



Araştırma Makalesi / Research Article

Kültür Nohut (*Cicer arietinum*) ve Yabani Nohut (*C. reticulatum*) Melezlerinin İleri Jenerasyonlarında Bazı Tohum Kabuk Özelliklerinin Tanımlanması

*Identification of Some Seed Coat Traits in Advanced Generations of Cultured Chickpea (*Cicer arietinum*) and Wild Chickpea (*C. reticulatum*) Hybrids*

Leyla TURAN ^{1,*}, Behiye Tuba BİÇER ²

¹ Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 21280, Diyarbakır, Türkiye

² Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 21280, Diyarbakır, Türkiye.

<https://doi.org/10.55007/dufed.1282743>

MAKALE BİLGİSİ

Makale Tarihi

Alınış, 13 Nisan 2023

Revize, 30 Nisan 2023

Kabul, 03 Mayıs 2023

Online Yayınlama, 06 Haziran 2023

Anahtar Kelimeler

Nohut, *Cicer arietinum*, *Cicer reticulatum*, Tohum şekli, Tohum kabuk yüzeyi, Tohum rengi.

ARTICLE INFO

Article History

Received, 13 April 2023

Revised, 30 April 2023

Accepted, 03 May 2023

Available Online, 06 June 2023

Keywords

Chickpea, *Cicer arietinum*, *Cicer reticulatum*, Seed shape, Seed shell surface, Seed color

ÖZ

Bu çalışma Gökçe kültür nohutu ile bazı yabani nohut genotiplerinden elde edilen ileri jenerasyon melez hatların tohum kabuk özelliklerinin tanımlanması amacıyla 2021-2022 yetiştirme sezonunda Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri araştırma alanında yürütülmüştür. Çalışmada Gökçe × *Cicer reticulatum* melezinden elde edilen F7-8 jenerasyonlarındaki (Gökçe × Cudi_152 (85 hat), Gökçe × Egil_073 (82 hat), Gökçe × Sirna_060 (84 hat) ve Gökçe × Savur_063 (34 hat)) popülasyonlar kullanılmıştır. Deneme Augmented desende 2 tekrarlamalı olarak, sıra uzunluğu 0,5 m ve sıra arası mesafe 50 cm olan parsellerden oluşmuştur. Çalışmada tohum kabuğu rengi, tohum şekli, tohum kabuk yüzeyi ve tohum kabuğu üzerinde renk ve şekil oluşumları özellikleri tanımlanmıştır. F7-F8 kuşaklarındaki melez hatlarda tohum kabuk rengi siyahtan açık kreme kadar değişmiş kahverengi ve tonları ağırlıklı renkler olmuştur. Hatlara ait tohum şekilleri tüm popülasyonlarda yüksek oranda bezelyemsi tiptedir. Tohum kabuğunun yüzeyinde ve embriyoda değişik renklenmeler belirlenmiş bunlar dantel şekli, leopar desen, kemik görümlü tohum kabuk yüzeyleri olarak tanımlanmıştır.

ABSTRACT

This study was conducted in the Dicle University Faculty of Agriculture research area during the 2021-2022 growing season to determine the seed coat properties of advanced generation hybrid lines derived from Gökçe x wild chickpea genotypes. In the study, chickpea populations in F7-8 generations obtained from Gökçe × *Cicer reticulatum* hybrids (Gökçe × Cudi_152 (85 lines) Gökçe × Egil_073 (82 lines), Gökçe × Sirna_060 (84

*Sorumlu Yazar

E-posta Adresleri: leylatrn8@gmail.com (Leyla TURAN), tbicer@dicle.edu.tr (Behiye Tuba BİÇER)

lines) and Gökçe × Savur_063 (34 lines) were used. Experiment were in augmented design with 2 replications, and plots consist of 0,5 m length, one row and row spacing 50 cm. In the study, the seed coat color, seed shape, seed coat surface and color and shape formation on the seed coat were defined. In the hybrid lines in the F7 F8 generations, the color of the seed coat changed from black to light cream, and the colors were predominantly brown and its tones. In all populations, the seed shapes of the lines were pea-like. Different colorations were determined on the surface of the seed coat and in the embryo, and these were defined as lace shape, leopard pattern, bone-like seed coat surfaces.

1. GİRİŞ

Nohut (*Cice rarietinum L.*), Fabaceae familyasına aittir. *Cicer L.* cinsi, 40 yabani uzun ömürlü, 8 yabani yıllık ve bir yıllık ekili tür içeren 49 taksondan oluşmaktadır [1]. Nohut, alan (17,5 milyon hektar) ve üretim (15,1 milyon ton) bakımından fasulyeden sonra dünyanın en önemli ikinci baklagilidir [2]. 10.000–12.000 yıl önce Bereketli Hilal'de tarım evriminin bir parçası olarak diğer bitkilerle birlikte kültüre alınmıştır [3]. Nohutun menşei Türkiye ve Suriye'dir [4] ve nohutun atası olan *C. Reticulatum Ladiz.* Türkiye'nin Güneyi ve Doğusuna endemik bir türdür [5]. Dünyanın başlıca nohut üreten ülkeleri Hindistan, Avustralya, Türkiye, Pakistan ve İran'dır. Avrupa'da, nohut İspanyol ve Portekizli gezginler tarafından yayılmıştır [6]. Bugün nohut, Güney Asya, Batı Asya, Kuzey ve Doğu Afrika, Güney Avrupa, Kuzey ve Güney Amerika ve Avustralya dâhil olmak üzere dünyanın 33'ten fazla ülkesinde yetiştirilmektedir [7].

Nohut yabani türler bakımından zengin bir genetik havuza sahiptir ve kültürü yapılan türlerle melezlenebilirlik durumuna göre üç gen havuzuna ayrılmaktadır. Birincil gen havuzu türleri *C. arietinum L.* ve *C. reticulatum*, ikincil gen havuzu *C. echinospermum* ve üçüncül gen havuzu türleri *C. bijugum*, *C. judaicum*, *C. pinnatifidum* ve diğer *Cicer* türleridir. [8].

Türler arası melezleme ilk defa Ladizinsky ve Adler [4] tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada *C. reticulatum* ve *C. echinospermum*'da başarı sağlanmış, diğer türlerde melezleme başarılı olmamıştır. Bu ilk türler arası melezlemeden sonra *C. arietinum* × *C. reticulatum* melezlenmiştir. *C. arietinum* × *C. reticulatum* yapılan melezler fertil döl verebilirken *C. arietinum* × *C. echinospermum* kısmen kısırılık sorunu ile karşılaşmış ve F2'de kısırılık oranı daha da artmıştır [4].

