



Aspir Tohumunun Farklı Çeşit ve Nemlerde Bazı Fiziko-Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi
Determination of Some Physico-Mechanical Properties of Safflower Seed at Different Varieties and
Moisture Content

Akif Köktaş¹ , Metin Güner² 

Geliş Tarihi (Received): 18.09.2023

Kabul Tarihi (Accepted): 14.11.2023

Yayın Tarihi (Published): 20.12.2023

Öz: Tarım ürünlerinin temizleme, sınıflandırma, hasat, harman, ürün işleme, ekim, dikim, iletim, taşıma ve depolama aşamalarında, sistem tasarımı ve makina imalatı çalışmalarında fiziko-mekanik özelliklerinin bilinmesi gereklidir. Bu çalışmada aspir çeşitlerine ait tohumların farklı nemlerde fiziko-mekanik özelliklerinin değişimleri incelenmiştir. Aspir tohumu çeşitlerinin %1, %5 ve %10 nemlerdeki bin tane ağırlığı, hacim ağırlığı, özgül kütle, porozite ve kritik hız belirlenmiştir. Araştırmada; Asol, Olas, Shifa, Dinçer, Balcı, Remzibey, Göktürk, Hasankendi ve Linas çeşidi ile Hat 8 hattına ait tohumlar kullanılmıştır. Çeşit*nem oranı intraksiyonu yönünden hacim ağırlığı, porozite ve kritik hız, nem yönünden ise bin tane ağırlığı, özgül kütle, hacim ağırlığı ve kritik hız %10 ve porozite ise %1 nem oranında önemli bulunmuştur. Kritik hız ve çeşit yönünden Hasankendi %10, Olas %5 ile %10 nem oranında ve Remzibey %5 nem oranında istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Nem oranı artışına bağlı olarak bin dane ağırlığında, özgül kütle ve porozitede tüm çeşitlerde doğru orantılı olarak artış gözlemlenmiştir. Yine nem artışına bağlı olarak hacim ağırlığında Hat 8 ve Linas dışında tüm çeşitlerde ters orantılı olarak azalma gözlemlenmiştir. Ayrıca tüm çeşitlerde nem oranı arttıkça kritik hız artmıştır. Ancak Olas ve Remzibey çeşidinde %10 nem oranında çok az da olsa kritik hızda bir azalma görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Aspir, aspir tohumu, fiziko-mekanik özellikler

&

Abstract: It is necessary to know the physico-mechanical properties of agricultural products in cleaning, classification, harvesting, threshing, product processing, sowing, planting, transmission, transportation and storage stages, system design and machine manufacturing studies. In this study, the changes in the physico-mechanical properties of the seeds of Safflower varieties at different humidities were examined. Thousand grain weight, volume weight, specific mass, porosity and critical speed of safflower seed at 1%, 5% and 10% moisture were determined. In the research; Seeds of Asol, Olas, Shifa, Dinçer, Balcı, Remzibey, Göktürk, Hasankendi and Linas varieties and Line 8 line were used. In terms of variety*moisture ratio extraction, volume weight, porosity and critical speed were found to be important, and in terms of moisture, thousand grain weight, specific mass, volume weight and critical speed were found to be important at 10% moisture content and porosity at 1% moisture rate. In terms of critical speed and variety, Hasankendi was found to be statistically significant at 10% humidity, Olas at 5% to 10% humidity, and Remzibey at 5% humidity at 1% level. Depending on the increase in moisture content, a direct proportional increase in thousand grain weight, specific mass and porosity was observed in all varieties. Again, due to the increase in humidity, a decrease in volume weight was observed inversely in all varieties except Line 8 and Linas. Additionally, as the moisture content increased in all varieties, the critical speed increased. However, a slight decrease in critical speed was observed in Olas and Linas varieties at 10% humidity.

Keywords: Safflower, safflower seed, physico-mechanical properties

Atıf/Cite as: Köktaş, A. & Güner, M. (2023). Aspir tohumunun farklı çeşit ve nemlerde bazı fiziko-mekanik özelliklerinin belirlenmesi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 9(3), 370-378. doi: 10.24180/ijaws.1362151.

İntihal-Plagiarism / Etik-Ethic: Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism - free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

¹ Akif Köktaş, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Bölümü, akifkoktas@yahoo.com.tr (Sorumlu Yazar / Corresponding author)

² Prof. Dr. Metin Güner, Ankara Üniversitesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, mguner@ankara.edu.tr

GİRİŞ

Aspir (*Carthamus tinctorius* L.); Boyacı safranı, Amerikan safranı veya yalancı safran olarak da adlandırılmaktadır. Beyaz sarı, krem, kırmızı, turuncu renkli çiçeklere sahip, geniş yapraklı, dikenli ve dikensiz formları bulunan tek yıllık bir bitkidir. Kurağa dayanıklı ve yağ oranı ortalama %30-50 arasında değişen bir yağ bitkisidir. Aspir bitkisinin anavatanı Arabistan yarımadası olup, ABD, Hindistan, Meksika, İran, Kazakistan, Etiyopya, Kırgızistan, Avustralya ve Türkiye gibi ülkelerde üretimi yapılmaktadır (Altıkat, 2019; Babaoğlu, 2017).

Aspir; boya, gıda, yem ve ilaç sanayisinde kullanılmakla birlikte aspir tohumundan sofralık yağ, çiçeklerinden ise doğal boya elde edilmektedir. Kurak şartlarda yetiştirilebilmesi, makinalı tarıma uygun olması, önemli bir hastalık ve zararlısının olmaması kuru alanlarda tarımı yapılabilmesi önemli bir avantaj sağlamaktadır (İlkdoğan, 2012). Giyim, gıda, sağlık ve kozmetik sektöründe kullanılan boyaların sağlığımız açısından olumsuz yanları anlaşıldıkça, aspir çiçeklerinden elde edilen doğal boyaların önemli hale gelecektir. Meyve sularında, şekerlerde, ilaçlarda ve diğer gıdalarda sentetik boyaların kullanımı azalacaktır (Babaoğlu, 2017).

