



TarımFV Koşullarının Pelemir (*Cephalaria syriaca* L.) Tohumlarına ait Bazı Fiziksel Özelliklere Etkisi^A

Yasin GÜNHAN¹, Onur TAŞKIN^{2*}

Öz: Pelemir dünyada en çok Akdeniz bölgesinde bulunmak olup çok dallanan tek yıllık bir bitkidir. Tohumlarının işlenmesinde kullanılacak makinaların tasarımı için pelemir tohumlarının fiziksel özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bursa Uludağ Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezinde kurulan küçük ölçekli TarımFV koşullarında, Aralık 2023 ve Temmuz 2024 tarihleri arasında farklı koşullarda yetiştirilmiş pelemir bitkisinden elde edilen tohumların bazı özellikleri (uzunluk, genişlik, kalınlık, geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı, bin dane ağırlığı, yığın hacim ağırlığı, statik sürtünme katsayısı ve yığılma açısı) araştırılmıştır. Kullanılan tohumların nem içeriği 6.61 ± 0.43 (kuru baz) olarak tespit edilmiştir. Panel altı koşulunda yetiştirilmiş pelemir tohumlarının uzunluk (6.00 ± 0.46 mm), genişlik (2.09 ± 0.24 mm) ve kalınlık (1.65 ± 0.21 mm) değerleri ölçülmüş ve geometrik ortalama çap (2.74 ± 0.20 mm), küresellik (0.46 ± 0.04) ile yüzey alanı (8.59 ± 0.63 mm²) ise hesaplanmıştır. En yüksek hacmi ağırlığı ve en düşük 1000 tane ağırlığı da panel altı koşullarından elde edilen tohumlarda gerçekleşmiştir. Farklı malzemelerde (Cam, kauçuk, paslanmaz, mdf, alüminyum ve galvaniz) yapılan ölçümler sonucunda en yüksek statik sürtünme katsayısı kauçuk yüzeyde, en düşük ise cam yüzeyde gerçekleşmiştir. Çalışmanın sonuçları, marjinal tarım arazilerinde kurulmasına izin verilen güneş enerjisi santralleri ile yine aynı arazilerde yetiştiriciliği mümkün olan pelemir bitkisinin birlikte değerlendirilmesi amacıyla kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Arazi verimliliği, *Cephalaria syriaca* L., güneş enerjisi, tohum.

^A Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

^{*} **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ² Onur TAŞKIN, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, onurtaskins@gmail.com, [OrcID 0000-0002-5741-8841](https://orcid.org/0000-0002-5741-8841)

¹ Yasin GÜNHAN Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Enerji Sistemleri ABD, 16059 Nilüfer, Bursa, Türkiye, yasingunhan@hotmail.com, [OrcID 0009-0001-3521-0513](https://orcid.org/0009-0001-3521-0513)

Impact of Agrivoltaic Conditions on Some Physical Properties of *Cephalaria syriaca* L. Seeds

Abstract: *Cephalaria syriaca* L. is a highly branched annual plant that is mostly found in the Mediterranean region of the world. The design of seed processing machines requires the determination of the physical properties of seeds. Some properties (length, width, thickness, geometric mean diameter, sphericity, surface area, thousand seed mass, bulk density, static friction coefficient and angle of repose) of seeds obtained from *Cephalaria syriaca* L. plants grown under different conditions of small-scale Agrivoltaic system established at Bursa Uludağ University Agricultural Application and Research Center between December 2023 and July 2024. In this study, various physical properties of seeds obtained from *Cephalaria syriaca* L. plants grown under different conditions were investigated. The moisture content of the seeds used was found to be $6.61\% \pm 0.43$ (dry basis). Measurements of seeds grown under panel conditions revealed that the seed length, width, and thickness were 6.00 ± 0.46 mm, 2.09 ± 0.24 mm, and 1.65 ± 0.21 mm, respectively. Additionally, the geometric mean diameter (2.74 ± 0.20 mm), sphericity (0.46 ± 0.04), and surface area (8.59 ± 0.63 mm²) were calculated. The highest bulk density and the lowest thousand-seed weight were also observed in seeds grown under panel conditions. Measurements on different materials (glass, rubber, stainless steel, MDF, aluminum, and galvanized steel) indicated that the highest static coefficient of friction occurred on the rubber surface, while the lowest was observed on the glass surface. The results of the study can be used to evaluate solar energy plants that are allowed to be established in marginal agricultural lands together with the *Cephalaria syriaca* L. plant that can be grown on the same lands.