Cicer reticulatum ilk olarak Ladizinsky [9] tarafından Dereçi, Savur, Mardin, Türkiye'de keşfedilmiş ve Türkiye'nin doğu ve güneydoğusuna endemiktir [5]. Kültür nohutuna yakın olan *Cicer reticulatum* 2n=16 kromozom sayısına sahip olup kendi kendine döllenebilen yabani nohut türüdür. Bu türün çiçek rengi mor, yaprakları normal (bileşik) olup yaprakçıklar küçük, baklada tane sayısı 1-4 adet ve tane rengi kahverengi, siyahımsı kahverengi ve yeşilimsi kahverengidir [10,11]. Bu türün

büyüme şekli sürünücü, yatık ve yarı-yatık olup tohum kabuğu ağsı (*reticulate*) yapıdadır ayrıca soğuklama ihtiyacı vardır [12,13].

Dünya gen bankaları, *C. reticulatum* ve *C. echinospermum*'un zayıf bir germplazm koleksiyonuna sahiptir. *C. reticulatum* 18 ve *C. echinospermum*'un 10 orijinal aksesiyonu vardır [14]. Dahası, bunlardan bazıları dünyanın önemli gen bankalarında yanlış etiketlenmiş kopyalar gibi görünmektedir [15]. Son zamanlarda nohutun yeni toplamalarıyla *C. reticulatum* ve *C. echinospermum*'un aksesiyon sayısı *C. reticulatum*'da 513'e ve *C. echinospermum*'da 169'a yükseltilmiştir. Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da (Türkiye) bir toplama görevi sırasında, *C. turcicum* Toker, Berger & Göktürk olarak önerilen yeni bir *Cicer* türü keşfedilmiştir. Bu türün Güneydoğu Anadolu'ya endemik olduğu ve bugüne kadar bilinen tek yıllık nohut türlerinden uzakta yalnızca tek bir popülasyonda yer aldığı bildirilmiştir [16].

Yabani tür *C. reticulatum*, kültürü yapılan nohutun (*C. arietinum* L.) yabani atası olarak kabul edilmektedir. Diğer kültürü yapılan nohutlardan farklı olarak, nohutun yabani atasının dar bir dağılıma sahip olduğu ve kültüre alma sırasında bir dizi evrimsel darboğazın, kültürü yapılan nohut çeşitleri arasında dar bir genetik temele yol açtığı bildirilmektedir.

Kültür nohutlarının tohum şekilleri genellikle bir koçun (Koç) kafasına benzer, bu nedenle "*arietinum*" adı verilirken, karakteristik bir gagaya sahip küresel kuşbaşı veya yarı küresel bezelyemsi gibi başka şekilleri de mevcuttur. Tohum kabuğunun yüzeyi pürüzsüz veya yumrulu (*tuberculate*) olabilmektedir. Endosperm yoktur. Tohum büyüklüğü ve rengi çeşit karakteridir ve çevre koşullarından, özellikle nem ve sıcaklıktan yüksek derecede etkilenmektedir. Tohum büyüklüğüne ve rengine göre iki tür kültür nohutu vardır. Bunlar Desi ve Kabuli tiplerdir. Desi tipinde tohumlar genellikle küçük, tohum kabuğu kalın ve tohum rengi krem, sarı, kahverengi, siyah ve yeşil gibi değişik renklerde olabilmektedir. Kabuli tipinde tohumlar genellikle büyük (yaklaşık 0,3-0,5 g/tohum) ila ekstra büyüktür (tohum başına 0,5 g'dan fazla). Tohum kabuğu ince ve renkleri çoğunlukla krem veya bej olup, nadiren beyaz renkte görülür. [17].

Son zamanlarda yapılan ıslah çalışmalarında genetik kaynakların kullanımı oldukça yaygın hale gelmiştir. Bu çalışmada kültüre alınmış nohutun atası olarak kabul edilen *Cicer reticulatum*'un genotipleri kullanılmıştır. Daha önce *C. arietinum* × *C. reticulatum* melezlemesi yapılan ve ileri jenerasyonlara ulaşan çeşit adaylarının karakterizasyonu amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

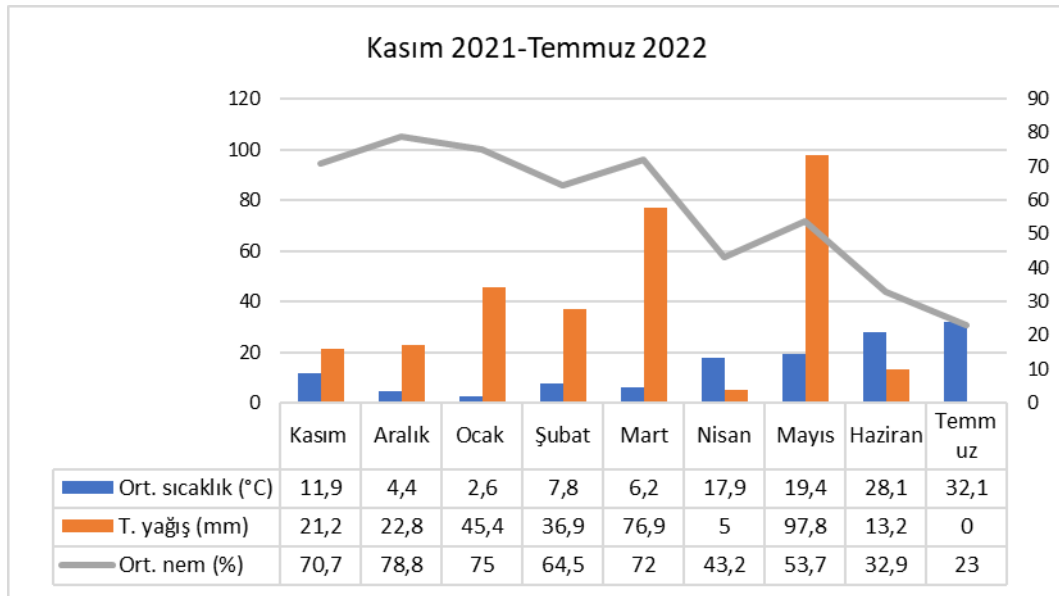
2.1 Materyal

Bu çalışma 2021-2022 üretim sezonunda Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü deneme alanında yürütülmüştür. Deneme alanı koordinatları 37°88'81" K. ve 40° 27' 9" D. arasındadır.

