0.37 and 0.41, 0.36 and 0.40, 0.40 and 0.44, 0.34 and 0.36, respectively. The minimum static friction coefficient for each quinoa genotypes seeds were found in galvanized metal.

Keywords: *Quinoa seeds, geometric, volumetric, frictional properties.*

1. Giriş

Kinoa (*Chenopodium quinoa* Wild.), kazayağıgiller veya ıspanakgiller familyasına ait olup, kökeni Ant dağlarına uzanan tek yıllık bir bitkidir. Son yıllarda dünya kinoa üretim miktarı incelendiğinde, Perunun bu üretim miktarı içerisinde en yüksek paya sahip olduğu görülmektedir (Anonim 2014).

Kinoa bitkisi, marjinal alanlarda dahi yetişmesinden dolayı, geniş bir adaptasyon yeteneğine sahiptir (Garcia, 2003; Vidueiros ve ark., 2015). Bununla birlikte protein, nişasta, temel (esansiyel) aminoasit içeriği, yağ ve mineraller bakımından da zengin bir bitkidir. Bu bitkinin protein içeriğinin %12-23 arasında değiştiği, nişasta miktarının ortalama % 60 olduğu ve yağ miktarının ise %2-10 arasında değiştiği DeBruin, 1964 ve Vega Galvez ve ark., (2010) tarafından bildirilmiştir.

Glutensiz alternatif ürünler bakımından kinoa bitkisi, çölyak hastaları için son derece önemlidir (Stikic ve ark., 2012). glutensiz unlar ile ilgili yürütülen bir araştırmada, kinoa unu kullanılan ekmeklerin diğer unlardan (pirinç, mısır v.b) yapılan ekmeklerden hacim ve tekstür bakımından daha iyi olduğu görülmüştür (Elgeti ve ark., 2014).

Kinoa tohumlarının (beyaz ve siyah) geometrik, hacimsel ve sürtünme özelliklerinin bilinmesi, ürünün ekimi, hasadı ve hasat sonrası işlemlerin yürütülmesinde ihtiyaç duyulan makinaların tasarımında ve üretilmesinde önem arz etmektedir. Geometrik özellikler: ürünün uzunluk, genişlik, kalınlık gibi temel boyutları, geometrik ortalama çapı, aritmetik ortalama çapı, yüzey alanı, izdüşüm alanı parametreleridir. Hacimsel özellikler: Ürünün bin tane kütlesi, gözenekliliği, hacim ağırlığı, tane yoğunluğu parametreleridir. Sürtünme özellikleri ise; ürünün yığılma açısı, statik ve dinamik sürtünme katsayısı parametreleridir.

Son yıllarda tarımsal ürünlerin fiziksel özelliklerinin belirlenmesi üzerine çok sayıda araştırma (Pamuk (Özarlan, 2002), kenevir (Saçılık ve ark. 2003), mercimek (Amin ve ark. 2004), susam (Tunde-Akindunte ve Akindunte, 2004), çemen (Altuntaş ve ark. 2005), burçak, mürdümük, korunga (Altuntas ve Karadag, 2006), keten (Coskuner ve Karababa, 2007), adaçayı tohumu (Ixtaina ve ark. 2008; Bayram ve ark. 2016), madımak tohumu (Önen ve ark. 2014), acı kavun tohumu (Gölükçü ve ark. 2014) ve quinoa tohumu (Vilche ve ark. 2003)) yürütülmüştür.

Kinoa bitkisinin geometrik, hacimsel ve sürtünme özelliklerinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmada kullanılan tohumların Peru orijinli olmasının yanı sıra yapılan bir çalışmada (Vilche ve ark. 2003) *Chenopodium quinoa* Wild. (beyaz kinoa) tohumlarının Arjantin orijinli olduğu görülmüştür. Yapılan bu çalışmada, beyaz tohumlar Peru orijinli olup diğer çalışmadan (Vilche ve ark. 2003) farklılık göstermektedir. Ayrıca siyah kinoa tohumları ise, Kolombiya orijinli olup bu konuyla ilgili herhangi bir literatüre rastlanmamıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırmada kullanılan deneme materyallerinden beyaz kinoa (*Chenopodium quinoa* Wild. (white)) tohumları Tarla Bitkileri Araştırma Enstitüsünden (Ankara) elde edilirken, siyah kinoa (*Chenopodium quinoa* (black)) tohumları Demak Ltd. Şti. den (İstanbul) sağlanmıştır. Beyaz ve siyah kinoa tohumları, sırasıyla Peru ve Kolombiya orijinlidir. Deneylere başlanmadan önce, tohumlar içerisindeki kırık ve cılız taneler ile yabancı maddeler ayıklanmış, yığından uzaklaştırılmıştır.