Tarımda ürünlerin boyutlarının biliniyor olması, ürünün temizlenmesi, sınıflandırılması, depolanması gibi birçok alandaki sorunların ele alınmasında yol gösterici olacaktır. Tohum biyolojik malzeme olarak değerlendirildiğinde, ürün işleme teknolojilerinin tasarım ve sistemlerinde kullanabilmek için tohumun fiziko-mekanik özellikleri tespit edilmiştir (Özlu ve Güner, 2016). Biyolojik malzemenin depolanmasının yanı sıra ambalajlanmasında da materyalin hacim ve boyut özellikleri ile bazı kimyasal özelliklerinin bilinmesi ürünün raf ve depo ömürlerini belirlemektedir. Silolarda depolanan materyalin nemi, porozitesi, hacim ağırlığı ve yığılma açıları ile depo duvarlarında kullanılan malzemenin ve eğim açısının belirlenmesinde dikkate alınmaktadır (Altuntaş ve Yıldız, 2007).

Aspir veriminin yüksek olması ekim başarısıyla doğru orantılıdır. Tohum hazırlamada ve ekimde fiziko-mekanik özelliklere göre tasarımı yapılmış veya ayarlanmış mekanizmalar ile çalışma, tohum kullanımında israfı engelleyecektir. Ekim makinasının ekici düzeneğindeki tohumun akışı, sıra üzerine düzgün dağılımı ve sıra arası düzgünlüğü sağlayacak ve bitki yaşam alanı verimliliğini arttıracaktır. Ekim makinalarında amaca göre farklı ekim yöntemleri için tasarımlar yapılmaktadır. Bundan dolayı farklı ekim yöntemleri için tohumların fiziko-mekanik özellikleri, birim alandaki bitki sayısı, tohum miktarı, ekim derinliği, sıra aralığı gibi değişkenlerinin bilinmesi faydalı olacaktır (Ertuğrul, 2022).

Bu çalışmanın amacı, aspir tohumu çeşitlerinde farklı nemlerde; bin tane ağırlığı, özgül kütle, hacim ağırlığı, porozite ve kritik hız gibi bazı fiziko-mekanik özellikler arasındaki ilişkileri araştırmaktır.

MATERYAL VE METOT

Bu araştırma aspir tohumunun %10, %5 ve %1 nemlerdeki bin tane ağırlığı, özgül kütle, hacim ağırlığı, porozite ve kritik hız gibi bazı fiziko-mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Araştırmada, Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne ait Gölbaşı İkizce Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde kurulan denemede elde edilen Asol, Olas, Shifa, Dinçer, Balcı, Remzibey, Göktürk, Hasankendi ve Linas çeşidi ile çeşit adayı Hat 8 aspir bitkisi tohumları kullanılmıştır. Elde edilen tohumlar kontrollü koşullarda 3 farklı nem oranı ayarlamak suretiyle yapılan gözlemler Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü ile Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yağlı Tohumlu Bitkiler Islahı Birimi laboratuvarlarında yapılmıştır. Çalışmada kurutma fırını, kritik hız ölçüm tesisi, dijital elektronik tartı cihazı, dijital anemometre ve dereceli kaplar kullanılmıştır.

Aspir tohumlarının %0 nemi kurutma fırınında tekrarlı kurutma yapılarak sağlanmıştır. Hasat sonrası tohumların nemi %5 olarak tespit edilmiş ve %10 nem seviyesine getirilmesi için nemlendirme yapılmıştır. Aspir tohumlarının nemlendirilmesi için tohumlara eklenmesi gereken su miktarları eşitlik (1) kullanılarak hesaplanmıştır (Özlu, 2019).

$$Q = W \times [(N_f \times N_i)/(100 - N_f)] \quad (1)$$

Q: Nemlendirmek için gerekli su miktarı (g). W: Materyalin başlangıç kütlesi (g). N_f: Son nem içeriği (%). N_i: Başlangıç nem içeriği (%)

Tohumlara gerekli su miktarı eklendikten sonra tohumlar buzdolabında +4 °C sıcaklıkta 2 hafta boyunca saklanmış ve bu süreçte hergün üç defa karıştırılmıştır. İki hafta sonra, tohumların istenilen nem değerlerine gelip gelmedikleri ölçülmüştür. Aspir tohumlarının fiziko-mekanik özelliklerinin belirlenmesine yönelik olarak ölçümler her üç nem düzeyinde dört tekerrürlü gerçekleştirilmiştir.

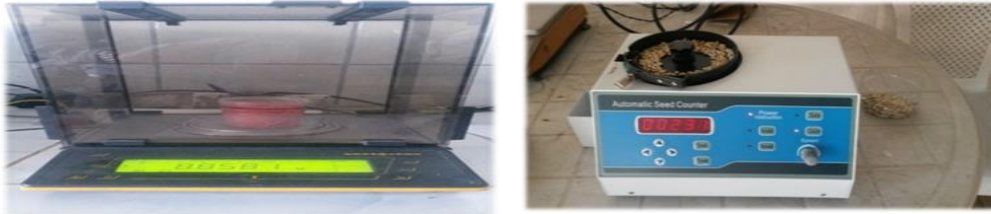
Kütlenin, boşluksuz hacme oranlanması ile özgül kütle elde edilmiştir. Aspir tohumlarının hacmi ve özgül kütlesi tespit edilirken yer değiştirme yönteminden yararlanılmıştır. Yer değiştirmede sıvı olarak toluen (C₇H₈) kullanılmıştır (Özlu, 2019). Kütle ölçümünde hassas terazi kullanılmıştır (Şekil 1). Kütle, yer değiştirme yöntemiyle bulunan hacme bölünerek g cm⁻³ olarak hacim ağırlığı saptanmıştır (Özlu ve Güner, 2016).