Denemede *Cicer arietinum* türlerinde kabulü tane tipinde Gökçe ve Azkan çeşitleri ile Gökçe × *Cicer reticulaum* melezlerinden elde edilen F7-8 jenerasyonlarında 4 popülasyon Gökçe × Cudi_152 (85 adet hat), Gökçe × Egil_073 (81 adet hat), Gökçe × Sirna_060 (83 adet hat) ve Gökçe x Savur_063 (34 adet hat) kullanılmıştır. Gökçe çeşidinin taneleri koçbaşı tipinde ve krem, tüysüz, çiçek rengi beyaz, bitki rengi yeşildir. Popülasyonlar, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Yemelik Tane Baklagil ıslah programlarından, Doç. Dr. Abdullah KAHRAMAN' dan temin edilmiştir.

2.2 Araştırma Yerinin İklim Özellikleri

Denemenin yürütüldüğü 2021 ve 2022 yılı Diyarbakır iline ait aylık toplam yağış, sıcaklık ve nem ortalamaları Şekil 1' de verilmiştir.



Şekil 1. Diyarbakır ili 2021-2022 iklim verileri

Denemenin yürütüldüğü Kasım – Temmuz ayları arasında iklim değerleri incelendiğinde; tohum ekiminin yapıldığı Kasım ayında ortalama sıcaklığın 11,2 °C ve toplam yağışın 21,2 mm olduğu görülmektedir. Bitki gelişiminin aktif olduğu Mart- Mayıs aylarında Mart ayının soğuk (6,2 °C) ve

yağışlı (76,9 mm), Nisan ayının sıcak (17,9 °C) ve kurak (5,0 mm) ve Mayıs ayının yağışlı (97,8 °C) geçtiği görülmektedir.

2.3 Metot

Deneme Augmented desende 2 tekerrürlü olarak, sıra arası mesafe 50 cm olan parsellere 0,5 m uzunluğunda, 1 sıra olarak ve her sırada 5 tohum olacak şekilde 18 Kasım 2021 tarihinde elle ekilmiştir. Denemede gübreleme ve sulama uygulamaları yapılmamıştır. Yabancı ot mücadelesi için ekim sonrası çıkış öncesi kimyasal olarak mücadele, büyüme ve gelişmenin ileri aşamalarında el ile mücadele yapılmıştır.

Denemede tohum rengi; siyah renkten açık krem renge kadar (skala değeri 1-17) Serrano *et al.* [18]'na göre gözlenmiştir.

Siyah (1)	Kırmızı kahve (2)	Koyu kahve (3)	Kahve (4)	Sarı kahve (5)
Sütlü kahve (6)	Açık kahve (7)	Gri (8)	Koyu sarı (9)	Sarı (10)
Açık sarı (11)	Krem (12)	Kirli krem (13)	Bej (14)	Yeşil (15)
Yeşil kahve (16)	Açık Yeşil (17)			

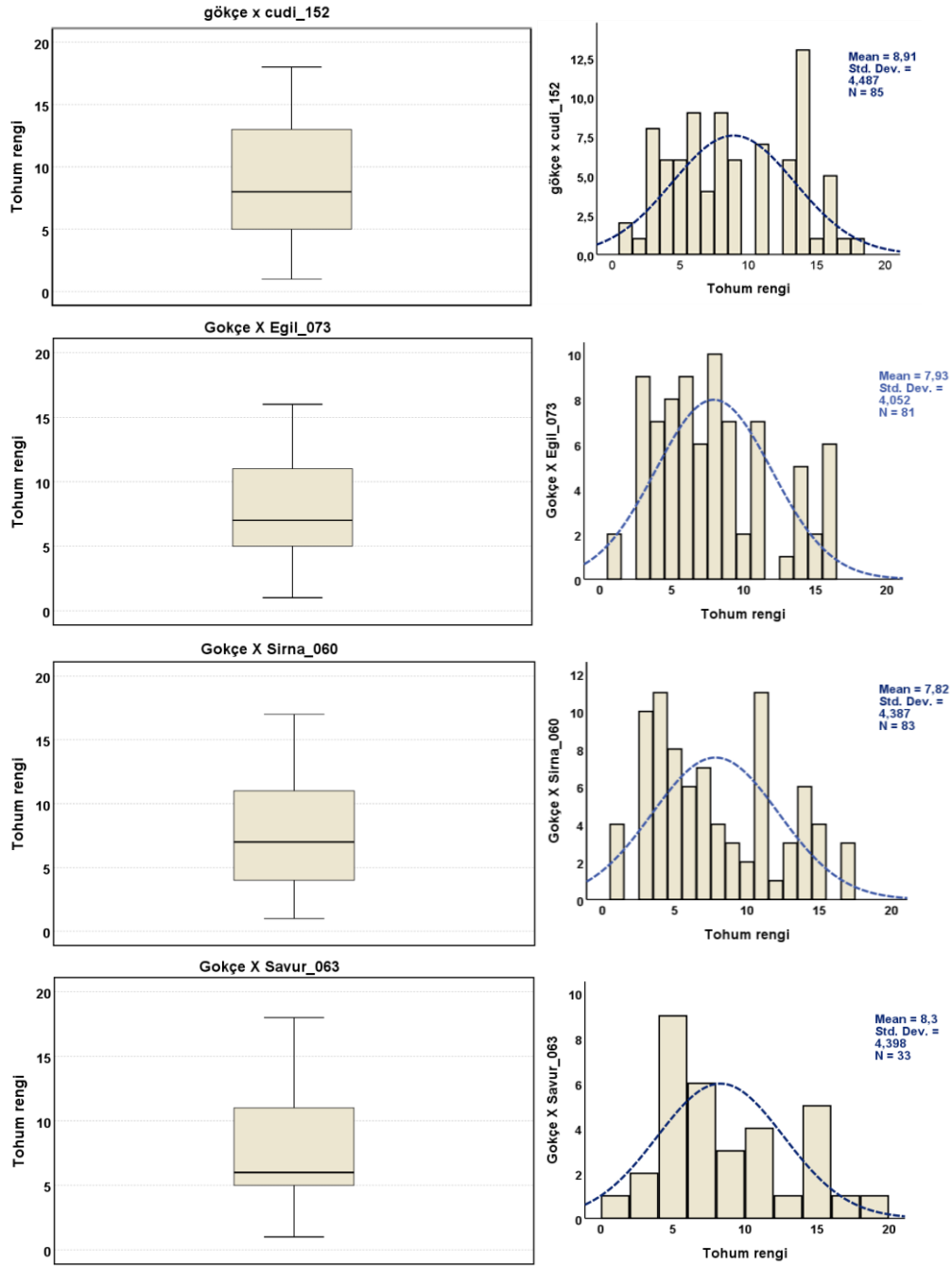
Tohum şekli; kuşbaşı, köşeli ve bezelyemsi (skala değeri 1-3) olarak Wood *et al.* [19]'na göre incelenmiştir. Kabukta tüylenme; tüsüzden çok fazla tüylüye kadar (skala değeri: 1-5) Biçer ve Anlarsal [20]'a göre incelenmiştir. Tohum kabuğu üzerinde renk ve şekil oluşmaları Wood *et al.* [19]'na göre incelenmiştir. Tohum kabuğu ile karakterler sıradaki bitkilerin tüm tohumlarında iki gözlemci tarafından görsel olarak değerlendirilmiştir.