Kinoa tohumlarının nem içeriğini belirlemek için, örnekler 105°C sıcaklıkta 24 saat süreyle etüvde kurutulmuş ve sonuçlar kuru baza göre hesaplanmıştır (Suthar ve Das 1996). Söz konusu bu bitkinin temel boyutlarını belirlemek için ise, rastgele seçilen 100 adet örneğin uzunluk (a, mm), genişlik (b, mm), kalınlıkları (c, mm) 0.01 mm hassasiyetindeki dijital mikrometre ile ölçülmüştür. Geometrik ortalama çap (*G.O.Ç*), küresellik (*Kr*) ve yüzey alanı (*Y.A*) parametreleri de aşağıdaki eşitliklere göre hesaplanmıştır (Mohsenin 1986).

$$G.O.Ç = (abc)^{1/3}$$

$$Kr = \left[\frac{(abc)^{1/3}}{a} \right] \times 100$$

$$Y.A = \pi(G.O.Ç)^2$$

Tek tane kütlesi 0.001 g hassasiyetli elektronik terazide tartılarak belirlenmiştir. Yığın hacim ağırlığının (*Y.H.A*) hesaplanmasında standart 1 litrelik hektolitre kabı kullanılmış, bununla birlikte tane yoğunluğu (*T.Y*) ve tohum hacmi için ise sıvı yer değiştirme metodu uygulanmıştır. Sıvı yer değiştirme metodu için sıvı olarak tolüen kullanılmıştır (Olajide ve Ade-Omowaye 1999). Hacimsel özelliklerden biri olan gözeneklilik parametresi ise aşağıda verilen eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Desphande ve ark. 1993; Suthar ve Das 1996).

$$P_r = \left[\frac{G.H.A - Y.H.A}{Y.H.A} \right] \times 100$$

Pr: Porozite (%)

Y.H.A: Yığın hacim ağırlığı (kg/m³)

T.Y: Tane yoğunluğu (kg/m³)

Kinoa bitkisi tohumlarının yığılma açılarını belirlemek için çapı 300 mm, yüksekliği 500 mm olan iki ucu açık bir silindir kullanılmıştır. Söz konusu bu silindirin, çapı bilinen bir yüzeye dik konumda yerleştirilmesinden sonra tohumlar silindir içerisine düzgün bir şekilde dökülmüştür. Bu işlemi takiben, içerisi tohumla dolu olan bu silindir yavaş ve düzgün bir şekilde kaldırılmış, silindirden boşalan yığın ise çapı bilinen yüzey üzerinde bir koni şeklini almıştır. Yığının yüksekliği 0.01 mm hassasiyetine sahip dijital kumpasla ölçülmüş, yığılma açısı; yığın yüksekliği ve koni çapı ölçümünden belirlenmiştir (Kaleemullah ve Gunasekar 2002).

Statik sürtünme katsayısının belirlenmesinde, açısı ayarlanabilir bir plakalı düzenek, sürtünme yüzeyleri olarak da galvanize metal, laminant, lastik ve kontrplak malzemeler kullanılmıştır. Sürtünme yüzeyi, açısı ayarlanabilir bu plaka üzerine yerleştirilmiş,

sürtünme yüzeyinin üzerine de ölçüleri belirli ve iki tarafı açık olan bir kutu konumlandırılmıştır. Tohum, kutunun içerisine belirli bir yükseklikten yavaş ve düzgün bir şekilde dökülmüştür. Daha sonra plakanın eğimi, ürün sürtünme yüzeyi üzerinde kaymaya başlayıncaya kadar artırılmış ve bu anda plakanın açısı sabitlenmiştir. Plakanın yatayla yaptığı açının tanjantı alınarak statik sürtünme katsayısı belirlenmiş olup, deneyler 3 tekrarlı olarak yapılmıştır (Suthar ve Das 1996).

