

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**NOHUTTA (*Cicer arietinum* L.) DANE İRİLİĞİ VE ÇİFT BAKLALILIK
ÖZELLİKLERİNİN BİRLEŞTİRİLMESİ**

Kamile Gül KIVRAK

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARLA BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

OCAK 2021

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**NOHUTTA (*Cicer arietinum* L.) DANE İRİLİĞİ VE ÇİFT BAKLALILIK
ÖZELLİKLERİNİN BİRLEŞTİRİLMESİ**

Kamile Gül KIVRAK

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARLA BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

OCAK 2021

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**NOHUTTA (*Cicer arietinum* L.) DANE İRİLİĞİ VE ÇİFT BAKLALILIK
ÖZELLİKLERİNİN BİRLEŞTİRİLMESİ**

**Kamile Gül KIVRAK
TARLA BİTKİLERİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

OCAK 2021

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

NOHUTTA (*Cicer arietinum* L.) DANE İRİLİĞİ VE ÇİFT BAKLALILIK
ÖZELLİKLERİNİN BİRLEŞTİRİLMESİ

Kamile Gül KIVRAK
TARLA BİTKİLERİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 08/01/2021 tarihinde jüri tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Cengiz TOKER(Danışman)

Doç. Dr. Engin YOL

Doç. Dr. Abdullah KAHRAMAN

ÖZET

NOHUTTA (*Cicer arietinum* L.) DANE İRİLİĞİ VE ÇİFT BAKLALILIK ÖZELLİKLERİNİN BİRLEŞTİRİLMESİ

Kamile Gül KIVRAK

Yüksek Lisans Tezi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Cengiz TOKER

Ocak 2021; 30 sayfa

‘Kabuli’ nohutlarda dane iriliği; piyasadaki diğer nohutlara göre yüksek fiyata sahip olmasından değil aynı zamanda çimlenme sırasındaki üstün çimlenme gücüne sahip olmasından dolayı önemlidir. Çift baklalı nohutlar, tek baklalılardan daha fazla verim ve uyum (stabilite) avantajına sahiptir. Bu çalışmada, (i) ekstra iri danelilik ve çift baklalılık özelliklerinin 'kabuli' tip nohutta birleştirilmesi, (ii) transgresif açılma yoluyla varyasyonun artırılması ve (iii) önemli tarımsal-morfolojik özellikler ile birlikte 100-dane ağırlığının kalıtım derecesinin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçlar doğrultusunda, tek baklalı ve basit yaprağa sahip olan iri daneli nohut ‘Sierra’ (49.9 g 100-dane ağırlığı) ile çift baklalı ve bileşik yaprağa sahip, küçük daneli ‘CA 2969’ (31 g 100-dane ağırlığı) melezlenmiştir. Tek baklalı ve bileşik yapraklı F₁ bitkileri gerçek melez bitki döllerini belirtirken, F₂ bitkileri, bileşik yapraklı ve tek baklalı, bileşik yapraklı ve çift baklalı, basit yapraklı ve tek baklalı ve basit yapraklı ve çift baklalı olarak dört gruba ayrılmıştır. Ekstra iri danelilik özelliğinin kalıtım şeklinin, çok genle kontrol edilen dominant alleller tarafından idare edildiği görülmüştür. F₂'deki transgresif açılımlar sadece 100-dane ağırlığı için değil, aynı zamanda, nohutta dane iriliği gibi tarımsal-morfolojik özelliklerin de tür içi melezlemeler ile geliştirilebileceğini ortaya koymuştur. Dane iriliği için seleksiyon bitki başına dane verimine bağlı olabilir. Çünkü dane veriminin, 100-dane ağırlığı üzerinde en yüksek doğrudan etkiye sahip olabileceği düşünülmektedir. F₂'de çift baklalı ve ≥ 55 g'lık 100-dane ağırlığına sahip bazı döller, en iyi ebeveyninkinden (49.9 g) daha iri dane boyutuna sahiptir. Ekstra iri daneli ve çift baklalılık özellikler, 'kabuli' nohutta uygun tür içi melezlemeleri ile birleştirilebilir.

ANAHTAR KELİMELE: Çift baklalılık, İri dane, Nohut, *Cicer arietinum*, Transgresif açılımlar, Tür içi melezlemeler

JÜRİ: Prof. Dr. Cengiz TOKER

Doç. Dr. Engin YOL

Doç. Dr. Abdullah KAHRAMAN

ABSTRACT

PYRAMIDING OF EXTRA LARGE SEEDED AND DOUBLE PODDED TRAITS IN CHICKPEA (*Cicer arietinum* L.)

Kamile Gül KIVRAK

MSc Thesis in Department of Field Crops

Supervisor: Prof. Dr. Cengiz TOKER

January 2021; 30 pages

Large seed size in ‘kabuli’ chickpea (*Cicer arietinum* L.) is not only important in the market due to its higher price than that of its counterparts but also for its superior seedling vigor during germination. Double-podded chickpea has a considerable yield and stability advantage over single-podded chickpea. The present study aimed for (i) integration of extra-large-seeded and double-podded traits in ‘kabuli’ chickpea, (ii) increasing variation by transgressive segregations and (iii) estimating heritability of 100-seed weight along with important agro-morphological traits. For these objectives, the large-seeded chickpea, Sierra, having single pods and unifoliolate leaf was crossed with the small-seeded CA 2969 having double pods and imparipinnate leaf. F₁ plants were single-podded with imparipinnate leaves, indicating that progeny were true hybrid plants, while F₂ plants segregated as single-podded with imparipinnate leaf over double-podded with unifoliolate leaf. Inheritance pattern of the extra-large-seeded trait seemed to be polygenically controlled dominant alleles. Transgressive segregations were not only found for 100-seed weight, but also for agro-morphological traits in F₂, revealing that seed size in chickpea could be improved via intraspecific crosses. Selection for large seed size could be based on seed yield per plant since the seed yield had the highest direct effect on 100-seed weight. Some progeny in F₂ with 100-seed weight of $\geq$ 55 g and double pods per axil had a larger seed size than that of the best parent (49.9 g). Extra-large-seeded and double-podded traits can be pyramided with intraspecific crossing of suitable ‘kabuli’ chickpeas.