Veriler SPSS paket programında basit istatistiksel analize tabi tutularak frekans analizi yapılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada Gökçe × *Cicer reticulaum* melezlerinden elde edilen F7-8 jenerasyonlarında Gökçe × Cudi_152, Gökçe × Eğil_073, Gökçe × Sirna_060 ve Gökçe × Savur_063 popülasyonlarına ait tohum rengi, tohum şekli ve tohum kabuk yüzeyi karakterleri incelenmiştir.

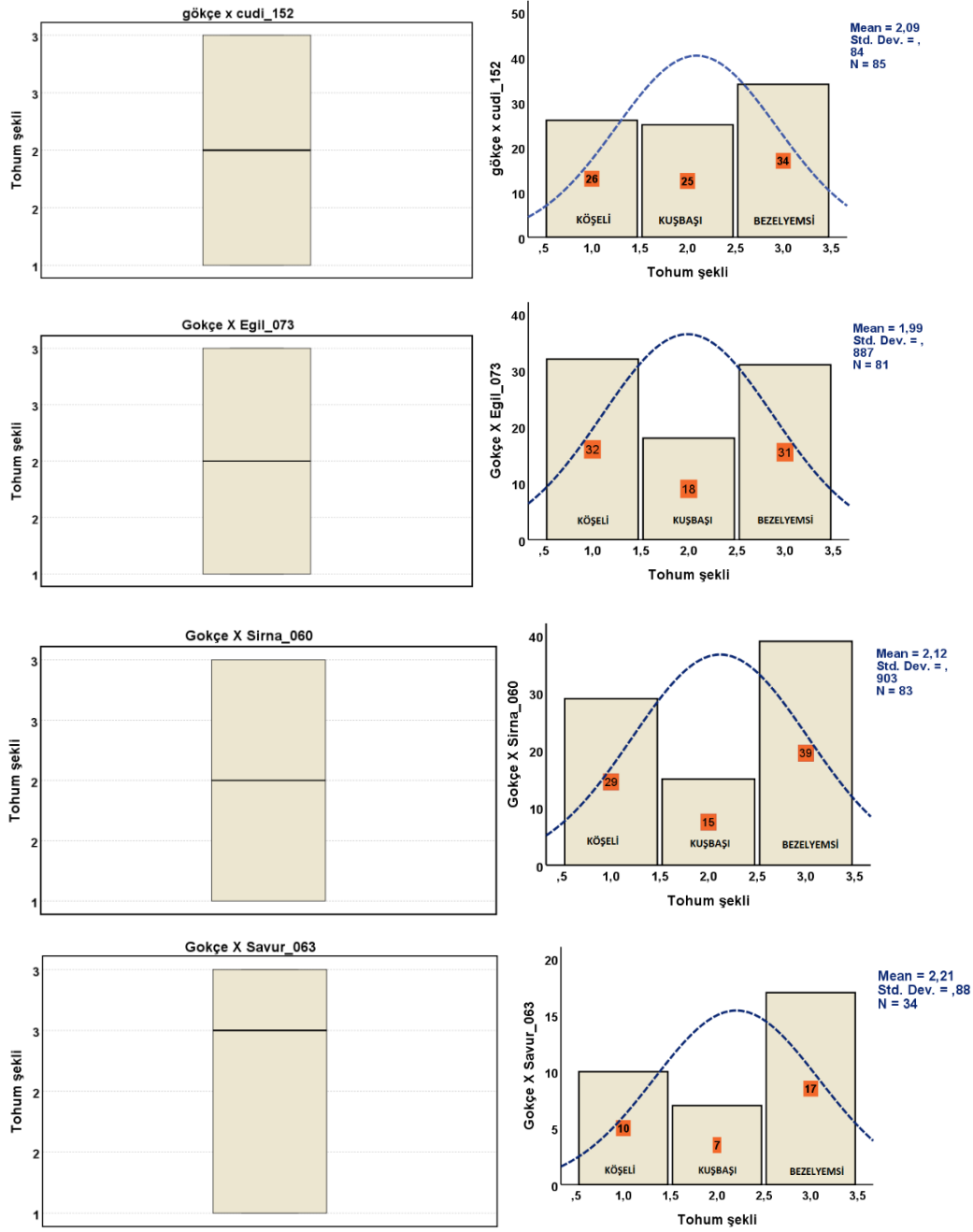
Popülasyonlarda tohum kabuk rengi; kahverengi tonları, siyah tonları, krem sarı tonları ve yeşil tonları [18,19] olarak (skala değeri:1-17) sınıflandırılmıştır. Popülasyonlar genelinde en yüksek kahverengi ve tonları, en düşük yeşil ve tonlarına rastlanmıştır. Gökçe × Cudi2_152 popülasyonunda 85 hat arasında 16 farklı renk gözlenmiştir. Kahverengi ve tonları (%55,55), krem-sarı tonları (%30,0), siyah ve tonları (%7,77) ile yeşil ve tonları (%6,66) olarak sıralanmıştır. Gökçe × Eğil_073 popülasyonunda 81 hat arasında 49 hat ile kahverengi ve tonları hâkim olup (%60,49) bunlar kırmızı-kahve renginden açık kahve rengine kadar değişmiş ayrıca 9 hatta siyah ve tonları (siyah ve koyu gri) gözlemlenmiştir. Gökçe × Sirna_060 popülasyonunda 73 hat arasında kahverengi ve tonları (39 hat), krem-sarı ve tonları (27 hat) ve siyahtan açık gri renge doğru değişen siyah ve tonları (7 hat) belirlenmiştir. Gökçe × Savur_063 popülasyonunda 33 hat arasında kahverengi ve tonları (18 hat: %54,54), yeşil ve tonları (koyu-açık yeşil) (2 hat), siyah ve tonları (3 hat) ve krem-sarı ve tonları (10 hat %30,30) gözlemlenmiştir (Şekil 2). Renk karmaşık bir özellik olduğu için oldukça doğru, nesnel ve kantitatif bir renk ölçümü içermesi gerekmektedir. Renk değerlendirme kriterlerinin sınırları belirsiz olduğundan burada göz yanılgıları olabilmektedir. Bu nedenlebu çalışmada renk skalası genişletilerek değerlendirme yapılmıştır. F7-F8 kuşaklarındaki bu hatlarda askın olarak koyu renkte tohum rengi belirlenmiştir. Anaç olarak kullanılan Gökçe çeşidinin tohum rengi krem ve tohum şekli koçbaşı, yabani tür olan *Cicer reticulatum* ise tohum rengi kahve-siyah-gri ve bunların değişen tonları ile kırışık tohum şekli görülmektedir. Anaçlardan biri Gökçe çeşidi olmasına rağmen tane renklerinin tüm popülasyonlarda siyah renkten krem renge doğru azalan sayıları saptanmıştır. Bizim çalışmamızda yüksek oranda kahverengi ve tonları saptanmış bu durum Meena *et al.* [21]'nin beş ebeveyn ve dokuz farklı melezi incelediği ve kahverengi tohum kabuğunun diğer tüm renkler üzerinde baskın olduğunu bildiren sonuçları ile benzer bulunmuştur. Yine Meena *et al.* [21] bu karakterin üç ana lokus, Hossain *et al.* [22]'da birkaç minor gen ile iki ana lokus tarafından kontrol edildiğini bildirmişlerdir.