Aşağıda verilen eşitlik (2)'de materyal örneklerinin hacim ağırlığı ve özgül kütle değerlerinden yararlanılarak porozite (%) hesaplanmıştır (Özlu ve Güner, 2022).

$$\varepsilon = 100 \times [(1 - \rho_b)/\rho_t] \quad (2)$$

ε = Porozite (%) ρ_b = Hacim ağırlığı (g cm⁻³) ρ_t = Özgül kütle (g cm⁻³)

Materyal örneklerinin her birisinden rastgele alınan örnekler Şekil 1'de görülen 0.01 g hassasiyetli elektronik terazi kullanılarak bin dane ağırlığı bulunmuştur. Her bir çeşit için 3 ölçümün ortalaması alınmış ve bin dane ağırlıkları belirlenmiştir (Özlu ve Güner, 2016).



Şekil 1. Tohum sayısı ve ağırlık ölçümlerinde kullanılan cihazlar.

Figure 1. Devices used for seed number and weight measurements.

Kritik hızın belirlenmesinde Şekil 2'de gösterilen düşey hava tüneli kullanılmıştır. Hava tüneline çapı 7.03 cm olan saydam borunun içinden geçen havanın debisi ayarlanarak farklı hız değerleri elde edilmiştir. Aspir tohumları borunun tabanındaki elek üzerine bırakılmış, hava hızı yavaş yavaş artırılarak tohumların havada asılı kalması sağlanmış ve bu andaki hava hızı 0.1m s⁻¹ hassasiyetindeki Şekil 2'deki anemometre ile ölçülmüştür (Özlu ve Güner, 2016).



Şekil 2. Kritik hız ölçümünde kullanılan sistem ve dijital anemometre.

Figure 2. System and digital anemometer used for critical speed measurement.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Farklı çeşit ve nem oranı interaksiyonunun aspir tohumunun fiziko-mekanik özelliklerine etkisine ait varyans analizi Çizelge 1’de, farklı nem oranında aspir tohumu fiziko-mekanik özellikleri Çizelge 2’de ve çeşitlerin fiziko-mekanik özellikleri Çizelge 3’te sunulmuştur.

Çizelge 1. Aspir tohumunun farklı çeşit ve nem oranlarının varyans analizi.

Table 1. Analysis of variance of different varieties and moisture ratios of safflower seed.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması				
		1000 Tane Ağırlığı (g)	Hacim Ağırlığı (g cm ⁻³)	Özgül Kütle (g cm ⁻³)	Porozite (%)	Kritik Hız (m s ⁻¹)
Çeşitler	9	52.83796**	0.00049*	0.00299**	11.6164*	1.5408**
Tekerrür	3	2.2750	0.00013	0.00016	4.5376	0.0761
Çeşit*Tek	27	4.1022	0.00021	0.00023	4.3310	0.0661
Nem(%)	2	111.699**	0.00711**	0.00741**	276.4202**	7.4523**
Çeşit*Nem	18	1.2463	0.00086**	0.00014	12.0274**	0.3616**
Hata	60	3.4028	0.00031	0.00020	5.1618	0.1173
Toplam	119					
DK(%)		4.41	3.38	1.69	6.01	5.05

Çizelge 1’de görüldüğü üzere; farklı nem oranlarının çeşitler üzerine etkileri incelendiğinde farklı nem oranları arasında bin tane ağırlığı, hacim ağırlığı, özgül kütle, porozite ve kritik hız parametrelerinde istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuştur. Çeşitler arasında ise bin tane ağırlığı, özgül kütle ve kritik hız parametrelerinde istatistiksel olarak %1, hacim ağırlığı ve porozite parametrelerinde %5 düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuştur. Bununla birlikte çeşit*nem oranı interaksiyonunda incelenen özellikler bakımından hacim ağırlığı, porozite ve kritik hızda istatistiksel olarak farklılık %1 düzeyinde önemli bulunmamıştır. Bin tane ağırlığı ve özgül kütle parametrelerindeki farklılıklar istatistiksel olarak önemli olmamıştır. Bin tane ağırlığı, özgül kütle, porozite ve kritik hız parametrelerinde en yüksek değerlere %10 nem oranında ulaşılrken, en düşük değerler %1 nem oranında ölçülmüştür. Hacim ağırlığı parametresinde bunun tam tersine olarak en yüksek değer %1 nem oranında ölçülürken, en düşük değer %10 nem oranında tespit edilmiştir.

Çizelge 2. Farklı nemlerin aspir tohumu fiziko-mekanik özellikleri değerlendirmesi.

Table 2. Evaluation of physico-mechanical properties of safflower seed at different moistures.

Nem (%)	1000 Tane Ağırlığı (g)	Hacim Ağırlığı (g cm ⁻³)	Özgül Kütle (g cm ⁻³)	Porozite (%)	Kritik Hız (m s ⁻¹)
1	40.48 c	0.53 a	0.82 c	35.32 c	6.33 c
5	41.35 b	0.52 b	0.83 b	37.52 b	6.84 b
10	43.73 a	0.50 c	0.85 a	40.55 a	7.18 a
Ortalama	41.85	0.52	0.83	37.8	6.78
f(0.05)	**	**	**	**	**
AÖF	0.75	0.01	0.01	1.02	0.15
f(Çeşit*Nem)	ÖD	**	ÖD	**	**
AÖF(Çeşit*Nem)		0.02		3.21	0.48
DK(%)	4.41	3.38	1.69	6.01	5.05

Çalışmada nem değişimine bağlı olarak ölçülen parametreler Çizelge 2’de verilmiştir. Çizelge 2’de görüleceği üzere; bin tane ağırlığı 40.48-43.73 g, hacim ağırlığı 0.50-0.53 g cm⁻³, özgül kütle 0.82-0.85 g cm⁻³, porozite %35.32-40.55 ve kritik hız 6.33-7.18 m s⁻¹ değerleri arasında bulunmuştur.