KEYWORDS: *Cicer arietinum*, Chickpea, Double pod, Intraspecific crosses, Extra large seed, Transgressive segregations

COMMITTEE: Prof. Dr. Cengiz TOKER

Asst. Prof. Dr. Engin YOL

Asst. Prof. Dr. Abdullah KAHRAMAN

ÖNSÖZ

Ülkemizde, yemeklik baklagil çeşitleri arasında nohut, ekim ve üretim kapasitesi açısından ilk sıralarda yer almaktadır. İnsan beslenmesinde oldukça önemli olmasının nedeni protein açığının kapatılmasında kuru danelerinde yüksek oranda protein bulundurmasıdır. Nohut, içerisinde yer alan proteinin yanı sıra magnezyum, demir, çinko ve fosfor barındırmasıdır. Birçok bitkide olduğu gibi nohut yetiştiriciliğinde de temel amaç birim alandaki verim artışını sağlamak ve kaliteli ürün elde etmektir. Bunun sağlanması için mevcut ekolojik şartlarda en uygun yetiştirme tekniklerinin uygulanması ve verimi yüksek çeşitlerin kullanılması gerekmektedir. Verimi etkileyen bitkinin genetik yapısı ve çevre faktörleridir. Çevre faktörleri kısmen de olsa üretici tarafından değiştirilebilir, ancak genetik yapının değiştirilmesi ancak ıslah çalışmaları ile mümkün olmaktadır. Günümüzde üretici ve tüketici tercihleri de göz önünde bulundurulduğunda, iri ve beyaz daneli, yüksek verimli nohutlara talebin daha fazla olduğu görülmüştür. Fakat ülkemizde tarımsal üretim alanlarının sınırlı ve her geçen yıl azalması artan nohut ihtiyacının karşılanmadığını göstermiştir. Bu sebeple hem üretici hem de tüketicinin beklentisi olan iri ve beyaz daneli nohudu elde etmek ve birim alanda verim artışı sağlamak için, nohutta dane iriliği ve çift baklalılık özelliğinin birleştirilmesi ile ilgili bu tez çalışması yürütülmüştür. Aynı zamanda, tür içi melezlemelerde transgresif açılımlar ile varyasyonu artırmak ve 100-dane ağırlığının önemli tarımsal ve morfolojik özelliklerle birlikte kalıtım derecesini tahmin etmek hedeflenmiştir.

Yüksek Lisans eğitimim süresince, tez konumun belirlenmesi, hazırlanması, yazımı ve bu çalışmanın her aşamasında bilgi, öneri, deneyim, görüş, yardımını ve desteğini bir an olsun esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Cengiz TOKER'e sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans tez çalışmam boyunca bilgi ve destekleriyle yanımda olan Araş. Gör. Hatice SARI'ya, Ziraat Yüksek Mühendisi Tuba EKER'e, saygıdeğer arkadaşım Ziraat Yüksek Mühendisi Yılmaz UZAR'a ve Enes BÖRCEK'e değerli katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Son olarak ise tez çalışmamın başından sonuna kadar maddi ve manevi her türlü desteği sağlayan ve her zaman yanımda olan annem Ayşe KIVRAK'a, yengelerim Merve KIVRAK ve Dudu KIVRAK'a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
AKADEMİK BEYAN	v
SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI.....	3
2.1 Nohutta Yapılan Tarımsal ve Morfolojik Özellikler ile İlgili Bilgiler	3
2.2 Nohutta Dane İriliği ile İlgili	6
2.3. Nohutta Çift Baklalılık İçin Yapılan Çalışmalar	7
3. MATERYAL VE METOT.....	10
3.1. Materyal.....	10
3.1.1. Tür içi melezlemelerde kullanılan ebeveynler.....	10
3.1.2. Yağış miktarı ve sıcaklıklar	10
3.1.3. Deneme alanının toprak özellikleri	11
3.2. Metot	12
3.2.1. Melezleme çalışmaları, F ₁ ve F ₂ popülasyonları	12
3.2.2. Tarımsal uygulamalar.....	12
3.2.3. Fenolojik, tarımsal ve morfolojik özellikler için gözlemler	12
3.2.4. Veri analizleri	13
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	15
4.1. Bulgular	15
4.1.1. F ₁ döller ve F ₂ popülasyonu	15
4.1.2. Transgresif açılmalar	16
4.1.3. Tarımsal ve morfolojik özelliklerin 100-dane ağırlığı ile ilişkileri	18
4.1.4. 100-dane ağırlığı, tarımsal ve morfolojik özelliklerin kalıtımı	20
4.2. Tartışma	20
5. SONUÇLAR.....	24
6. KAYNAKLAR	25
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Nohutta (*Cicer arietinum* L.) Dane İriliği Ve Çift Baklalılık Özelliğinin Birleştirilmesi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