3. Bulgular ve Tartışma

Araştırmada materyal olarak kullanılan beyaz ve siyah kinoa tohumlarının mevcut nem içerikleri sırasıyla % 12.69 k.b. ve % 11.67 k.b. olarak belirlenmiştir. Kinoa tohumlarının geometrik, hacimsel ve sürtünme özellikleri ile ilgili sonuçlar Çizelge 1, 2, 3 ve 4'te sunulmuştur.

Çizelge 1. Kinoa tohumlarının geometrik özellikleri
Table 1. The geometric properties of quinoa seeds

Geometrik özellikler	Beyaz				Siyah			
	Ort.	Min.	Mak.	S.S	Ort.	Min.	Mak.	S.S
Uzunluk, (a, mm)	2.085 a**	1.83	2.26	0.122	1.649 b	1.48	1.78	0.105
Genişlik, (b, mm)	1.911 a**	1.11	2.09	0.192	1.720 b	1.46	1.89	0.121
Kalınlık, (c, mm)	1.197 a**	1.12	1.29	0.041	1.094 b	0.90	1.27	0.198
Geometrik ortalama çap, (G.O.Ç., mm)	1.680 a**	1.41	1.79	0.070	1.453 b	1.31	1.79	0.997
Küresellik, (Kr, %)	80.781 b	72.84	89.19	4.671	88.289 a**	81.37	95.05	5.570
Yüzey alanı (Y.A, mm ²)	8.876 a**	6.77	9.80	0.711	6.664 b	5.75	9.98	0.960

** : %1 düzeyinde önemli, S.S: Standart sapma

Çizelge 2. Kinoa tohumlarının hacimsel özellikleri
Table 2. The gravimetric properties of quinoa seeds

Hacimsel özellikler	Beyaz				Siyah			
	Ort.	Min.	Mak.	S.S	Ort.	Min.	Mak.	S.S
Tek tane kütlesi (g)	0.0015 a**	0.0014	0.0016	4.69 e ⁻¹	0.0014 b	0.0013	0.0015	3.24 e ⁻¹
Yığın hacim ağırlığı (Y.H.A., kg/m ³)	733.72 a**	724.4	741.6	4.695	717.68 b	704.4	732.8	7.872
Tane yoğunluğu (T.Y., kg/m ³)	828.3 b	817.4	841.5	12.218	849.4 a**	837.9	867.0	15.474
Gözeneklilik (G, %)	10.862 b	9.91	11.87	9.83 e ⁻¹	14.499 a**	14.00	15.48	8.45 e ⁻¹
Tohum hacmi (V, cm ³)	2.493 a**	1.45	2.90	0.289	1.630 b	1.15	2.97	0.371

** : %1 düzeyinde önemli, S.S: Standart sapma

Çizelge 1'den görüldüğü gibi, beyaz ve siyah kinoa tohumlarının uzunluk, genişlik ve kalınlık ölçüleri sırasıyla ortalama 2.09 mm, 1.91 mm, 1.20 mm ve 1.65 mm, 1.72 mm, 1.09 mm olarak elde edilmiştir. Beyaz kinoa bitkisinin geometrik özelliklerinden geometrik ortalama çap, küresellik ve yüzey alanı değerleri ise sırasıyla; 1.41-1.79 mm, 72.84-89.19 % ve 6.77, 9.80 mm² olarak bulunurken, bu değerler siyah kinoa bitkisi için sırasıyla; 1.31-1.79 mm, 81.37-95.05 % ve 5.75-9.98 mm² olmuştur. Beyaz kinoa bitkisinin geometrik ortalama çap ve yüzey alanı değerleri, siyah kinoa bitkisine nazaran daha yüksek değerlerde olurken, küresellik değerleri daha düşük seviyede olmuştur. Siyah kinoa bitkisinin küresellik değeri neredeyse küre şekline benzediği elde edilen sonuçlardan görülmektedir. Beyaz ve Siyah kinoa tohumlarının geometrik özellikler açısından birbirlerinden istatistiki açıdan farklı olduğu sonucuna ulaşılmıştır (p<0.01).