Keywords: Land productivity, *Cephalaria syriaca* L., solar energy, seed.

Giriş

Güneş enerjisi (PV) teknolojisi dünyanın enerji talebini karşılamada pek çok olumlu yön sunarken, aynı zamanda tarımsal üretimde için gerekli arazi kullanımında yaşanan çatışma açısından olumsuz durumlarla karşılaşmaktadır. Dolayısıyla gıda ile enerji üretimi arasında bir tercih yapılmasını gerekmektedir (Mouhib ve ark., 2024). Ancak, Dupraz ve ark. (2011) aynı arazide tarımın (argiculture) ve güneş panellerinin (photovoltaic) kombinasyonlu kullanımı ile arazi kullanımını verimliliğinin artacağını düşünmüş ve bu sisteme kelimeleri birleştirerek “Agrivoltaic” adını vermiştir. Günümüzde, TarımFV (Agrivoltaic) sistemler, gıda ve elektrik üretimi arasındaki arazi rekabeti nedeniyle ortaya çıkan çatışmaları azaltarak sürdürülebilirliği desteklemek amacıyla önemli bir teknoloji ve akıllı bir çözüm sunmaktadır (Dal Para ve ark., 2024). Ayrıca, tek bir arazide tarımsal üretimi ve güneş enerjisi üretimi gibi iki köklü endüstri kolunun birleştirilmesi hem çiftçiler hem de elektrik üreticileri açısından ek gelir kaynakları oluşturabilmektedir (Reher ve ark., 2024).

TarımFV hakkındaki temel endişelerden biri, güneş ışınımının PV panelleri ve tarımsal ürünler arasında rekabet doğurmasıdır (Ramos-Fuentes ve ark., 2023). Sınırlı miktarda güneş ışınımına sahip bölgelerde, ürünün yeterli miktarda gün ışığından faydalanamaması ve gölgelemenin ürün verimi ve kalitesi üzerinde olumsuz etkileri olabileceği endişesi bulunmaktadır (Reher ve ark., 2024). Diğer yandan ise PV panellerin varlığı, kurak ortamlarda ürün refahını iyileştiren ve su kullanımını azaltarak termo-iklimsel parametrelerde bir değişikliğe yol açabilmektedir (Ciocia ve ark., 2022).

TarımFV sistemler şu anda birçok ülkede, ekilebilir arazilerin güneş enerji ve tarımsal üretim için ikili kullanımına yönelik bir yaklaşım olarak uygulanmaktadır (Weselek ve ark., 2021). Çeşitli tipte TarımFV sistemler geliştirilmiştir. En yaygın olanı ise ürünlerin üzerine monte edilen sabit panellerden oluşturulmaktadır (Ramos-Fuentes ve ark., 2023). Yapılan çalışmalarda; ABD’de domates (%200 artış) ve acı biber (%300 artış), Fransa’da marul (%1 - %58 azalış), Almanya’da yonca (%5 - %8 azalış) ve İtalya’da mısır (%4.3 - %12.5 artış) üzerine araştırmalarda bulunulmuştur (Özden, 2023).

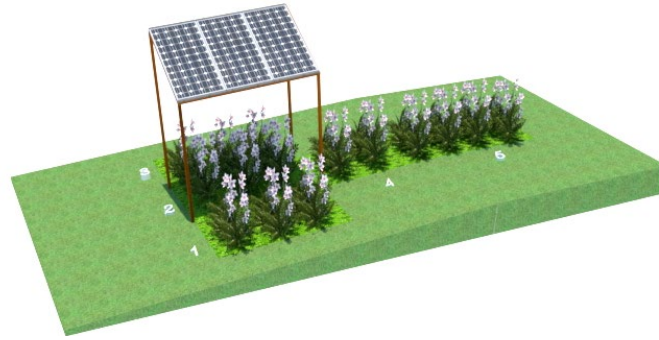
Ülkemizde ise arazi tipi GES (güneş enerjisi santrali) kurulumları için İl Tarım Müdürlüğü’nden alınan “Kuru marjinal tarım arazisi” yazısı koşulu aranmaktadır (İldeniz, 2019). Bir arazinin “Kuru marjinal tarım arazisi” olabilmesi için; arazi eğimi yağışın yıllık ortalama 574 mm’nin altında olduğu yerlerde %8’den, 574 mm veya üzerinde olduğu yerlerde ise %12’den fazla olması ile toprak derinliği 5 cm’den fazla ve 50 cm’den az olması gerekmektedir (Anonim, 2023).