08/01/2021

Kamile Gül KIVRAK

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

%	: Yüzde (Oran)
Ca	:Kalsiyum
CaCO ₃	:Kalsiyum karbonat
cm	:Santimetre
Cu	:Bakır
F ₁ , F ₂ ...	:F...seviyesinde ıslah kademesi
Fe	:Demir
g	:Gram
h^2	:Kalıtım değeri
ha	:Hektar
K	:Potasyum
kg	:Kilogram
l	:Litre
Mg	:Magnezyum
mg	:Miligram
mm	:Milimetre
Mn	:Mangan
N	:Azot
Na	:Sodyum
°C	:Celcius derece
P	:Fosfor
pH	:Hidrojen gücü (Power of Hydrogen)
<i>sfl</i>	:Tek çiçek geni
s	:Tek çiçek geni

Zn :Çinko
Mb :Mega baz

Kısaltmalar

FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations-Birleşmiş
Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
QTL :Quantitative Trait Locus-Kantitatif Özellik Lokusu
RIL :Recombinant Inbred Line –Rekombinant Kendilenmiş Hat
LG : Bağlantı grubu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Ebeveynlerin morfolojik özellikleri a) CA 2969 (çift baklalı ve bileşik yapraklı) b) Sierra (tek baklalı ve basit yapraklı)	9
Şekil 3.2. F ₁ ve F ₂ popülasyonlarının yetiştirme dönemine (2017 ve 2018) ait yağış (mm) ve sıcaklıklar (°C).....	10
Şekil 4.1. F ₂ popülasyonunda yaprak şekli ve çiçek sayısı özelliklerindeki açılımlara örnekler: a) bileşik yapraklı ve tek çiçekli, b) basit yapraklı ve çift çiçekli	14
Şekil 4.2. 100-dane ağırlığına göre F ₂ popülasyonun dağılımı	19
Şekil 4.3. a) Sierra'ya (49.9 g) b) F ₂ popülasyonundan çift baklalı bir genotipe (58 g) c) CA 2969'a (31 g) ait tohumlar	21

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Deneme alanının toprak özellikleri, makro ve mikro bitki besinleri	11
Çizelge 3.2. Fenolojik, tarımsal ve morfolojik özelliklere ait tanımlar	12
Çizelge 4.1. Sierra ve CA 2969 arasındaki tür içi melezlemeden köken alan F ₂ popülasyonunda yaprak şeklinin (bileşik veya basit yapraklı) ve bir yaprak koltuğundan çıkan bakla sayısının (tek veya çift) kalıtımı	15
Çizelge 4.2. Sierra (tek baklalı ve basit yapraklı) ve CA 2969 (çift baklalı ve bileşik yapraklı) melezinden elde edilen F ₂ popülasyonunda tarımsal ve morfolojik özellikler için ortalamalar±standart hatalar, değişim aralığı ve kalıtım dereceleri	16
Çizelge 4.3. 100-dane ağırlığına tarımsal ve morfolojik özelliklerin doğrudan (kalın) ve dolaylı (normal) etkilerinin path (p) ve fenotipik korelasyon (r) katsayıları	18

1. GİRİŞ

Tek yıllık bir baklagil bitkisi olan nohut, $2n = 2x = 16$ kromozomlu, (yüksek oranda) kendine döllen ve 738 Mb büyüklüğünde genoma sahip bir türdür (Varshney vd. 2013). Nohudun köken merkezi Güney-Doğu Türkiye ve Suriye'nin kuzeyidir (Ladizinsky 1975; van der Maesen 1987). Değişik kaynaklara dayanarak bilinen en eski arkeolojik nohut kalıntılarının Tell-el Kerkh (Suriye) kazılarında geç 10. binyılda (milenyumda) bulunduğu bildirilmiştir (Tanno ve Wilcox 2006). Bir diğer eski nohut kalıntılarının Çayönü (Türkiye) kazılarında bulunduğu ve M.Ö. 7500–6800 yıllarına ait olduğu rapor edilmiştir (Zohary ve Hopf 2000).

Nohut içerdiği protein ve karbonhidrat değeri bakımından oldukça zengin bir baklagil bitkisidir. Gelişmiş ülkelerde yemeklik, leblebik ve hayvansal gıda (Akçin 1988) olarak kullanılan tarımsal sanayi ürünüdür (Şehirali 1988). Nohut, önemli bir yemeklik baklagil olmasının yanı sıra, aynı zamanda yemeklik baklagiller arasında kuraklığa en dayanıklı olanıdır (Toker ve Yadav 2010). Aynı zamanda, atmosferik nitrojeni toprağa sabitleme kabiliyetine bağlı olarak rotasyon ürünü olarak ve sürdürülebilir tarımda örtü bitkisi olarak kullanılmaktadır. Dünya çapında, 2018 yılında 17.8 milyon hektarlık ekim alanı ile serin iklim baklagilleri arasında en geniş ekim alanına sahiptir (FAOSTAT 2020).