Şekil 2. Gökçe × Cudi_152, Gökçe × Egil_073, Gökçe × Sirna_060 ve Gökçe × Savur_063 popülasyonlarına ait tohum renkleri

Popülasyonlarda tohum şekli köşeli, kuşbaşı ve bezelyemsi olarak [18] sınıflandırılmıştır. Tohum şekilleri oldukça değişken olmasına rağmen tohum yüzeyinin kırışık ve radikula ucunun belirgin bir "gaga" şeklinde görülmesi ile bu özellik tanınabilmektedir. Popülasyonlar ayrı ayrı gözlemlendiğinde; Gökçe × Cudi2_152 popülasyonunda 85 hat arasında 34 hatta bezelyemsi, 26 hatta köşeli ve 25 hatta kuşbaşı, Gökçe × Egil_073 popülasyonunda 81 hat arasında köşeli ve bezelyemsi hat sayısı benzer olup (31 hat) en düşük (18 hat) kuşbaşı tohum şekli gözlenmiştir. Gökçe × Sirna_060 ve Gökçe × Savur_063 popülasyonlarında tohum şekilleri bezelyemsi (39-17), köşeli (29-10) ve

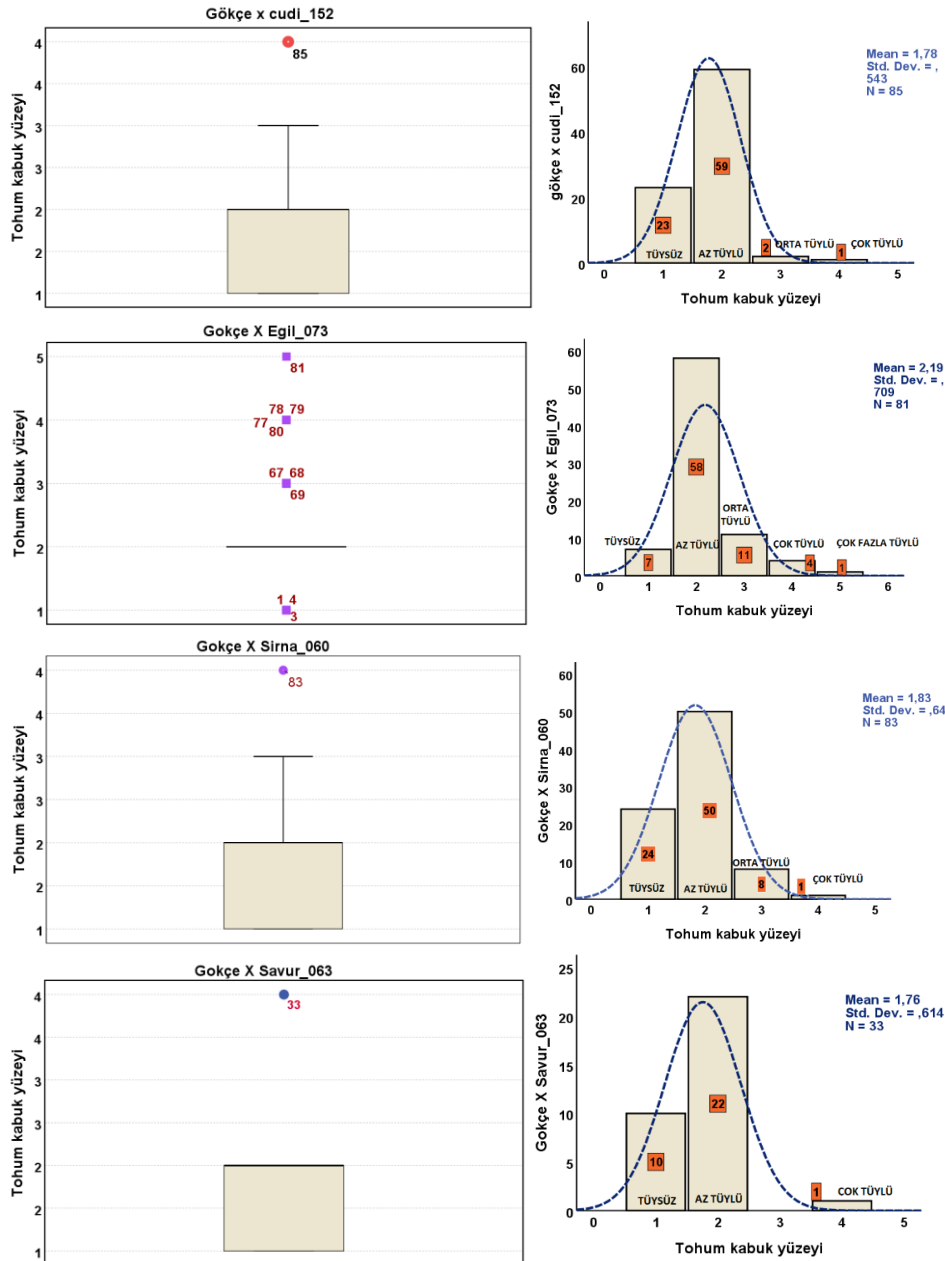
kuşbaşı (15-7) olarak sıralanmıştır (Şekil 3). Kırışik tane formu kabuli tür olarak değerlendirilememiştir. Bunun sebebi; kabuli tipin çiçek rengi (beyaz), tane boyutu, (iri), tane kabuk şekli (ince) ve rengi (krem) tanımlamasına uygun hatta rastlanılmadığından dolayıdır. Yine tohum özelliklerinin geniş varyasyonundan dolayı desi ve bezelyemsi tipler arasında karmaşıklık yaşanacağından dolayı tohum tiplerini kırışik, kuşbaşı ve bezelyemsi olarak tanımlamanın daha gerçekçi olacağı düşünülmüştür. Tanımlamada yaşanan bu durum Knights *et al.* [23] tarafından da bildirilmiştir. Çalışmamızda her iki anaca ait tohum şekilleri yerine yüksek oranda bezelyemsi tohum şekli ortaya çıkmıştır. Tohum tipinin dominant epistasi gösteren iki lokus tarafından yönetildiği ve dominantlık ilişkisinin desi>bezelyemsi>kabuli olarak sıralandığı bildirilmektedir [23]. Tohum iriliği konusunda bir hesaplama yapmamamıza rağmen tane iriliklerinin de *C. reticulatum* yönünde eğilim gösterdiği gözlenmiştir. Hatların popülasyonlar arasında farklılık göstermeksizin tohum şekli yönünden yabancı türe doğru eğilimi yüksektir. Knights *et al.* [23] yuvarlak ve köşeli tohumluların melezlemesi ile F1 jenerasyonunda yuvarlak tohum şeklini köşeli şekle baskın, F2 ve F3 jenerasyonlarında 3: yuvarlak, 1: köşeli oran gözlediklerini ve tane şekillerinin görsel tanımlamada zorluk yaşattığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar F2 jenerasyonunda yaz mevsiminde yüksek sıcaklıklarda olgunlaşan veya bitki başına çok az tohum olduğunda ve tohum oluşumu sırasında bitki strese girmişse, tohum kabuk şekilleri arasında ayırım yapmada zorluk meydana gelebildiğini belirtmişlerdir. Yine Cubero [17]'ya göre tohum şekli hem ebeveyn hem de