Çizelge 2’de çeşitlere göre değişmek üzere bin tane ağırlığı 38-44.42 g, hacim ağırlığı 0.50-0.52 g cm⁻³, özgül kütle 0.81-0.86 g cm⁻³, porozite %36.2-39.85 ve kritik hız 6.15-7.28 m s⁻¹ değerleri arasında gerçekleşmiştir.

Çizelge 3. Çeşitlerin fiziko-mekanik özelliklerinin değerlendirilmesi.

Table 3. Evaluation of physico-mechanical properties of the cultivars.

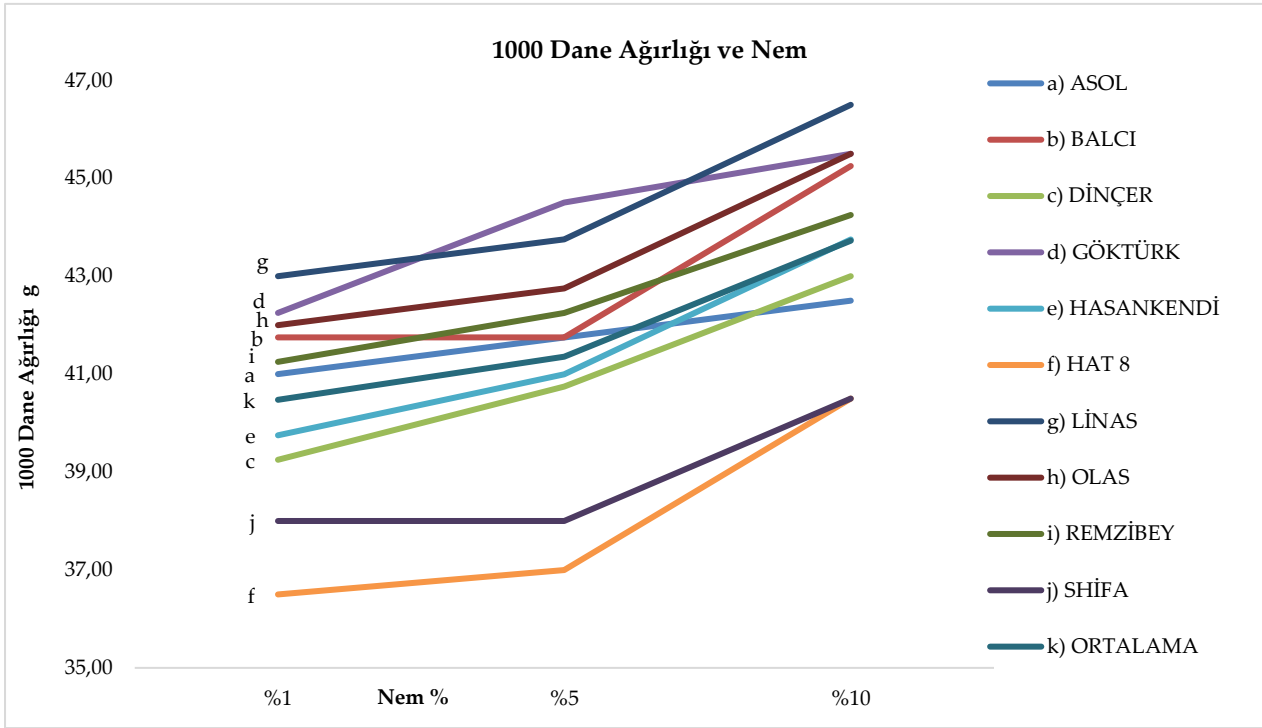
Çeşitler	1000 Tane Ağırlığı (g)	Hacim Ağırlığı (g cm ⁻³)	Özgül Kütle (g cm ⁻³)	Porozite (%)	Kritik Hız (m s ⁻¹)
Asol	41.75 cde	0.52 ab	0.82 bcd	36.59 cd	6.42 f
Balcı	42.92 a-d	0.51 abc	0.83 b	38.13 abc	6.81 de
Diğer	41 e	0.52 ab	0.83 bc	37.46 bcd	6.6 ef
Göktürk	44.08 ab	0.51 abc	0.82 cd	37.41 bcd	6.91 cd
Hasankendi	41.5 de	0.50 c	0.81 d	37.97 abc	7.28 a
Hat 8	38 f	0.51 be	0.83 b	38.78 ab	6.15 g
Linas	44.42 a	0.52 a	0.86 a	39.85 a	6.53 f
Olas	43.42 abc	0.52 ab	0.82 cd	36.2 d	7.23 ab
Remzibey	42.58 b-e	0.52 a	0.85 a	38.68 ab	7.03 bc
Shifa	39 f	0.52 ab	0.83 bcd	37.4 bcd	6.88 cd
Ortalama	41.88	0.52	0.83	37.8	6.78
f(0.05)	**	*	**	*	**
AÖF	1.7	0.01	0.01	1.74	0.22
DK(%)	4.84	2.81	1.84	5.51	3.79

Çizelge 3’de çeşitler yönünden incelenen özelliklerden bin tane ağırlığı değeri en düşük Hat 8 hattında 38 g bulunurken en yüksek değer Linas çeşidinde 44.42 g, hacim ağırlığında en düşük değer Hasankendi çeşidinde 0.50 g cm⁻³ elde edilirken en yüksek değer aynı grupta yer alan Linas ve Remzibey çeşidinde 0.52 g cm⁻³, özgül kütle ise en düşük Hasankendi çeşidinde 0.50 g cm⁻³ elde edilirken en yüksek değer aynı grupta yer alan Linas ve Remzibey çeşidinde sırasıyla 0.86 g cm⁻³ ve 0.85 g cm⁻³, en düşük porozite değeri Olas çeşidinde %36.2 elde edilirken en yüksek Linas çeşidinde %39.85 ve en düşük kritik hız değeri Hat 8 hattından 6.15 m s⁻¹ elde edilirken en yüksek değer ise Hasankendi çeşidinde 7.28 m s⁻¹ olarak elde edilmiştir.