Tarımsal üretimi yapılan nohut, dane ve bitkisel özelliklerine göre 'kabuli' (*macrosperma*) ve 'desi' (*microsperma*) olarak ikiye ayrılmaktadır (van der Maesen 1972; Eker vd. 2018). Kabuli tip nohutlar, beyaz çiçekli, pigmentsiz gövde yapısına ve iri-krem renkli danelere sahiptir, desi tip nohutlar ise mavi, pembe ve mor çiçekli, pigmentli gövdeye ve nispeten küçük, siyah, kahve veya yeşil renkli danelere sahiptir. Yüksek protein içeriğinden dolayı önemli bitkisel protein kaynaklarından biri olan nohut (Eser ve Soran 1978), Birleşmiş Milletler Tarım ve Gıda Örgütü (FAO) 2018 yılı rakamlarına göre dünyada 56 ülkede üretimi yapılmaktadır. Yine, aynı kaynağın 2018 yılı verilerine göre dünyada 17.8 milyon ha alanda ekilirken, 17.2 milyon ton nohut üretimi gerçekleşmiştir (FAOSTAT 2020). Ülkemizde ise yaklaşık 514 bin ha alanda ekimi yapılmaktadır ve yaklaşık 630 bin ton ürün elde edildiği saptanmıştır. Türkiye, dünyada nohut ekilişi bakımından İran, Pakistan, Hindistan ve Avusturalya'dan sonra 5. sırada ve üretimi bakımından Avustralya ve Hindistan'dan sonra 3. sırada yer almaktadır (FAOSTAT 2020). Nohut yetiştiriciliği genelde marjinal alanlarda girdi (gübre, kimyasal, sulama vb.) kullanmadan yapıldığı için organik tarıma en uygun bitkilerden biri olduğu bilinmektedir. Ülkemizde nohutta organik yetiştiricilik yapılmakta ve toplam üretimin 6.800 ton olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Kodaş ve Er 2012). Bununla beraber dünyada nohut üretim miktarı ve ekim alanları her geçen yıl artmasına rağmen, ülkemizde üretim miktarı ve ekim alanlarında azalma olduğu görülmektedir (Toker vd. 2015).

Nohutta, dane iriliği ve rengi pazarda önemli ticari kriterler olarak görülmektedir (Regan vd. 2006). Nohutta dane iriliği, tek dane ağırlığı (Abbo vd. 2000; Upadhyaya vd. 2003), 100-dane ağırlığı (Sundaram vd. 2019) ve milimetrik elek ölçeği olarak (Bicer ve Sakar 2008; Bicer, 2009) tanımlanmaktadır. 'Kabuli' tip nohutlarda dane şekli açısından, 'koçbaşı', 'kuşbaşı' ve 'bezelye' (Singh 1987) olmak üzere üç ayrı sınıf mevcuttur ve koçbaşı nohutlar, genellikle 100-dane ağırlığı 60 gr $\geq$ yüksek olan aşırı iri dane boyutuna sahiptir (Pundir vd. 1988). Nohutta dane iriliği sadece genetik faktörler

tarafından değil, aynı zamanda çevreden de etkilenmektedir (Singh 1987; Yasar vd. 2014; Köseoğlu vd. 2017; Muehlbauer ve Singh 1987; Upadhyaya vd. 2006). Tüketici tercihlerinden dolayı iri daneli nohutların üretimi çiftçiler (üreticiler) tarafından daha çok yapılmaktadır ve ayrıca iri daneli nohutlar bölgesel ve uluslararası pazarlarda daha yüksek fiyata sahip olmaktadır (Gaur vd. 2016; Muehlbauer ve Sarker 2017). Yüksek fiyatın yanı sıra, iri daneli nohutlar, küçük danelilere göre kuraklık stresinden etkilenmemek için daha derin ekimler yapıldığında, yüksek fide gücüne (vigour) sahip olması nedeniyle çimlenme sırasında avantaj sağlamaktadır (Toker vd. 2007). Bu nedenle iri danelilik ıslah programlarında kayda değer bir özellik olarak kabul edilmiştir (Upadhyaya vd. 2006). Nohutta, iri danelilik özelliğinin kalıtımı için, 1950'lerden bugüne çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Balasubrahmanyam 1950; Malhotra ve Singh 1989; Singh vd. 1992, 1993; Kumar ve Singh 1995; Sundaram vd. 2019). Dane iriliğinin kalıtımı tek genli (monogenik), iki genli (digenik) ve çok genli (poligenik) olarak rapor edilmiştir (Kumar ve Singh 1995; Malhotra vd. 1997; Hovav vd. 2003; Upadhyaya vd. 2006; Hossain vd. 2010; Sharma vd. 2013; Sundaram vd. 2019; Kivrak vd. 2020). Nohutta dane iriliği rekombinant kendilenmiş hatlar (RIL'ler) kullanılarak haritalanmış ve LG1, LG2, LG4, LG5, LG7 ve LG8'de iki kantitatif özellik lokusu (QTL) tespit edilmiştir (Cobos vd. 2007; Hossain vd. 2010; Verma vd. 2015; Singh vd. 2016).

Nohutta dane iriliğinin yanı sıra, çift baklalılık özelliği, tek baklalı nohutlar ile kıyaslandığında, verimin arttırılmasında ve değişen çevrelerde durağanlaştırılmasında (stabil) önemli özelliklerden birisidir (Sheldrake vd. 1978; Singh ve van Rheenen 1994; Rubio vd. 1998; Kumar vd. 2000; Rubio vd. 2004; Ali vd. 2010). Çift baklalılık özelliği, ilk olarak 1930'larda mutant bir desi nohutta tanımlanmış ve tek bir resesif 's' veya 'sfl' geni tarafından kontrol edildiği bildirilmiştir (Muehlbauer ve Singh 1987). Bazı QTL'ler LG6'da tanımlanmıştır (Rajesh vd. 2002; Cho vd. 2002; Tar'an vd. 2013; Ali vd. 2016). Çift baklalılık özelliğini sağlayan genin birleştirilmesi için, nohutta tür içi ve türler arası melezleme çalışmaları yapılmıştır (Gil vd. 1996; Yasar vd. 2014; Ali vd. 2016; Köseoğlu vd. 2017; Adak vd. 2017; Tar'an vd. 2013) ve kantitatif özellikler için transgresif açılımlar bildirilmiştir.