embriyonun etkisi ile değişen bir karakter olup ve açılan jenerasyonlarda tohum tipi oranlarını bozabildiğini belirtmiştir. Yani birden fazla yumurtalık olması durumunda yumurtalar arası rekabetin tohum şeklini tanımlamada karmaşıklık çıkartabileceğini bildirmektir. Aynı şekilde Gil ve Cubero [24] desi × kabuli melezlemesinde, büyük ve yuvarlak kabuli tohumlarına sahip F2 bitkilerinin daha az sayıda olduğunu, ara şekilli tohumların yüksek oranda olmasının, bunların açıkça tanımlanmış iki gruba (yani, desi ve kabuli) ayrılmasını zorlaştırdığını bildirmişlerdir. Yine tohum kabuğu kalınlığının kabuli tiplerde resesif ve desi tiplerde dominant yönetilmesinden dolayı her iki tohum tipini karakterize eden en az bir gen olduğunu da bildirmişlerdir. Diyarbakır nohut köy popülasyonlarında tane renginin beyaz, siyah, krem, sarı, koyu sarı, açık kahve renklerinin olduğu saptamışlardır [20]. Siyah tanelerin desi tiplerde, sarı ve koyu sarı renklerin bezelyemsi tiplerde olduğunu, kuşbaşı formuna sahip tanelerde tane renginin beyaz, kuşbaşı tanelerde ise rengin beyaz ve krem arasında değiştiğini bildirmişlerdir.



Şekil 3. Gökçe × Cudi_152, Gökçe × Eğil_073, Gökçe × Sirna_060 ve Gökçe × Savur_063 popülasyonlarına ait tohum şekli

Popülasyonlarda tohum kabuk yüzeyinin tüylülük durumu incelenmiştir. Kabukta tüylenme; tüysüz, az tüylü, orta tüylü, çok tüylü ve çok fazla tüylü olarak sınıflandırılmıştır [20]. Gökçe × Cudi2_152 popülasyonunda 59 hatta az tüylü, 23 hatta tüysüz ve 1 hat ise çok tüylü, Gökçe × Eğil_073 popülasyonunda 7 hatta tüysüz tohum kabuğu görülürken, 58 hatta (%71,60) az tüylü tohum kabuğu gözlenmiş, bu popülasyonda diğer popülasyonlarda rastlanmayan çok fazla tüylü tohum kabuğuna 1 adet hatta rastlanmıştır. Gökçe × Sirna_060 ve Gökçe × Savur_063 popülasyonlarında tüysüz tohum kabuk yüzeyi (24-10 hat), az tüylü ise (50-22 hat) tohum kabuk yüzeyine rastlanılmıştır

(Şekil 4). Popülasyonların genelinde tohum kabuğunda tüylülük özelliği ön plana çıkmaktadır. Diyarbakır nohut köy popülasyonlarında yapılan bir çalışmada tane yüzeylerinin tüylüden tüysüze azalan oranlarda olduğu bildirilmiştir [20]. More ve Cruz, [25] tohum yüzeyinin yapısının, pürüzsüzden pürüzlüye baskın olan dört tamamlayıcı gen tarafından kontrol edildiğini bildirmişlerdir. Kim *et al.* [26] *C. bijugum* türünün koyu kırmızımı, *C. echinospermum* türünün ise kısa sarımsı renkte tohum kabuğu tüyüne sahip olduğunu bildirmişlerdir. *C. reticulatum* bu iki tür kadar yoğun tüylü olmamakla beraber hatlarımızda yoğun tüylü tohum kabukları saptanmıştır.