Çeşit*nem interaksyonu yönünden incelenen özelliklerden hacim ağırlığı, porozite ve kritik hızda istatistiksel olarak farklılık önemli bulunmuştur. Bin tane ağırlığı ve özgül kütle de ise istatistiksel önemli bir farklılık bulunmamıştır. Buna göre hacim ağırlığında Linas çeşidi %5 nem oranında, porozitede en yüksek değer Hasankendi çeşidinde ve %10 nem oranında elde edilirken bunu aynı grupta yer alan Olas çeşidi ise %5 ve %10 nem oranıyla aynı grupta yer alırken Remzibey çeşidi ise %5 nem oranında aynı grupta yer almıştır.

Aspir tohumlarının nem oranı ve çeşite bağlı olarak ortalama değerleri; bin tane ağırlığının değişimi Şekil 3’te, hacim ağırlığının değişimi Şekil 4’te, özgül kütle değişimi Şekil 5’te, porozite değişimi Şekil 6’da ve kritik hız değişimi Şekil 7’de gösterilmiştir.

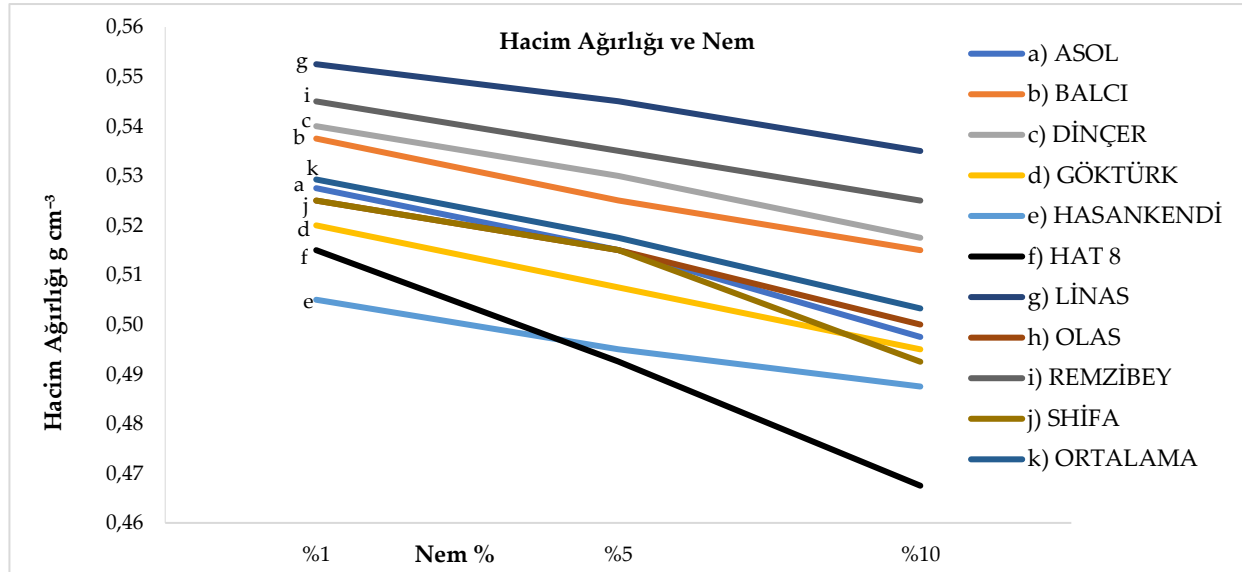
Şekil 3’te verilen bin dane ağırlığı ve nem grafiği incelendiğinde; %1 nemde ortalama 40.48 g elde edilirken en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla Hat 8 36.5 g ve Linas 43 g, %5 nemde ortalama 41.43 g elde edilirken en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla Hat 8 37 g ve Göktürk 44.5 g ve %10 nemde ortalama 43.73 g elde edilirken en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla Shifa ve Hat 8 40.5 g ve Linas 46.5 g olarak gerçekleşmiştir. Şekil 3’te, nem artışına bağlı olarak bin dane ağırlığında tüm çeşitlerde doğru orantılı olarak artış gözlemlenmiştir.



Şekil 3. Neme ve çeşite bağlı olarak bin tane ağırlığının değişimi.

Figure 3. Variation of thousand grain weight depending on moisture and variety.