Tunde-Akintunde ve Akintunde (2004), % 3.4 y.b nem içeriğine sahip susam tohumlarının uzunluk, genişlik ve kalınlık değerlerini sırasıyla; 2.80, 1.69 ve 0.82 mm olarak, geometrik ortalama çap ve yüzey alanı değerlerini ise; 1.56 mm ve 7.80 mm² olarak belirlemişlerdir Tunde-Akintunde ve Akintunde (2004)'ün saptadığı sonuçlara istinaden, beyaz ve siyah kinoa tohumlarının geometrik özellikleri susam tohumunun geometrik özellikleri ile yakın seviyelerde seyrettiği söylenebilir. Yine farklı bir araştırmada Singh ve ark (2013), keten tohumlarının uzunluk, genişlik ve kalınlık değerlerinin sırasıyla; 4.59-5.73 mm, 2.30-2.93 mm, 0.85-1.06 mm aralığında olduğunu, bununla birlikte geometrik ortalama çap, küresellik ve yüzey alanı değerlerinin ise; 3.12-5.60 mm, 43.58-47.58 % ve 8.26-15.12 mm² aralığında değiştiğini belirtmişlerdir. Zikredilen bu sonuçlarla bizim bulgularımız kıyaslandığında, keten tohumlarının küresellik değerlerinin kinoa tohumlarınınkinden oldukça düşük seviyede olduğu, öte yandan uzunluk, genişlik, geometrik ortalama çap ve yüzey alanı değerlerinin ise kinoa tohumlarından daha yüksek seviyelerde olduğu görülmektedir.

Çizelge 2 incelendiğinde, beyaz kinoa tohumlarının tek tane kütlesi ortalama 0.0015 g bulunurken, tohum hacmi ortalama 2.49 cm³ bulunmuştur. Söz konusu bu değerler siyah kinoa tohumları için sırasıyla 0.0014 g ve 1.63 cm³ olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre, beyaz kinoa tohumlarının siyah kinoa tohumlarına göre tek tane kütle ve tohum hacmi değerlerinin daha yüksek olduğunu söyleyebiliriz. Bununla birlikte beyaz ve siyah kinoa tohumlarının yığın hacim ağırlıkları ve tane yoğunlukları ortalama olarak sırasıyla 733.7 kg/m³, 717.7 kg/m³ ve 828.3 kg/m³, 849.4 kg/m³ olarak gözlenmiştir. Beyaz kinoa bitkisinin yığın hacim ağırlığı siyah kinoa bitkisine göre daha yüksek olurken, tane yoğunluğu daha düşük değerlerde olduğu görülmektedir.

Beyaz ve siyah kinoa tohumlarının gözeneklilik değerleri sırasıyla % 10.86 ve % 14.50 olarak saptanmıştır. Bu sonuçlardan hem beyaz hemde siyah kinoa tohumlarının çok düşük gözeneklilik değerlerine sahip olduğu, siyah kinoa tohumlarının gözeneklilik değerlerinin beyaz kinoa tohumlarına göre nisbeten yüksek değerlerde seyrettiği gözlenmiştir. Öte yandan beyaz ve siyah kinoa tohumları hacimsel özellikler açısından istatistiksel bakımdan birbirlerinden farklı olduğu sonucuna ulaşılmıştır (p<0.01). Coşkuner ve Karababa (2007) kişniş tohumu için yığın hacim ağırlığı, yoğunluğu ve gözeneklilik değerlerini sırasıyla 234-220 kg/m³, 332-349 kg/m³ ve 33.0-35.8 % aralığında belirlemişlerdir. Ayrıca Singh ve ark. (2015) nigella (çörek) otu tohumunun yığın hacim, tane yoğunluğu ve gözeneklilik değerlerini sırasıyla 482.3-552.5 kg/m³, 1054.3-1113.4 kg/m³ ile 50.4-54.83 % aralığında bulmuşlardır.