Pelemir gibi yağlı tohumlu bitkiler eğime açık ve toprak derinliği az olan marjinal arazilerde, iklim (soğuğa dayanıklı) ve toprak isteği açısından da pek seçici olmaması nedeniyle yetiştiriciliği yapılabilecek önemli bir bitki adaydır (Şenkal ve Uskutoğlu, 2022). Pelemir bitkisi *Dipsacacea* familyasına aittir ve *Cephalaria* cinsi 94 türden oluşmaktadır. *Cephalaria syriaca* tek yıllık otsu bir bitkidir. Bitki boyu 40-100 cm aralığında olup güçlü bir sapa ve kazık köke sahiptir. Bitkinin yaprak, dal ve gövdesi tüylerle kaplı olup, gövde ve yan dallarında tohumlar bulunmaktadır (Caner, 2020). Tohumlarından elde edilen unun buğday ununa karıştırılması ile ekmeğin bayatlaması geciktirilmekte ve hamurun daha iyi kabarmasına yardımcı olmaktadır. Diğer yandan pelemir yağının ise biyodizel, sabun, deri ve tekstil sanayi için elverişli olduğu ayrıca kalan küspesinin de hayvan beslemede kullanılabilecek bir keşif yem kaynağı olduğu belirtilmiştir (Öğüt ve ark., 2014).

Bu çalışma, Bursa Uludağ Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezinde gerçekleştirilmiştir. Bölgede Neojen formasyonun (nk) üzerinde eğime bağlı olarak 50-200 cm kalınlıkta, genellikle killi toprak örtüsü yer almaktadır. Bölgenin iklimi Akdeniz iklim tipine büyük benzerlik göstermekle beraber yıllık ortalama sıcaklık 14,4 °C, ortalama nisbi nem % 68,6’dır. Ortalama yıllık toplam yağış 691,9 mm olup, bunun % 38’i kışın, % 26’sı ilkbahar, %10’u yaz ve % 25,4’ü sonbaharda düşmektedir (Karaata, 2014). Oluşturulan küçük ölçekli TarımFV koşullarında pelemir yetiştirilmiş ve hasat edilen tohumlarının uzunluk, genişlik, kalınlık, geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı (geometrik özellikleri) ile bin dane ağırlığı, yığın hacim ağırlığı (gravimetrik özellikleri) ve statik sürtünme katsayısı, statik ve dinamik yığılma açısı (sürtünme özellikleri) araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma kapsamında üç PV panel kapasiteli (250 W x 3) bir tasarım gerçekleştirilmiştir. Taşıyıcı sistemin çevreci olması sebebiyle Bursa Uludağ Üniversitesi orman budama atıklarından olan ağaç dallarından oluşturulmuştur. Marjinal tarım arazisi koşullarını oluşturulması için 15° eğim olan lokasyonda kurulum gerçekleştirilmiştir. Taşıyıcı sistemin ön ayakları yerden 180 cm, arka ayakları 245 cm yükseklikte oluşturulmuştur. Ayaklar arası mesafe 120 x 210 cm'dir. Paneller ise 28° açı ile yerleştirilmiştir (Şekil 1). Eğimli dört parsel ve eğimsiz bir parsel (kontrol) Karahan çeşidi pelemir tohumunun ekimleri 14.12.2023 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Panel önü (parsel 1), panel altı (parsel 2), panel arkası (parsel 3), panel yanı (parsel 4) ve eğimsiz (parsel 5) koşullarda yetiştirilen pelemir bitkileri 23.07.2024 günü hasat edilmiştir. Yetiştiricilik süresince sulama, ilaçlama ve gübreleme uygulaması yapılmamıştır. Karahan Çeşidi "Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü" tarafından 2017 yılında tescil edilmiştir. Bitki boyu 130-150 cm ve yan dal sayısı 10-13 adettir. Orta erkenci olup soğuğa ve kurağa dayanıklıdır. İklim koşullarına bağlı olarak tohum verimi 220-260 kg da⁻¹, yağ verimi 52-65 kg da⁻¹, yağ oranı %20-24 ve bin tane ağırlığı 16.5-20.1 g olarak bildirilmiştir.