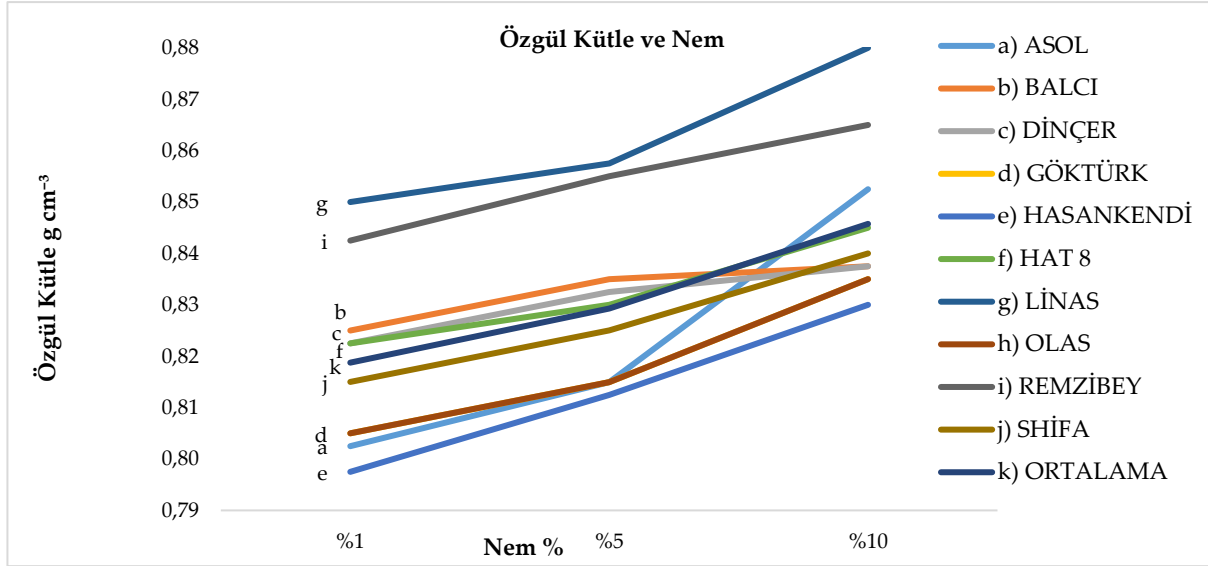
Şekil 4'te verilen hacim ağırlığı ve nem oranı grafiği incelendiğinde %1 nem oranında ortalama $0,53 \text{ g cm}^{-3}$ elde edilirken en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla Hat 8 ve Linas $0,51 \text{ g cm}^{-3}$ ve Olas, Shifa ve Remzibey $0,55 \text{ g cm}^{-3}$, %5 nem oranında ortalama $0,52 \text{ g cm}^{-3}$ elde edilirken en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla Hat 8 $0,49 \text{ g cm}^{-3}$ ve Linas $0,55 \text{ g cm}^{-3}$ ve %10 nem oranında ortalama $0,50 \text{ g cm}^{-3}$ elde edilirken en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla Remzibey ve Shifa $0,49 \text{ g cm}^{-3}$ ve Hat 8 ve Sol $0,52 \text{ g cm}^{-3}$ olarak gerçekleşmiştir. Nem oranı artışına bağlı olarak hacim ağırlığında tüm çeşitlerde Hat 8 ve Linas dışında tüm çeşitlerde ters orantılı olarak azalma gözlemlenmiştir.



Şekil 4. Neme ve çeşite bağlı olarak hacim ağırlığının değişimi.

Figure 4. Variation of volume weight depending on humidity and variety.

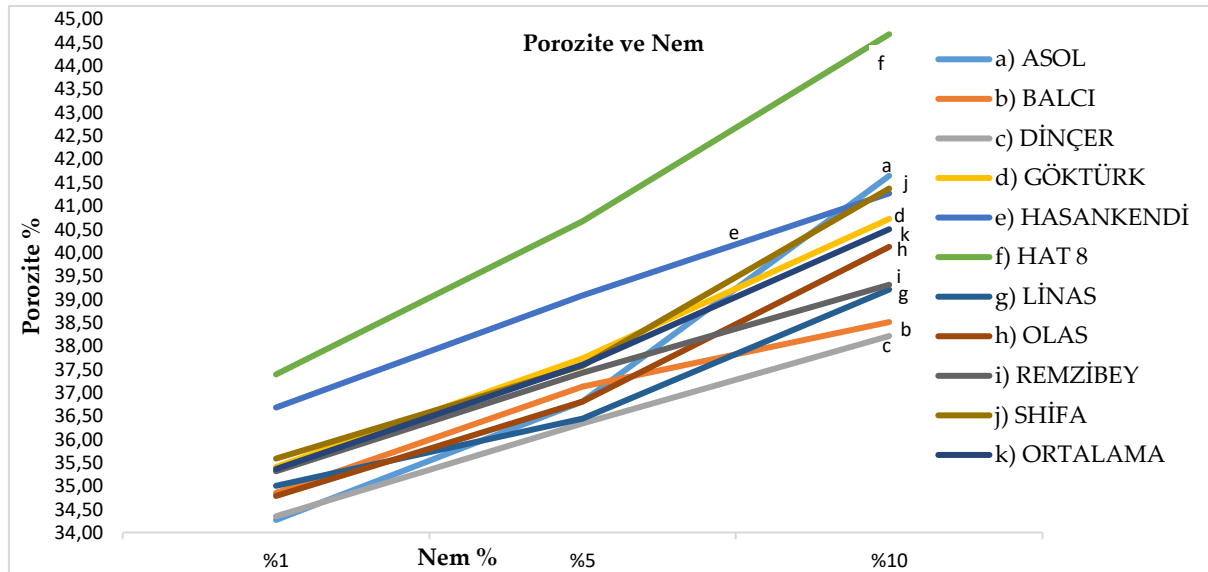
Şekil 5'te verilen özgül kütle ve nem grafiği incelendiğinde; %1 nemde ortalama 0.82 g cm^{-3} elde edilirken en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla Asol ve Hasankendi 0.80 g cm^{-3} ve Linas 0.85 g cm^{-3} , %5 nemde ortalama 0.83 g cm^{-3} elde edilirken en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla Hasankendi 0.81 g cm^{-3} ve Remzibey ve Linas 0.86 g cm^{-3} ve %10 nemde ortalama 0.85 g cm^{-3} elde edilirken en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla Hasankendi 0.83 g cm^{-3} ve Remzibey 0.87 g cm^{-3} olarak gerçekleşmiştir. Nem artışına bağlı olarak özgül kütlede Balcı ve Dinçer dışında tüm çeşitlerde doğru orantılı olarak bir artış gözlemlenmiştir.



Şekil 5. Neme ve çeşite bağlı olarak özgül kütle değişimi.

Figure 5. Variation of specific mass depending on humidity and variety.