Kinoa tohumlarının farklı sürtünme yüzeylerine göre statik sürtünme katsayısı değerleri değişimi Çizelge 3’de verilmiştir. Lastik, kontrplak, sunta ve galvanizli sac sürtünme yüzeylerinde, statik sürtünme katsayısı değerleri beyaz kinoa tohumları için sırasıyla, 0.41, 0.45, 0.49 ve 0.36 olarak elde edilirken, bu değerler siyah kinoa tohumları için sırasıyla 0.39, 0.39, 0.42 ve 0.35 olarak bulunmuştur. Beyaz kinoa tohumlarının statik sürtünme katsayısı değerleri test edilen bütün sürtünme yüzeyleri için daha yüksek seviyede olduğu görülmektedir. Ayrıca, galvanizli sac sürtünme yüzeyi her iki kinoa bitkisi için en düşük seviyede statik sürtünme katsayısı değeri vermiştir. Böyle bir eğilimin elde edilmesi şu öngörü ile açıklanabilir: Galvanizli sac yüzey daha parlak ve kaygan düz bir yüzeye sahiptir. Ayrıca beyaz ve siyah kinoa bitkilerinin statik sürtünme katsayıları bakımından istatistiksel olarak birbirlerinden farklı olduğu sonucuna da ulaşılmıştır ($p<0.01$). Diğer sürtünme yüzeyleri ile kıyaslandığında, galvanizli sac sürtünme yüzeyi için elde edilen bu eğilim, daha önce yürütülen farklı çalışmalar tarafından desteklenmektedir (Baryeh (2002) darı, Tunde-Akintunde ve Akintunde (2004) susam, (Altuntas ve ark. 2005) çemen tohumu, (Singh ve ark. 2013) keten tohumu ve (Önen ve ark. 2014) madımak tohumu).

Beyaz ve siyah kinoa tohumlarının yığılma açılarının değişimi Çizelge 4’te verilmiştir. Elde edilen bulgulardan, beyaz ve siyah kinoa tohumlarının yığılma açıları sırasıyla; $8.67-11.47^\circ$ ve $6.44-10.25^\circ$ arasında değişmiştir. Beyaz kinoa bitkisinin yığılma açısı siyah kinoa bitkisinin yığılma açısından daha yüksek seviyede bulunmuştur. Önen ve ark. (2014) ve Altuntas ve ark. (2005) sırasıyla madımak ve çemen tohumlarının yığılma açılarına ait değerlerini $18.35-25.20^\circ$ (madımak) ile $14.34-16.88^\circ$ (çemen) aralığında bulmuşlardır. Anılan bu bitkilerin tohumlarına ait yığılma açısı değerleri kinoa bitkisinin tohumlarına nazaran daha yüksek seviyede olduğu görülmektedir. Ayrıca beyaz ve siyah kinoa tohumlarının yığılma açılarına ait değerler istatistiki açıdan birbirlerinden farklı oldukları görülmüştür ($p<0.01$).

Çizelge 3. Beyaz ve siyah kinoa tohumlarının statik sürtünme katsayısı değerleri
Table 3. Static friction coefficients of the white and black quinoa seeds

Sürtünme Özellikleri	Beyaz				Siyah			
	Ort.	Min.	Mak.	S.S	Ort.	Min.	Mak.	S.S
Lastik	0.406 a**	0.388	0.431	0.0136	0.389 b	0.373	0.408	0.0116
Kontrplak	0.447 a**	0.427	0.492	0.0227	0.385 b	0.362	0.396	0.0162
Sunta	0.488 a**	0.469	0.512	0.0150	0.422 b	0.404	0.435	0.0094
Galvaniz	0.360 a**	0.338	0.427	0.0277	0.346 b	0.335	0.358	0.0073

** : %1 düzeyinde önemli, S.S: Standart sapma

Çizelge 4. Beyaz ve siyah kinoa tohumlarının yığılma açısı değerleri
Table 4. Angle of repose of the white and black quinoa seeds