'Kabuli' nohut ile ilgili bazı örnek çalışmalarda, yalnızca dane iriliğini artırmak için değil (Gaur vd. 2006) aynı zamanda yanıklık hastalığına (*Ascochyta rabiei* (Pass.) Labr.) dayanıklılık ile birleştirmek de hedeflenmiştir (Gil vd. 2017). Böylece, bazı verimli çeşitler piyasaya sunulmuştur (Muehlbauer vd. 2004; Tar'an vd. 2011; Vandemark vd. 2015; Urrea vd. 2017; Vandemark vd. 2019). Bu çalışmaların hiçbirinde, iri danelilik ve çift baklalılık özelliklerin bir bitkide entegre edildiği bildirilmemiştir. Bu nedenle, bu yüksek lisans çalışması, (i) 'kabuli' tip nohutta aşırı (ekstra) iri danelilik ve çift baklalılık özelliklerini birleştirmek, (ii) tür içi melezlemelerde transgresif açılımlar ile varyasyonu artırmak ve (iii) 100-dane ağırlığının önemli tarımsal ve morfolojik özelliklerle birlikte kalıtım derecesini tahmin etmek için ele alınmıştır.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1 Nohutta Yapılan Tarımsal ve Morfolojik Özellikler ile İlgili Bilgiler

Akman vd.(1993) tarafından yapılan bir çalışmada; Bursa yöresinde 22 adet nohut hattı ile Canitez 87 ve Güney Sarısı 482 (ILC482) çeşitlerinin verimi ile bazı tarımsal özellikler arasındaki ilişkileri saptamak amaçlanmıştır. Nohut hatları arasında en yüksek dane verimini 103 numaralı hat (2687 kg/ha) verirken bu hattı 114 numaralı hat (2616 kg/ha) izlemiştir. Nohut hatları arasında istatistik olarak bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bitkide ana dal sayısı, dal başına düşen bakla sayısı, baklada dane sayısı, bakla boyu, bakla eni, bitki başına dane oranları bakımından önemli farklılıklar saptanırken, bitkide bakla sayısı bakımından farklılık görülmemiştir. En fazla ölüm 133 numaralı hatta (%26.46) bulunurken, en az ölüm 103 numaralı hatta (%0.56) görülmüştür. Bitki verimi ile 1000-dane ağırlığı, bakla eni, bakla boyu ölüm oranları arasında olumlu ve önemli ilişki saptanırken, dekara verim, ilk baklanın yerden yüksekliği, dalda bakla sayısı, bitkide dal sayısı ve bitki boyu arasında olumlu fakat önemsiz, bitkide dane sayısı ve baklada dane sayısı arasında olumsuz ve önemsiz ilişkiler bulunmuştur. Hatlar arasında iri daneli, verimi yüksek ve soğuğa dayanıklı olan 114, 127, 144 numaralı hatlar ile ILC 482 çeşidi kışlık olarak Bursa yöresinde kültürü yapılabilecek nohutlar olarak gösterilebileceği belirtilmiştir.

2015 ve 2016 yıllarında Çukurova koşullarında yapılan bir araştırmada 20 nohut (*Cicer arietinum* L.) genotipi ile verim ve verimle ilgili bazı özellikler arasındaki ilişkileri tespit etmek amaçlanmıştır. Deneme ekimleri kışın yapılmış ve materyallerden kışlık ekime yönelik seleksiyon ve değerlendirmeler yapılmıştır. Araştırmanın yürütüldüğü yılda elde edilen ortalama en yüksek ve en düşük dane verimleri 364.55-169.59 kg/da, çiçeklenme süresi 61.00-53.67 gün, bitki boyu 78.3-63.83 cm, ilk bakla yüksekliği 41.07-28.87 cm, yüz dane ağırlığı 50.00-35.3gr. ve protein değerleri %20.69-17.57 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Bunlara ek olarak da 1-9 skalasında hastalık okumaları ve kalite değerlendirmeleri yapılarak genotipler değerlendirilmiştir (Mart vd. 2017).

Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri araştırma alanında kurulan bir denemede yöreden toplanan 43 kabulü tip, 3 desi tip yerel nohut çeşidi ile iki tescilli nohut (ILC 482 ve Diyar 95) çeşidi ile tarımsal özellikler ve özellikler arasındaki ilişkileri saptamak amaçlanmıştır. Birim alan dane verimi ile bitkide yan dal sayısı, bitkide bakla sayısı, bitki boyu, 100-dane ağırlığı ve bitki dane verimi arasında önemli ve olumlu ilişki saptanmıştır. Materyalde, çıkış süresi 24.5-26.8 gün, metrekaresindeki bitki sayısı 28.71-29.40 adet, % 50 çiçeklenme gün sayısı 76.2-84.6 gün, bitki genişliği 26.65-36.18 cm, olgunlaşma gün sayısı 111.66-125.83 gün, bitki boyu 24.4-34.18 cm, bitkide ana dal sayısı 1.8-3.2 adet, bitkide yan dal sayısı 2.6-5.37 adet, bitkide bakla sayısı 15.3-34.7 adet, bitkide dane sayısı 15.07-49.47 adet, bitki dane verimi 4.29-7.26 g, 100 dane ağırlığı 9.61-39.81g ve dane verimi 121.5-166.6 kg/da olarak bulunmuştur (Biçer vd. 2004). Path analizi sonucuna göre; dane verimine bitki genişliği, olgunlaşma süresi, bitki boyu, bitki yan dal sayısı, bakla sayısı ve bitki dane veriminin doğrudan etkisi olumlu olmuştur. Dane şekli olarak koçbaşı, kuşbaşı ve bezelyemsi formlar bulunmuştur. Materyalde dane yüzeyi bakımından kırışık tüylü, kırışık tüysüz, düz tüylü ve düz tüysüz daneler bulunmuştur. Dane renklerine bakıldığında, beyaz, siyah, krem,

sarı ve koyu sarı renkli daneler saptanmıştır. 23 yarı yatık, 12 yarı dik ve 11 yatık bitki tipi görülmüştür. Sonuç olarak, yüksek varyasyon katsayısı ve dane verimi ile yüksek oranda doğrudan olumlu etkisinden dolayı, bitkide bakla sayısı ve dane sayısı karakterlerinin seleksiyon için kayda değer özellikler olduğu belirlenmiştir (Biçer vd. 2005).

Kahramanmaraş Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından 2012-2013 yıllarında yürütülen bir araştırmada 8 hat ve 2 tescilli kontrol çeşidi (İnci ve Menemen-92) kullanılmış ve deneme dört tekerrürlü, tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Bu çalışmada verim, 100-dane ağırlığı, bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bitkide bakla sayısı, bitkide dal sayısı, çiçeklenme ve olgunlaşma gün sayısı özellikleri analiz edilmiş ve aralarındaki ilişki ortaya konulmuştur. İki yıllık birleştirilmiş ortalamalara göre en yüksek dane verimi 270.7 kgda-1 ile KMN 05589 hattından, en yüksek dane iriliği ise 53.3 g ile KMN 05-428 hattından elde edilmiştir. En yüksek bitki boyu 71 cm ile KMN 05-41 hattından elde edilmiş, KMN 05-589 hattı ise 44.2 cm ile ilk bakla yüksekliği açısından ilk sırada yer almıştır. Bitkide bakla sayısı açısından 19.8 adet dane ile KMN 05-428 hattı ilk sırayı almış, bitkide dal sayısı bütün hat ve çeşitlerde iki civarı bulunmuştur. En erken çiçeklenme 79 gün ile İnci çeşidinde, en erken olgunlaşma ise 122 gün ile Menemen-92 ve İnci çeşidinde gerçekleşmiştir. İstatistiksel olarak 100-dane ağırlığı, bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bitkide bakla sayısı, çiçeklenme ve olgunlaşma gün sayıları yönünden çeşit ve hatlar arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Verim yönünden çeşit x yıl interaksyonu önemsiz çıkmıştır. Korelasyon analizi sonucuna göre ise; ilk bakla yüksekliği ile bitki boyu, çiçeklenme gün sayısı ile bitki boyu ve ilk bakla yüksekliği, olgunlaşma gün sayısı ile bitki boyu ve ilk bakla yüksekliği, olgunlaşma gün sayısı ile çiçeklenme gün sayısı arasında çok önemli ve pozitif ilişki saptanmıştır (Tekatlı vd. 2017).

Nohut hat ve çeşitlerinde ekim zamanının verim ve verim komponentlerine etkilerini incelemek amacıyla yapılan çalışmada, 8 nohut hattı ve Canitez 87 çeşidi kullanılmıştır. 1993-1994 yetiştirme döneminde, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nin Görükle Kampüsündeki " Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi" üzerinde kurulan deneme, 3 tekerrürlü olarak tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Denemede kullanılan nohutların bitki boyu; kışlık ekim de 83.4-66 cm arasında değişirken, en uzun boy 127 no'lu hatta elde edilmiştir. Yazlık ekimde ise bitki boyu 64.5-51.2 cm arasında değişirken, en uzun boy Canitez 87 çeşidinde saptanmıştır. İlk baklanın yerden yüksekliği; kışlık ekim de 55.2-40.1 cm arasında olmuş, en uzun mesafe ise 127 no'lu hatta gözlenmiştir. Yazlık ekimde ise 41-28.4 cm arasında değiştiği ve en uzun mesafenin yine 127 no'lu hatta görüldüğü saptanmıştır. Bitkide bakla sayısı; kışlık ekim de 23.4-10.2 arasında, yazlık ekim de 21.7-9.6 arasında değişmektedir. En yüksek bakla sayısına sahip hat; kışlık ekimde de yazlık ekimde de 135 no'lu hat olmuştur. Bakla boyu; kışlık ekim ortalaması 2.6 cm, yazlık ekim ortalaması ise 2.4 cm olarak tespit edilmiştir. En uzun bakla boyu kışlık ekim de 3 cm ile 127 no'lu hatta, yazlık ekim de ise 2.7 cm ile 211 no'lu hatta elde edilmiştir. Bakla eni açısından ise belirgin bir fark elde edilmemiştir. Kışlık ekim de bakla eni ortalaması 1.29 cm, yazlık ekim de 1.28 cm olarak bulunmuştur. Nohutların baklada dane sayısı ortalamaları, kışlık ekim de 1.08, yazlık ekim de 1.1 olarak tespit edilmiştir. En yüksek değer ise hem kışlıkta hem yazlıkta Canitez 87 çeşidinden elde edilmiştir. Nohutların