Şekil 1: Yetiştirme düzeneğinin genel görünümü

Hasat edilen Karahan çeşidi pelemir bitkisi içerisindeki yaprak, sap ve yabancı materyaller elle ayıklanarak tohumlar elde edilmiştir (Şekil 2). Ölçümler Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Isı ve Kütle transferi Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2: Pelemer tohumları

Denemelerde materyal kütlesinin belirlenmesi için 0.001 g hassasiyetle ölçüm yapabilen Shimadzu ATX224 model teraziden faydalanılmıştır.

Nem içeriğinin tespiti amacıyla temiz pelemir tohumlarından oluşturulan 3 örnek 24 saat süreyle 105 °C sıcaklıktaki etüvde tutulmuştur. Kurutma işlemi sonrası tekrar tartım alınarak kuru ağırlıkları ölçülmüş ve eşitlik 1’de verilen yöntemle göre kuru baz nem içeriği tespit edilmiştir. Eşitlik’de W_0 pelemir tohumunun yaş ağırlığını (g) ve W ise pelemir tohumunun kuru ürün ağırlığını (g) göstermektedir (Çekim ve Özarslan, 2020).

$$Nem (\%) = \frac{W_0 - W}{W} \times 100 \quad (1)$$

Pelemir tohumların boyutları 0.01 hassasiyetindeki dijital kumpas (Tronic) ile belirlenmiştir. Rasgele seçilen 100 adet tohum ile en büyük eksen uzunluk (a), a eksenine dik eksen genişlik (b), a ve b eksenlerine dik eksen kalınlık (c) olmak üzere ölçümler gerçekleştirilmiştir. Eksen ölçüleri (a, b ve c) ile Eşitlik 2’den yararlanarak geometrik ortalama çap (D_g) ve Eşitlik 3’den yararlanarak küresellik (Φ) değerleri hesaplanmıştır. Yüzey alanı ise geometrik ortalama çap değerinden kullanarak Eşitlik 4 ile belirlenmiştir. Burada; tohumun uzunluğu (a, mm), tohumun genişliği (b, mm), tohumun kalınlığı (c, mm), geometrik ortalama çap (D_g , mm), küresellik (Φ , %) ve yüzey alanı (S , mm²) olarak ifade edilmiştir (Yeşiloğlu ve Pınar, 2006).

$$D_g = (a \times b \times c)^{\frac{1}{3}} \quad (2)$$

$$\Phi = \frac{(a \times b \times c)^{\frac{1}{3}}}{a} \quad (3)$$

$$S = \pi D_g \quad (4)$$

Pelemir tohumlarından rastgele seçilen 100 tane tohumun kütlesi analitik terazi yardımıyla ölçülmüş ve 1000 tane ağırlığını belirlemek için kullanılmıştır (Dumanoğlu ve Çakmak, 2019). Beş tekrar olarak ölçümler yapılmıştır. Silindirik ölçekli kap (100 ml) ile de yığın hacim ağırlığının ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Analitik terazide tartılan pelemir tohumları 15 cm yükseklikten ölçekli kap içerisine dökülerek kap içerisindeki yığının hacmi belirlenmiştir. 10 tekrarlı olarak gerçekleştirilen ölçüm ile pelemir tohumunun yığın hacim ağırlığı belirlenmiştir (Çekim ve Özarslan, 2020).

Eğimi ayarlanabilen bir ölçüm düzeneği kullanılarak statik sürtünme katsayısının belirlenmiştir (Şekil 3). Düzeneğe altı ve üstü açık olan ve içi pelemir tohumlarıyla doldurulmuş 40x51 mm boyutlarında bir kutu konumlandırılmıştır. Eğimli yüzey, vidalı bir sistem yardımıyla tohum akışı başlayana kadar yavaşça yükseltilmiştir. Akışın başladığı andaki değer açıölçer üzerinden okunarak, kayıt altına alınmıştır. Denemeler altı farklı yüzey (cam, kauçuk, paslanmaz çelik, mdf, alüminyum ve galvaniz) üzerinde gerçekleştirilmiş 10’ar tekrarlı olacak şekilde yapılmıştır. Statik sürtünme katsayısı Eşitlik 5’e göre hesaplanmıştır (Çekim ve Özarslan, 2020).