Şekil 4. Gökçe × Cudi_152, Gökçe × Eğil_073, Gökçe × Sirna_060 ve Gökçe × Savur_063 popülasyonlarına ait tohum kabuk yüzeyi

Popülasyonlarda farklı sayılarda hatlar (Gökçe × Cudi_152 (38 hat), Gökçe × Egil_073 (29 hat), Gökçe × Sirna_060 (23 hat) ve Gökçe × Savur_063 (8 hat)) tohum kabuğu üzerinde renk ve şekil oluşumları bakımından [19] incelenmiştir. Tohum kabuğunun yüzeyinde renklenmeler tanımlanmış ve tohum kabuğunun yüzeyi “Dantel Şekli: ornate scroll” hatlar; Gökçe × cudi_152 (11 hat), Gökçe × Egil_073 (6 hat), Gökçe × Sirna_060 (7 hat) ve Gökçe × Savur_063 (2 hat) popülasyonlarında rastlanmıştır (Şekil 5). Tohum kabuğu yüzeyinde koyu kahve üzerine turuncu leopar desenli (Tigger) görünümü Gökçe × Cudi_152 ve Gökçe × Sirna_060 popülasyonlarında (3 hat) rastlanmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Tohum kabuğunun yüzeyi a ve b) dantel şekli (ornate scroll), c) leopar desen

Tohum kabuğunda siyah noktali görünüm Gökçe × Cudi_152 (1 hat), Gökçe × Egil_073 (7 hat) ve Gökçe × Sirna_060 (4 hat) popülasyonlarında gözlenmiştir. Tohum embriyonal kısmında krem, turuncu, gri ve açık kahverengi renklenmeler ise Gökçe × Cudi_152 ve Gökçe × Sirna_060 (5 hat), Gökçe × Egil_073 ve Gökçe × Savur_063 (1 hat) popülasyonlarında rastlanmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Tohum kabuğu yüzeyinde siyah noktalar ve embriyonal kısımda renklenmeler a) kahve, b) turuncu, c) krem

Tohum kabuğu kemik görünümde Gökçe × Cudi_152 ve Gökçe × Egil_073 popülasyonlarında 4 adet hatta rastlanmıştır. Tohum kabuğunda lekeli görünüm olanlar tüm popülasyonlarda 23 adet hatta rastlanmıştır, Gökçe × Cudi_152 popülasyonunda yoğun olarak görülmüştür (Şekil 7).



Şekil 7. Tohum kabuğu a) kemik görünümde, b) lekeli

Wood *et al.* [19] desi de 13 ve kabuli nohutunda 3 farklı tohum işaretleme yaparak tohum üzerindeki renklenmeleri saptamışlardır. Tohum üzerindeki renklenmelerin fizyolojik bitki stresinden, zararlılar ve hastalıklardan, fiziksel hasardan veya kötü depolamadan kaynaklanmış olacağını belirtmişlerdir. Araştırmacılar leopar, siyah nokta, dantel, lekeli tohum kabuğu şekilleri ile farklı embriyo renkli tohumlar tespit etmişlerdir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada Gökçe × *Cicer reticulatum* melezlerinden elde edilen F7-8 jenerasyonlarında Gökçe × Cudi_152, Gökçe × Eğil_073, Gökçe × Sirna_060 ve Gökçe × Savur_063 popülasyonlarına ait tohum rengi, tohum şekli ve tohum kabuk yüzeyi karakterleri incelenmiştir. Tohum kabuk rengi yönünden popülasyonlar genelinde en yüksek kahverengi ve tonları, en düşük yeşil ve tonlarına rastlanmıştır. Bazı popülasyonlarda 16 farklı renk tespit edilmiştir. Renkler kahverengi ve tonları, krem-sarı tonları, siyah ve tonları ve yeşil ve tonları çok görülenden az görülene doğru sıralanmıştır. Popülasyonlarda tohum şekli bezelyemsi, köşeli ve kuşbaşı olarak en çoktan en aza doğru sıralanmıştır. Popülasyonlarda tohum kabuk yüzeyinin tüylülük durumu incelenmiş, tohum kabuğu tüylülüğü az tüylü olan hatlar oldukça yüksek oranda rastlanmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma; Prof. Dr. Behiye Tuba BİÇER danışmanlığında Leyla TURAN tarafından hazırlanan “Kültür nohut (*Cicer arietinum*) ve yabani Nohut (*C. reticulatum*) melezlerinin ileri jenerasyonlarında bazı tohum kabuk özelliklerinin tanımlanması” başlıklı yüksek lisans tezi konusundan üretilmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını bildirmektedirler.

ETİK BEYANI

Bu çalışmada, yazarlar “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamındaki tüm kurallara uyduklarını, ilgili yönergenin “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” olarak belirtilen başlığı altındaki eylemlerden hiçbirini gerçekleştirmediklerini taahhüt ederler.

YAZARLARIN KATKILARI

Leyla TURAN: Analiz, kurgulama, taslak hazırlama, veri toplama, verinin düzenlenmesi, görselleştirme ve yazma. Behiye Tuba BİÇER: Analiz araçlarını sağlama, inceleme, kavramsallaştırma, metodoloji, doğrulama, gözetim ve yazma.