ortalama ana dal sayılan; kışlık ekim de 3.04, yazlık ekim de 2.9 olarak gözlenmiştir. Bu veriler açısından en yüksek değer, kışlık ekim de 114 ve 157 no'lu hatlardan, yazlık ekim de ise 127 no'lu hattın elde edilmiştir. Dane sayısı ortalamaları, kışlık ekim de 18.7, yazlık ekim de 17.5 olarak gözlenmiştir. Bitkide dane sayısı açısından en yüksek değer; kışlık ekim de (24.2) yazlık ekim de (22.7) 135 no'lu hatta görülmüştür. Bitki verimi açısından en yüksek değer kışlık ekimde 157 no'lu (10.2 gr) hatta, yazlık ekim de ise 135 no'lu (11.1 gr) hatta gözlenmiştir. Nohutların ortalama dane verimleri kışlık ekimde 181.8 kg/da, yazlık ekimde ise 179.4 kg/da olarak saptanmıştır. Kışlık ekimde en yüksek değer 114 no'lu (256 kg/da) hatta, yazlık ekimde ise 135 no'lu (246.2 kg/da) hatta görülmüştür. 1000 dane ağırlığı; kışlık ekimde 440-376.7 gr arasında, yazlık ekimde 440-310 gr arasında değişmektedir. En yüksek değeri kışlık ekimde Canitez 87 çeşidinde, yazlık ekimde 135 notu hatta gözlenmiştir. Ana dal sayısı bitkide bakla sayısı, bitkide dane sayısı ve dane verimi kriterlerinin birbirleriyle olumlu ve önemli bir ilişki içerisinde olduğu görülmüştür. Yine, bitki boyu, ilk baklanın yerden yüksekliği, bitkide dane sayısı kriterleri arasında olumlu ve önemli bir ilişki tespit edilmiştir. Dane verimi ile bakla boyu ve bakla eni arasında ise olumsuz ve önemsiz bir ilişki saptanmıştır. Ekim zamanlarını karşılaştırdığımızda bitkiler üzerinde yapılan gözlem ve ölçümler neticesinde, kışlık ekimin yazlık ekime oranla daha verimli olduğu görülmektedir. Ancak, iri daneli kabulü tip nohutlarda antraknoz hastalığına dayanıklı hat bulunmadığı için, kışlık ekimde bu hastalığa yakalanma riskinin arttığı görülmüştür (Azkan vd. 1995).

50 nohut hattı ile 2003 yılında yürütülen denemede, tek bitki verimine etki eden 12 özellik arasında path analizi yapılmış ve korelasyon katsayısı bulunmuştur. Tek bitki verimi ile bitkide dane sayısı (0.824**), bitkide bakla sayısı (0.841**) ve biyolojik verim (0.609**) arasında önemli pozitif bir ilişki bulunmuştur (Gülbüz vd. 2004). Bakla sayısının, verim üzerine pozitif etkisi daha önce yapılan çalışmalarda (Gurinder vd. 1989; Kumar ve Arora 1991; Sandhu vd. 1991; Arora ve Jeena 1999) ele alınmıştır. Aynı zamanda; Arora ve Kumar (1999) bitkide bakla sayısı, bitkide dane sayısı ve biyolojik verimin, dane verimine önemli pozitif etkide bulunduğunu bildirmişlerdir. Bitki boyu, çiçeklenme gün sayısı ve ilk bakla yüksekliğinin ise tek bitki verimine önemli negatif etkisi bulunmuştur. Farklı bir çalışmada Sandhu ve Mangat (1995), tek bitki veriminin bitki boyu ve çiçeklenme gün sayısı ile olumsuz bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Tek bitki verimine 100-dane ağırlığının doğrudan etkisi en yüksek bulunmuş (%50.84), bunu baklada dane sayısı (% 34.55) ve bitkide bakla sayısı (%50.30) takip etmiştir. Deneme sonucunda; tek bitki verimine en fazla pozitif yönde doğrudan etkiyi 100-dane ağırlığı, bitkide bakla sayısı, baklada dane sayısı ve bitkide dane sayısının oluşturduğu sonucuna ulaşılmıştır. İncelenen özelliklerin çoğunun, bitkide bakla sayısı üzerinden verime olan dolaylı etkileri yüksek bulunurken en fazla etkiyi bitkide dane sayısı, ilk bakla yüksekliği, biyolojik verim, çiçeklenme gün sayısı ve bitki boyu vermiştir. Bu bilgiler göz önünde bulundurulduğunda, nohut ıslahı ile ilgili seleksiyon çalışmalarında bu özelliklerin dikkate alınmasıyla, nohut veriminin arttırılacağı öngörülmektedir (Gülbüz vd. 2004).