$$\mu = \tan \alpha \quad (5)$$



Şekil 3: Deney düzeneği

Yığılma açısı ölçümlerinde 300-300-300 mm boyutlarında altı boş bir kutu kullanılmıştır. Zemini düz olan yüzey üzerinde bulunan kutuya pelemir tohumları doldurulmuş ve kutu yukarı doğru hızlı biçimde kaldırılarak tohumlar boşaltılmıştır. Yığılma açısı (θ , °) oluşan konik yığının dikey yüksekliği (H, cm) ve yayılma yüzeyinin merkeze uzaklığının (D, cm) ölçülmesi ve Eşitlik 6'ya göre hesaplanması ile belirlenmiştir (Yeşiloğlu ve Pınar, 2006).

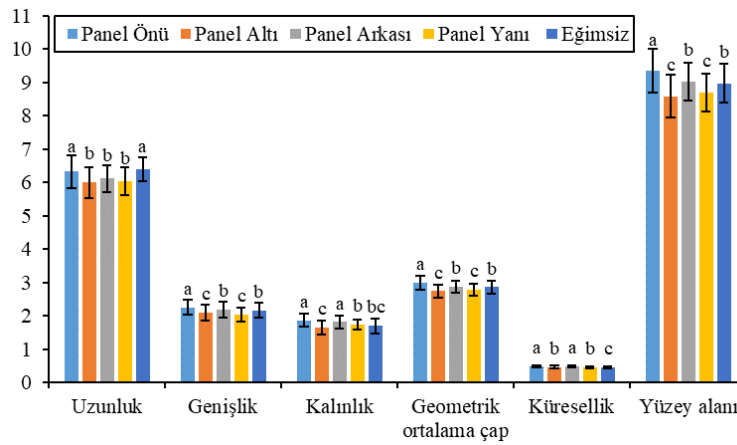
$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{2H}{D} \right) \quad (6)$$

Parsel değişkeninin ilgilene parametreler üzerine etkisini analiz etmek ve parametreler için denklem oluşturmak amacıyla JMP yazılımı (Sürüm 7.0; SAS Institute Inc., Cary, NC, ABD) kullanılarak varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuştur. Ortalamaları %5 önem düzeyinde ($p < 0.05$) karşılaştırmak için LSD testi kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

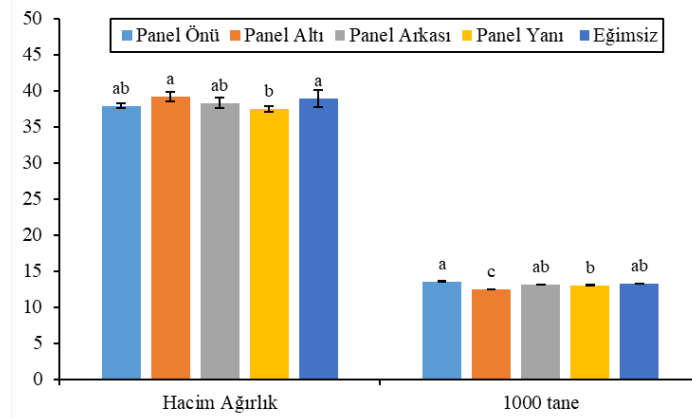
Pelemir tohumlarının kuru baza göre ortalama nem içeriği 6.61 ± 0.43 olarak tespit edilmiştir. Pelemir tohumlarının geometrik özelliklerine (uzunluk, genişlik, kalınlık, geometrik ortalama çap, küresellik ve yüzey alanı) ilişkin veriler Şekil 4'de verilmiştir. Çizelgeye göre ortalama pelemir tohumunun boyu eninden yaklaşık 2.9 kat büyük olduğu belirlenmiştir. Eninin ise kalınlık değerinden yaklaşık 1.2 kat daha büyük olduğu tespit edilmiştir. Geometrik özelliklerine göre tohumların sınıflandırılmasında “Tane genişliği/Tane uzunluğu” 0.6 ise uzun taneler, 0.6-0.7 ise orta taneler ve > 0.7 ise kısa taneler olarak açıklanmaktadır (Dumanoğlu ve Çakmak, 2019). Bu durum pelemir tohumun uzun ve yassı biçimde olduğu göstermektedir. Ayrıca, hesaplanan küresellik değerine göre pelemir tohumları %46 olarak bulunmuştur.