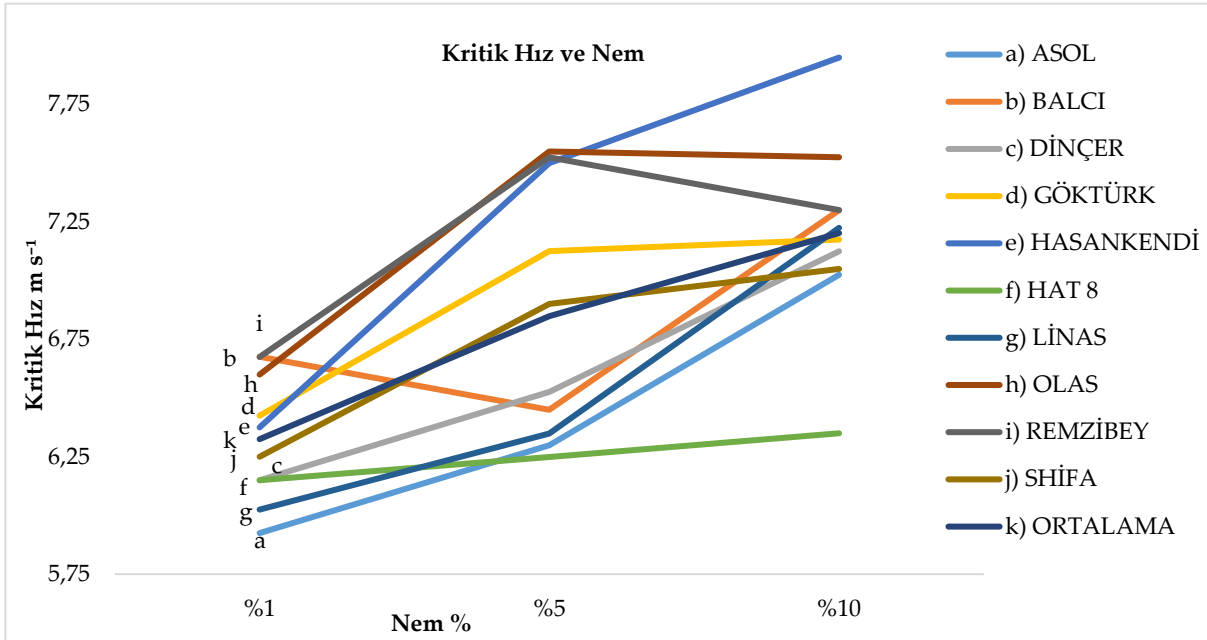
Şekil 6'da verilen porozite ve nem grafiği incelendiğinde; %1 nem içeriğinde ortalama %35.36 elde edilirken en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla Olas %32.60 ve Linas %39.70, %5 nem içeriğinde ortalama %37.59 elde edilirken en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla Linas %36.32 ve Hat 8 %40.66 ve %10 nem içeriğinde ortalama %40.50 elde edilirken en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla Hat 8 %38.04 ve Remzibey %42.82 olarak gerçekleşmiştir. Nem artışına bağlı olarak porozitede tüm çeşitlerde doğru orantılı olarak bir artma gözlemlenmiştir.



Şekil 6. Neme ve çeşite bağlı olarak porozitenin değişimi.

Figure 6. Variation of porosity depending on humidity and variety.

Şekil 7'de verilen kritik hız ve nem grafiği incelendiğinde; %1 nemde ortalama 6.33 m s^{-1} olarak elde edilirken en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla Asol 5.93 m s^{-1} ve Remzibey ve Balcı 6.68 m s^{-1} , %5 nemde ortalama 6.84 m s^{-1} elde edilirken en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla Hat 8 6.15 m s^{-1} ve Olas 7.55 m s^{-1} ve %10 nemde ortalama 7.18 m s^{-1} elde edilirken en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla Hat 8 6.15 m s^{-1} ve Hasankendi 7.95 m s^{-1} olarak gerçekleşmiştir. Nem artışına bağlı olarak kritik hızda tüm çeşitlerde doğru orantılı olarak artış gözlemlenmiştir. Sadece Olas ve Remzibey çeşidinde %5 neme göre %10 nemde çok az da olsa bir azalma görülmüştür. Bunun nedeni çalışma anındaki nem değişimleri ve ölçüm anındaki kesit alanı değişiminin kararsızlığından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 7. Neme ve çeşite bağlı olarak kritik hızın değişimi.

Figure 7. Variation of critical velocity depending on humidity and variety.

Aspir tohumuna ait bazı fiziko-mekanik özellikleri, %7.4-%9.2 nem içeriğinde bin tane ağırlığı ve porozite değerlerinde sırasıyla 52.68 g-68.8 g, %40.7-%44.2 olarak belirlenmiştir. Aspir tohumlarında nem arttıkça bin tane ağırlığının ve porozitenin arttığını bulmuşlardır (Aktaş vd., 2006). Aspir tohumlarında bin tane tohum ağırlığını %5.61 ve %23.32 nemlerde sırasıyla 36.1 g ve 47.2 g hacim ağırlığını 0.5269 g ve 0.4886 g cm^{-3} , özgül kütleli 1.0967 g cm^{-3} ve 1.1876 g cm^{-3} , porozite % 52.0 ve % 56.7 ve kritik hız 3.84 m s^{-1} ve 5.02 m s^{-1} olarak bulmuşlardır (Çalışır vd., 2005). Aspir tohumlarının nem içeriğine bağlı fiziksel ve basınç özellikleri incelendiğinde; nem oranı tohum ağırlığı değerlerinde doğrusal bir artış, hacim ağırlığı ve porozite değerlerinde azalma kaydedilmiştir (Baümler vd., 2006). Remzibey 05 aspir çeşidi tohumlarında kritik hız değerleri %6.5 nem içeriğinde 9.18 m s^{-1} değerinde ve %19.5 nem içeriğinde 9.09 m s^{-1} olduğu belirlenmiştir. Nem içeriğine göre hız değerlerine önemli bir etkisinin bulunmadığını tespit edilmiştir (Berber, 2007).