Kinoa genotipi	Yığılma açısı (Ya, °)			
	Ort.	Min.	Mak.	S.S
Beyaz	10.390 a**	8.67	11.42	0.728
Siyah	8.169 b	6.44	10.25	0.670

** : %1 düzeyinde önemli, S.S: Standart sapma

4. Sonuç

-Siyah kinoa tohumlarının geometrik özellikleri açısından geometrik ortalama çap 1.453 mm, yüzey alanı 6.664 mm² iken beyaz kinoa tohumlarının ise; geometrik ortalama çap 1.680 mm ve yüzey alanı 8.876 mm² olduğu görülmüştür. Küresellik değerleri ise; siyah kinoa % 88.289 ile beyaz kinoa'dan yüksek olduğu belirlenmiştir.

-Siyah kinoa tohumlarının; tek tane ağırlığı, tohum hacmi ve yığın hacim ağırlıkları sırasıyla: 0.0014 g, 1.630 cm³, 717.68 kg/m³ değerlerindeki beyaz kinoa tohumlarının tek tane ağırlığı 0.0015 g, tohum hacmi 2.493 cm³, yığın hacim ağırlıkları 733.72 kg/m³ bulunmuştur. Tane yoğunluğu ve gözeneklilik parametrelerinde ise; beyaz kinoa tohumları 828.3 kg/m³, % 10.862 iken siyah kinoa tohumlarında; 849.4 kg/m³, % 14.499 değerler bulunmuştur.

-Siyah kinoa tohumlarının farklı yüzeylerinin (lastik, kontrplak, sunta, galvanizli sac) her biri için sürtünme katsayısı değerleri ile yığılma açısı değerlerinin beyaz kinoa tohumlarına göre daha düşük değerde olduğu gözlenmiştir. Siyah ve beyaz kinoa tohumları için statik sürtünme katsayısı değerleri ortalamalarının galvanizli sac düzeyinde sırasıyla: 0.346-0.360 ile en düşük değerde olduğu belirlenmiştir.

Kaynaklar

- Altuntas, E., Ozgoz, E., Taser, O.F., 2005. Some Physical Properties of Fenugreek (*Trigonella foenum-graceum* L.) Seeds. *Journal of Food Engineering*, 71, S: 37-43.
- Altuntas, E., Karadag, Y., 2006. Some Physical and Mechanical Properties of Sainfoin (*Onobrychis sativa* Lam.), Grasspea (*Lathyrus sativus* L.) and Bitter Vetch (*Vicia ervilia* (L.) Willd.) seeds. *Journal of Applied Sciences*. 6(6): 1373-1379.
- Anonim, 2014. <http://www.fao.org>. (21.5.2016).
- Baryeh, E.A., 2002. Physical Properties of Millet. *Journal of Food Engineering*, 51, S: 39-46.
- Bayram, M., Yilar, M., Özgöz, E., Kadioğlu, İ., 2016. Ada Çayı (*Salvia virgata* Jacq.) Tohumlarının Bazı Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, TARGİD Özel Sayı, 325-331.
- Coskuner, Y., Karababa, E., 2007. Some Physical Properties of Flaxseed (*Linum usitatissimum* L.). *Journal of Food Engineering*, 78, 1067-1073.
- Çarman, K., 1996. Some Physical Properties of Lentil Grains. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 63, S: 87-92.
- DeBruin, A., 1964. Investigation Of The Food Value of Kinoa and Canihua Seed, *J. Food Sci.* 29:872-876.
- Deshpande, S.D, Bal, S., Ojha, T.P., 1993. Physical Properties of Soybean Grains. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 56, S: 89-92.
- Elgeti, D., Nordlohne, S.D., Föste, M., Besl, M., Linden, M.H., Heinz, V., Jekle, M., Becker, T., 2014. Volume and Texture Improvement of Gluten-Free Bread Using Kinoa White Flour. *J. Cereal Sci.*, 59: 41-47.
- Garcia, M., 2003. Agroclimatic Study and Drought Resistance Analysis of Kinoa For An Irrigation Strategy In The Bolivian Altiplano. *Dissertationes de Agricultura* 556, Faculty of Applied Biological Sciences, K.U. Leuven, Belgium.