Farklı koşullarda yetiştirilen pelemir bitkisinden elde edilen tohumlar karşılaştırıldığında panel altından elde edilen tohumların uzunluk (6.00 ± 0.46), genişlik (2.09 ± 0.24), kalınlık (1.65 ± 0.21), geometrik ortalama çap (2.74 ± 0.20) ve yüzey alanında (8.59 ± 0.63) en küçük sonuçları verdiği belirlenmiştir. Küresellik de ise panel önü, panel arkası ve eğimsiz koşullara göre $p < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak farklılık gözlenmiştir. Sonuçlarımızla uyumlu olarak Atalan (2019) pelemir bitkisinin tohum morfolojisini araştırmış ve tohumların ortalama uzunluğunu 5.97 ± 0.43 ve genişliği 2.27 ± 0.24 olarak ölçmüştür. Ayrıca tohum uzunluğunun tohum enine oranını ise 2.63 olarak belirleyerek tohum şeklini elipsoid olarak tanımlamıştır.



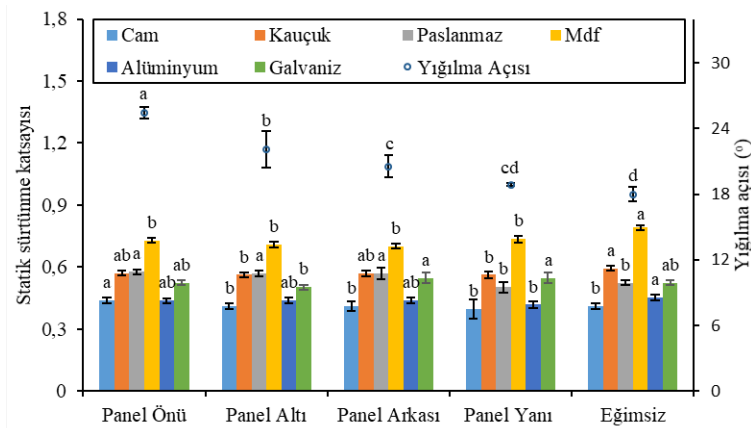
Şekil 4: Pelemir tohumlarının geometrik özellikleri

Pelemir tohumunun gravimetrik özelliklere ilişkin ortalama veriler Şekil 5’de sunulmuştur. Pelemir tohumlarının hacmi ağırlıkları $37.43\text{--}39.10 \text{ g cm}^{-3}$ arasında bulunmuş ve en yüksek değeri panel altı koşullarda yapılan yetiştiricilik ile elde edilmiştir. Pelemir tohumlarının bin dane ağırlığı $12.43\text{--}13.54 \text{ g}$ olarak belirlenmiştir. Hacim ağırlıkta panel yanı koşulunda, bin tane ağırlık da ise panel altı koşulunda $p < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak farklılık gözlenmiştir. Kara (1990) Erzurum şartlarında değişik sıra aralık uygulamasının pelemir bitkisinde verim ve verim unsurları üzerine etkisini incelemiştir. Tohumların 1000 tane ağırlığını 40 cm sıra aralığı için 11.8 g, 50 cm sıra aralığı için 11.8 g ve 60 cm sıra aralığı için 12.3 g olarak bulmuştur. Çalışmamızda elde ettiğimiz ve önceki çalışmalardan daha yüksek olan değerlerin nedeni yetiştiricilik yapılan iklimsel koşullar kaynaklı olabilir.