KAYNAKLAR

- [1] P. Smýkal, C. J. Coyne, M. J. Ambrose, N. Maxted, H. Schaefer, M. W. Blair, J. Berger, S. L. Greene, M. N. Nelson, N. Besharat, T. Vymyslický, C. Toker, R. K. Saxena, M. Roorkiwal, M. K. Pandey, J. Hu, Y. H. Li, L. X. Wang, Y. Guo, L. J. Qiu, R. J. Redden and R. K. Varshney, “Legume crops phylogeny and genetic diversity for science and breeding”. *Critical Reviews in Plant Sciences*, vol.34, no. 1-3, pp. 43-104, 2015.
- [2] Anonymous, (2023). Faostat. Accessed: March 16, 2023. [Online]. <http://www.fao.org/faostat/en/#data>
- [3] D. Zohary, and M. Hopf, “*Domestication of plants in the Old World: The origin and spread of cultivated plants in West Asia, Europe and the Nile Valley*” (No. Ed. 3). Oxford university press, 2000.
- [4] G. Ladizinsky and A. Adler. “Genetic relationships among the annual species of *Cicer L.*” *Theoretical and Applied Genetics*, vol. 48, no. 4, pp.197-203, 1976.
- [5] C. Toker, J. Berger, A. Kahraman, A. Aydoğan, C. Can, B. Bukun, R. V. Penmetsa, E. J. von Wettberg and D. R. Cook. “*Cicer reticulatum* Ladizinsky, progenitor of the cultivated chickpea (*C. arietinum L.*)”. *Legume Perspect*, vol. 5, pp. 26–27, 2014.
- [6] L. J. G. Van der Maesen. “Origin, history and taxonomy of chickpea”, *In The chickpea*, pp.11-34, 1987.
- [7] Y. Anbessa, T. Warkentin, R. Bueckert and A. Vandenberg. “Short internode, double podding and early flowering effects on maturity and other agronomic characters in chickpea”. *Field Crops Research*, vol. 102, pp. 43-50, 2007.
- [8] F. K. Kupicha. “The delimitation of tribe Viceae (Leguminosae) and the relationship of *Cicer L.*” *Botanical Journal of the Linnean Society*, vol. 4, pp. 131–162, 1977.
- [9] G. Ladizinsky. “A new *Cicer* from Tukey. Notes from the Royal Botanical Garden Edinburgh”, vol. 34, pp. 201-202, 1975.
- [10] L. D. Robertson, B. Ocampo and K. B. Singh. “Morphological variation in wild annual *Cicer* species in comparison to the cultigen.” *Euphytica*, vol. 95, no. 3, pp. 309- 319, 1997.
- [11] S. Abbo, R. P. Van-Oss, A. Gopher, Y. Saranga, I. Ofner and Z. Peleng. “Plant domestication versus crop evolution: a conceptual framework for cereals and grain legumes.” *Trends in Plant Science*, vol. 19, no. 6, pp. 351-360, 2014.

- [12] S. Abbo, S. Lev- Yadun, and N. Galwey, “Vernalization response of wild chickpea. New Phytologist”, vol. 154, no.3, pp. 695-701, 2002.
- [13] S. Samineni, S. Kamatam, M. Thudi, R. K. Varshney and P. M. Gaur. “Vernalization response in chickpea is controlled by a major 32 QTL”, *Euphytica*, vol. 207, no. 2, pp. 453-461, 2016.
- [14] J. Berger, S. Abbo and N. C. Turner. “Ecogeography of annual wild species”, *Crop Science*, vol. 43, no. 3, pp. 1076–1090, 2003.
- [15] F. Shan, H. C. Clarke, J. A. Plummer, G. Yan and K. H. M. Siddique, “Geographical patterns of genetic variation in the world collections of wild annual *Cicer* characterized by amplified fragment length polymorphisms” *Theoretical and Applied Genetics*, vol. 110, pp. 381–391, 2005.
- [16] C. Toker, J. Berger, T. Eker, D. Sari, H. Sari, R. S. Gokturk, A. Kahraman, B. Aydın and E. Von Wettberg, “*Cicer turcicum*: A New *Cicer* species and its potential to improve chickpea”. *Frontiers in Plant Science*, vol. 12, pp. 587, 2021.
- [17] J. I. Cubero, “Morphology of chickpea.” In: MC. Saxena, KB. Singh (eds) *The Chickpea*. CAB. International, Wallingford, Oxon, OX10 8DE, UK, 1987, pp. 35–66.
- [18] C. Serrano, B. Carbas, A. Castanho, A. Soares, M. C. V. Patto and C. Brites. “Characterisation of nutritional quality traits of a chickpea (*Cicer arietinum*) germplasm collection exploited in chickpea breeding in Europe”. *Crop and Pasture Science*, vol. 68, no. 11, pp. 1031-1040, 2017.
- [19] J. A. Wood, N. E. Egan, C. F. Keir, J. C. Miller, G. C. Pengilley and K. B. Hobson. “Characterisation of seed marking types in chickpea (*Cicer arietinum* L.): Tiger stripe and other blemishes”. *Legume Science*, vol. 2, no. 2, e29, 2020.
- [20] B. T. Biçer ve A. E. Anlarsal, “Diyarbakır Yöresi Nohut (*Cicer arietinum* L.) Köy Popülasyonlarının Tarımsal, Morfolojik ve Fenolojik Özellikler için Değerlendirilmesi” *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, vol.9, no. 3, pp. 1-8, 2005.
- [21] H. S. Meena, J. Kumar and S. S. Yadav. “Inheritance of seed coat color in chickpea (*Cicer arietinum* L.)” *Indian J. Genet*, vol. 64, no. 2, pp. 151 -152, 2004.
- [22] S. Hossain, J. Panozzo, C. Pittock, and R. Ford. “Quantitative trait loci analysis of seed coat color components for selective breeding in chickpea (*Cicer arietinum* L.)” *Canadian journal of plant science*, vol. 91, no.1, pp. 49-55, 2011.
- [23] E. J. Knights, J. A. Wood, and S. Harden. “A gene influencing seed shape of desi type chickpea (*Cicer arietinum* L.)” *Plant breeding*, vol. 130, no. 2, pp. 278-280, 2011.
- [24] J. Giland and J. I. Cubero. “Inheritance of seed coat thickness in chickpea (*Cicer arietinum* L.) and its evolutionary implications”. *Plant Breeding*, vol. 111, no. 3, pp. 257-260, 1993.
- [25] D. C. More and R. D. Cruz, “Genetic studies in Bengal gram (*Cicer arietinum*, L.) V: D-70-10 · White flowered White grained-II.” *J. Maharashtra Agric. Univ.*, vol. 1, pp. 11-14, 1976.
- [26] S. Kim, M. Han and A. L. Rayburn. “Genome size and seed mass analyses in *Cicer arietinum* (Chickpea) and wild *Cicer* species”. *Hort Science*, vol. 50, no. 12, pp. 1751-1756, 2015.