- Geren, H., Kavut, Y.T., Topçu, G., Ekren, S., İştıplıler, D., 2014. Akdeniz İklim Koşullarında Yetiştirilen Kinoa (*Chenopodium kinoa* Wild.)’da Farklı Ekim Zamanlarının Tane Verimi ve Bazı Verim Unsurlarına Etkileri. Ege Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi. 51(3): 297-305, İzmir.
- Gölükcü, M., Toker, R., Ayas, F., Çınar, N., 2014. Some Physical and Chemical Properties of Bitter Melon (*Momordica charantia* L.) Seed and Fatty Acid Composition of Seed Oil. Derim , 31 (1): 17 – 24.
- Gupta, R.K., Das, S.K., 1997. Physical Properties of Sunflower Grains. Journal of Agricultural Engineering Research, 66, S:1-8.
- Ixtaina, V.Y., Nolasco, S.M., Tomás, M.C., 2008. Physical Properties of Chia (*Salvia Hispanica* L.) Seeds. Industrial Crops and Products, 28(3): 286–293.
- Kaleemullah, S., Gunasekar, J.J., 2002. Moisture-Dependent Physical Properties of Arecanut Trues. Biosystem Engineering, 82: 331-338.
- Mohsenin, N.N., 1986. *Physical Properties Of Plant and Animal Materials*. Gordon and Breach Science Publishers, New York.
- Ogut, H., 1998. Some Physical Properties of White Lupin. Journal of Agricultural Engineering Research, 69, S:273-277.
- Olajide, J.D., Ade-Omowaye, B.I.O., 1999. Some Physical Properties of Locust Bean Seed. Journal of Agricultural Engineering Research, 74, 213-215.
- Önen, H., Altuntaş, E., Özgöz, E., Bayram, M., Özcan, S., 2014. Moisture Effect on Physical Properties Of Knotweed (*Polygonum cognatum* Meissn.) Seeds. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG), (2014) 31 (2), 15-22.
- Özarslan, C., 2002. Some Physical Properties of Cotton Seed. Biosystems Engineering, 83, S: 169-174.
- Singh, R.K., Vishwakarma RK, Vishal MK, Singh SK, Saharan V.K., 2015. Moisture Dependent Physical Properties of Nigella Seeds. African Journal of Agricultural Research, 10 (2), 58-66.
- Suthar, S.H., Das, S.K., 1996. Some Physical Properties of Karingda [*Citrus lanatus* (thumb) mansf] Grains. Journal of Agricultural Engineering Research, 65, S: 15-22.
- Stikic, R., Glamoclija, D., Demin, M., Vucelic-Radovic, B., Jovanovic, Z., Milojkovic-Opsenica, D., Jacobsen, S.E., Milovanovic, M., 2012. Agronomical and Nutritional Evaluation of Kinoa Seeds (*Chenopodium kinoa* Willd.) As an Ingredient In Bread Formulations. *J. Cereal Sci.*, 55: 132-138.
- Tunde-Akindute, T.Y., Akindute, B.O., 2004. Some Physical Properties of Sesame Seed. Biosystems Engineering, 88, 127-129.
- Vega-Galvez, A., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Puente, L., Martinez, E.A., 2010. Nutrition Facts and Functional Potential of Kinoa (*Chenopodium kinoa* Wild.), An Ancient Andean Grain: A Review. *J Sci Food Agric* 90: 2541-2547.
- Vidueiros, S.M., Curti, R.N., Dyer, L.M., Binaghi, M.J., Peterson, G., Bertero, H.D., 2015. Diversity And Interrelationships In Nutritional Traits In Cultivated Kinoa (*Chenopodium kinoa* Willd.) From Northwest Argentina. *Journal of Cereal Science*, 62: 87-93.
- Vilche, C., Gely, M., Santalla, E., 2003. Physical Properties of Quinoa Seeds. *Biosystems Engineering* (2003) 86 (1), 59–65.