Şekil 5: Pelemin tohumunun gravimetrik özellikleri

Pelemin tohumlarının yığılma açısı sonuçları Şekil 6’te verilmiştir. Tohumların ortalama yığılma açıları 18.00-25.44° arasında hesaplanmıştır. Ancak, en düşük yığılma açısı eğimsiz koşullarda yapılan yetiştiricilikten elde edilen tohumlar ile gerçekleşmiştir. Panel altı deneme koşullarında $p < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak farklılık gözlenmiştir. Cam, kauçuk, paslanmaz, mdf, alüminyum ve galvaniz malzemeler ile yapılan ölçümler sonucunda hesaplanan statik sürtünme katsayısı sonuçları Şekil 4’de verilmiştir. Pelemin tohumlarının ortalama statik sürtünme katsayısı 0.571 ile en yüksek kauçuk yüzeyde, 0.413 ile en düşük cam yüzeyde elde edilmiştir. Yüzeylere bağlı (farklı renklerde) farklı yetiştirme koşullarının istatistiksel değişimleri Şekil 4’de gösterilmiştir. . *Cephalaria syriaca* şekil ve boyut olarak buğdaya benzeyen bitkidir (Caner, 2020). Gül ve ark. (2021) da farklı buğday çeşitleri (Eminbey, Mirzabey 2000 ve Şahinbey) ait tohumların statik sürtünme katsayısı ve doğal yığılma açısı değerleri de incelemişlerdir. PVC, galvanizli sac, laminant, kontrplak ve lastik yüzeylerde yapılan deneyler sonucunda Eminbey ve Mirzabey 2000 çeşitleri için en yüksek statik sürtünme katsayıları lastik yüzeyde, Şahinbey çeşidinde ise kontrplak materyalli yüzeyde belirlemişlerdir. En düşük değerleri ise tüm çeşitlerde için laminant yüzeyde bulmuşlardır. Yığılma açılarını ise Eminbey, Mirzabey 2000 ve Şahinbey için sırasıyla 5.90 ± 0.20 , 3.78 ± 0.56 ve 7.33 ± 1.23 bulmuşlardır.



Şekil 6: Pelemin tohumlarının yığılma açısı ve statik sürtünme katsayısı

Sonuç

Bu çalışmada farklı yetiştirme koşullarına bağlı olarak pelemir tohumunun bazı fiziksel özellikleri etkisi incelenmiştir. Tohumlarının geometrik özellikleri (uzunluk, genişlik, kalınlık, geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı), gravimetrik özellikleri (bin dane ağırlığı ve yığın hacim ağırlığı), sürtünme özellikleri (statik sürtünme katsayısı, statik ve dinamik yığılma açısı) belirlenmiştir. Panel altı koşullarından elde edilen tohumların bazı özelliklerinde (uzunluk, genişlik, kalınlık, geometrik ortalama çap, yüzey alanı ve 1000 tane ağırlığında) düşüş tespit edilmiştir. Ancak, tohumun küreselliğine etki eden değişim ise hacim ağırlığını artırmıştır. Yığılma açısında ise panel altı deneme koşullarında istatistiksel olarak farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). İklim (soğuğa dayanıklı) ve toprak isteği açısından çok seçici olmayan pelemir bitkisi alternatif yetiştiricilik için önemli bir adaydır. Tohumunun özellikle biyodizel üretimi açısından uygun olabileceği düşünüldüğünde işleme makinelerinin tasarımına yönelik çalışmaların geliştirilmesi gerekmektedir.

Teşekkür

Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale, araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Bu makaleyi hazırlayan yazarlar, araştırmaya eşit oranda katkı sağlamıştır ve yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır. Ayrıca, materyal teminindeki desteklerinden dolayı Metin DAVUT, Muhammed KIR, Ahmet Turan ÖZSOY ve Tülin Tuanna TÜRKOĞLU'na teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynakça

- Atalan, E. 2019. Türkiye’de yetiştirilen pelemir bitkisinin [*cephalaria syriaca* (L.)] antioksidan, antimikrobiyal, antifungal, antibiyofilm özelliklerinin ve tohum morfolojisinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Caner, S. 2020. Pelemir tohumundan süperkritik karbon dioksit ekstraksiyon yöntemiyle uçucu yağ ve ilaç etken maddelerinin ekstraksiyonu, Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Biyoloji Anabilim Dalı.
- Ciocia, A, Enescu, D, Amato, A, Malgaroli, G, Polacco, R, Amico, F, and Spertino, F. 2022. Agrivoltaic system: a case study of pv production and olive cultivation in Southern Italy. 57th International Universities Power Engineering Conference, 30.08.2022-2.09.2022, İstanbul, Turkey, 1-6.
- Çekim, İ. ve Özarslan, C. 2020. Marul tohumunun bazı fiziko-mekanik özelliklerinin belirlenmesi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(1): 89-97.
- Dal Prà, A, Miglietta, F, Genesio, L, Lanini, G. M, Bozzi, R, Morè, N, and Fabbri, M. C. 2024. Determination of feed yield and quality parameters of whole crop durum wheat (*Triticum durum* Desf.) biomass under agrivoltaic system. *Agroforestry Systems*, 1-13.