Bu çalışma ile hacim ağırlığı dışında tüm parametreler nemin artışıyla artmıştır. Ancak nem artışıyla sadece hacim ağırlığı azalmıştır. Aktaş vd. (2006) yaptıkları çalışmada bin dane ağırlığında ve porozitede nemle birlik artış olduğunu saptamışlardır. Çalışır vd. (2005) bizim bulduğumuz verileri teyit etmiş ve hacim ağırlığı dışında nemle birlikte diğer parametrelerde artış olduğunu bulmuşlardır. Baümler vd. (2006) yaptıkları çalışmada bin dane ağırlığında artış, hacim ağırlığı ve porozitede ise nemle birlik artış olduğunu belirlemişlerdir. Berber (2007) yaptığı çalışmada ise kritik hızın neme bağlı olmadığını ifade etmiştir.

SONUÇ

Elde edilen sonuçlara göre çeşitler arasında bin tane ağırlığı ve porozitede Linas çeşidi, hacim ağırlığı ve özgül kütlede Linas ve Remzibey çeşidi, kritik hızda ise Hasankendi çeşidi en yüksek değerleri alarak ön plana çıkmıştır.

Tüm çeşitlerde bin tane ağırlığı, özgül kütle, porozite ve kritik hız değerleri %10 nem oranında en yüksek değere ulaşmıştır. Nem oranı arttıkça hacim ağırlığı hariç tüm değerlerde artış gözlenmiştir. Nem oranının %1 olduğu koşulda hacim ağırlığı en yüksek değerine ulaşmıştır.

Çeşit*nem interaksyonu yönünden hacim ağırlığı, porozite ve kritik hız değerlerinde istatistiki olarak %1 önemli farklılıklar bulunurken, bin tane ağırlığı ve özgül kütlede farklılıklar önemli bulunmamıştır. Hacim ağırlığında Linas çeşidi %5 nem oranında, porozitede Remzibey çeşidi %10 nem oranında ve kritik hızda Hasankendi çeşidi %10 nem oranında en yüksek değerleri almışlardır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Çalışma Metin Güner gözetim ve denetiminde gerçekleştirilmiş olup herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKISI

Akif Köktaş sorumlu yazar olarak makalenin hazırlanması ve araştırmanın yürütülmesinde sorumlu olmuştur. Prof. Dr. Metin Güner makalenin ve araştırmanın kontrolü ve danışmanlığını yürütmüştür.

TEŞEKKÜR

Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü idaresine, Yağlı Tohumlu Bitkiler Islah Birimi, Üretim İşletme Bölümü başkanı ve personellerine ve Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü idaresine ve danışman hocam Prof. Dr. Metin Güner'e teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

- Aktaş, T., Celen, I. & Durgut, R. (2006). Some physical and mechanical properties of safflower seed. *Journal of Agronomy*, 5 (4), 613-616. <https://doi.org/10.3923/ja.2006.613.616>.
- Altıkat, S. (2019, Nisan 11-12). *Farklı nem düzeylerinin aspir (Carthamus tinctorius L.) tohumlarının fiziksel ve mekanik özelliklerine etkileri* [Sözlü bildiri]. Umteb 6. Uluslararası Mesleki ve Teknik Bilimler Kongresi, Türkiye.
- Altuntaş, E., & Yıldız, M. (2007). Effect of moisture content on some physical and mechanical properties of faba bean (*Vicia faba L.*) grains. *Journal of Food Engineering*, 78(1), 174-183. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.09.013>.
- Babaoğlu, M. (2017). Dünya'da ve Türkiye'de aspir bitkisinin tarihçesi önemi ve kullanımı. *Tarım Gündem Dergisi*, 36, 98-102.
- Bäumler, E., Cuniberti, A., Nolasco, S. M. & Riccobene, I. C. (2006). Moisture dependent physical and compression properties of safflower seed. *Journal of Food Engineering*, 72 (2), 134-140. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.11.029>.
- Berber, S. (2007). *Aspir (Carthamus Tinctorious. L.) Tohumlarının Aerodinamik Özelliklerinin Belirlenmesi* [Yüksek Lisans Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi]. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/618488>.
- Çalışır, S., Marakoğlu, T., Öztürk, Ö., & Ögüt, H. (2005). Some physical properties of safflower seed. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(36), 87-92.
- Ertuğrul, Ö. (2022). Biyosistem mühendisliği III: Tohum fiziko-mekanik (mühendislik) özelliklerinin önemi ve bazı fiziksel özelliklerin belirlenmesi için uygulanan yöntemler. Atılğan, A., Değirmenci, H., Demircan, V. & Tanrıverdi, Ç. (Ed.) (ss. 174-183). Akademisyen Kitap Portalı. <https://doi.org/10.37609/akya.1414>.
- İlkdoğan, U. (2012). *Türkiye'de aspir üretimi için gerekli koşullar ve oluşturulacak politikalar* [Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi]. <https://dspace.ankara.edu.tr/xmlui/handle/20.500.12575/34612>.
- Özlu, R. R. & Güner, M. (2016). Farklı nem düzeylerinde kanola tohumlarının fiziksel özelliklerinin belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33 (Ek Sayı), 10-24.
- Özlu, R. R. (2019). *Kanolanın pnömatik iletim karakteristiklerinin belirlenmesi* [Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi]. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/44826>.
- Özlu, R. R. & Güner, M. (2022), Determination of pneumatic conveying characteristics of canola seeds. *Journal Of Agricultural Sciences*, 28(4), 656-665. <https://doi.org/10.15832/ankutbd.794097>.