- Dupraz, C, Marrou, H, Talbot, G, Dufour, L, Nogier, A, and Ferard, Y. 2011. Combining solar photovoltaic panels and food crops for optimising land use: Towards new agrivoltaic schemes. *Renewable Energy*, 36(10): 2725-2732.
- Dumanoglu, Z. ve Çakmak, B. 2019. Tohum uygulamalarının soğan (*Allium cepa* L.) tohumunun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisi. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 33(1): 53-66.
- Anonim, 2023. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü 09.05.2023 tarih ve E-58125898-230.04.02-9637520 sayılı Tarım Arazilerinin Korunması Kullanılması ve Planlanmasına Dair Genelge.
- Gül, E. N, Altuntaş, E, ve Kırmık, G. 2021. Yerel bazı makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) çeşitlerine ait tohumların fiziksel özellikleri ile renk karakteristiklerinin belirlenmesi. *Uluslararası Biyosistem Mühendisliği Dergisi*, 2(2): 131-142.
- İldeniz, E. 2019. GES tesislerinin keşif-inşa aşamalarında kullanılan metodların incelenmesi ve kabul aşamasının işletme kârlılığına etkiler, Tezsiz Yüksek Lisans Projesi, Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kara, K. 1990. Erzurum şartlarında değişik sıra aralık uygulamasının pelemir (*Cephalaria syrica* L.) bitkisinde verim ve verim unsurları üzerine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1): 83-93.
- Karaata, E. U. 2014. Uludağ üniversitesi ziraat fakültesi tarımsal uygulama ve araştırma merkezi arazi bilgi sisteminin oluşturulması (zftuam-abs), Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı.
- Mouhib, E, Fernández-Solas, Á, Pérez-Higueras, P. J, Fernández-Ocaña, A. M, Micheli, L, Almonacid, F, and Fernández, E. F. 2024. Enhancing land use: Integrating bifacial PV and olive trees in agrivoltaic systems. *Applied Energy*, 359: 122660.
- Öğüt, H, Oğuz, H, Bacak, S, Aydın, F, Uygun, S, Arslan, Y, ve Subaşı, İ. 2014. Pelemir biyodizelinin teknik özelliklerinin incelenmesi. *Enerji Tarımı ve Biyoyakıtlar 4. Ulusal Çalıştayı*, 45-49.
- Özden, T. 2023. Tarım ve Güneş. 6. Solarvizyon Güneş Enerjisi Kongresi, İstanbul, Türkiye.
- Ramos-Fuentes, I. A, Elamri, Y, Cheviron, B, Dejean, C, Belaud, G, and Fumey, D. 2023. Effects of shade and deficit irrigation on maize growth and development in fixed and dynamic AgriVoltaic systems. *Agricultural Water Management*, 280: 108187.
- Reher, T, Lavaert, C, Willockx, B, Huyghe, Y, Bisschop, J, Martens, J. A, and Van de Poel, B. 2024. Potential of sugar beet (*Beta vulgaris*) and wheat (*Triticum aestivum*) production in vertical bifacial, tracked, or elevated agrivoltaic systems in Belgium. *Applied Energy*, 359: 122679.
- Şenkal, B. C. ve Uskutoğlu, T. 2022. Yozgat ekolojik koşullarına uygun endüstriyel yağlı tohumlu bitkiler: pelemir (*Cephalaria syriaca* (L.) Schrad) ve Camelina (*Camelina sativa* (L.) Crantz). *Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(2): 148-153.
- Weselek, A, Bauerle, A, Zikeli, S, Lewandowski, I, and Högy, P. 2021. Effects on crop development, yields and chemical composition of celeriac (*Apium graveolens* L. var. rapaceum) cultivated underneath an agrivoltaic system. *Agronomy*, 11(4): 733.
- Yeşiloğlu, E, ve Pınar, Y. 2006. Mahlep tohumunun (*Prunus Mahalep* L.) bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 2(3): 255-261.