Ülkemizde tescil edilen nohut çeşitlerinden bazılarının dane verimi ile diğer verim unsurları arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla path analizi yapılmış ve korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Bu deneme tescilli olan 10 farklı nohut çeşidi ile (Diyar-95, Er-99, İzmir-92, Azizye-94, Işık-05, ILC-482, Canitez-87, Gökçe, Yaşa-05,

Menemen-92) 2011-2012 ve 2012-2013 yılları arasında yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre; dane verimi ile bitkide dane sayısı (0.927^{**}), bitkide bakla sayısı (0.916^{**}), hasat indeksi (0.728^{**}) arasında önemli ve olumlu ilişkiler belirlenmiştir. Path analizi sonucuna göre; dane verimi üzerine baklada dane sayısı ($p= 0.822$, % 43.6), ilk bakla yüksekliği ($p= 0.466$, % 30.7) ve bitkide bakla sayısının ($p= 0.503$, % 26.3) doğrudan ve yüksek derecede olumlu, bitki boyu ($p= -0.407$, % 30.9) ise yüksek ancak olumsuz bir etki yaptığı sonucuna ulaşılmıştır. Bitkide bakla sayısı, baklada dane sayısı ve bitkide ilk bakla yüksekliği nohutta yüksek verim potansiyelini elde etmek için, seleksiyon kriteri olarak kayda değer özellikler arasında gösterilmiştir. (Doğan vd. 2017).

Nohutta bazı özelliklerin birbirleri ile olan ilişkileri ve aynı özelliklerin path analizi ile birim alan dane verimi üzerine doğrudan ve dolaylı etkilerinin belirlenmesi amacıyla araştırma yapılmıştır. Yapılan çalışmada, ILC- 195, ILC- 3279, Güney Sarısı- 482 nohut çeşitleriyle ICARDA kökenli sekiz nohut hattı kullanılmıştır. Belirtilen özellikler arasındaki ilişkilerde, dekara dane verimi ile biyolojik verim ($r = 0.548^{**}$), bitkide dane verimi ($r = 0.548^{**}$) ve bitkide bakla sayısı ($r = 0.830^{**}$) arasında önemli pozitif etki saptanırken, bin dane ağırlığı ($r = -0.691^{*}$) arasında ise önemli fakat negatif etki saptanmıştır. Bitkide bakla sayısı (0.3468), yapılan path analizinde dekara dane verimine pozitif yönde en yüksek doğrudan etkiye sahip özellik olmuş ve bunu hasat indeksi (0.2421) izlemiştir. Negatif yönde doğrudan etkiye sahip özellik ise bitkide yan dal sayısı (-0.1550) ve dane verimi (-0.1061) olarak belirtilmiştir (Erman vd. 1997).

2.2 Nohutta Dane İriligi ile İlgili Bilimsel Çalışmalar

Biçer vd. (2011) yürüttükleri çalışmada; (Diyar 95 x ILC 482) melezinden gelen ve F_4 generasyonuna kadar toplu (bulk) olarak ilerletilen nohut melez popülasyonu, F_4 kuşağında dört farklı tohum irilik sınıfına ayrılmış ve teksele seleksiyonla F_8 generasyonuna kadar bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bitkide dal ve bakla sayısı, bitki dane verimi ile 100-dane ağırlığına tohum iriliğinin etkisini gözlemlemişlerdir. Tohum irilik gruplarını ve generasyonlar arasındaki farklılıkları önemli bulmuşlardır. İri tohumlular uzun boylu ve iri daneli, ancak dal ve bakla sayıları az ve bu nedenle düşük verimli olduklarını tespit etmişlerdir. Küçük danelilerin ise verimli ancak pazar değerinin düşük olduğunu görmüşlerdir. İri dane seçimleri ile iri danelilik yakalayamamışlardır.

Yapılan çalışmalar sonucunda dane verimi bakımından öne çıkmış genotipler ile son yıllarda geliştirilmiş ve yaygın olarak tarımı yapılan bazı nohut çeşitlerinin kuraklık stresine tolerans seviyelerini belirlemek amacıyla yürütülen bir çalışmada, 34 nohut genotipinde, ilk çiçeklenme ve bakla bağlama gün sayısı, bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, 100-dane ağırlığı ve dane verimi incelenmiştir. Araştırma, 3 tekerrürlü olarak tesadüf blokları deneme desenine göre, Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme alanında yürütülmüştür. 2015-2016 yetiştirme sezonunda üç farklı yetiştirme koşulunda (Kışlık ekim, Sulamalı Geç Ekim ve Sulamasız Geç Ekim) ekilmiştir. Her parsel, 4 m uzunluğunda iki sıradan oluşmakta, sıra arası 45 cm sabit tutularak her sıraya 60 tohum gelecek şekilde markör izine elle ekilmiştir. Sonuç olarak, çalışmada yer alan Aksu, Arda, Çakır, İnci ve Hasanbey çeşitleri kuraklık stresine toleranslılık bakımından öne çıkan çeşitler olmuştur. Ayrıca, EN 952, ENA 144-10,

ENA 8-2, F4 09 (X 05 TH 21 16189-12-4), F4 09 (X 05 TH 80-16105-31-2) FLIP 03-21 C, EN 766, FLIP 03-108 C, ve FLIP 05-150 C hatlarının da ileride yapılacak kuraklık stres çalışmalarında değerlendirilebileceği sonucu elde edilmiştir (Yücel vd. 2017).

Günümüzde üretimi yapılan nohutlar dane rengi, bitki rengi ve dane iriliğine göre *makrosperma* veya 'kabuli' ve *mikrosperma* veya 'desi' olarak iki sınıfa ayrılmaktadır (van der Maesen 1972). Kabuli tip nohutlar, çiçeklerinde ve vejetatif aksamalarında antosiyaninsiz (pigmentsiz) beyaz renklidir. Bu gruptaki nohutlar genellikle daha iri ve krem/beyazımsı krem rengi danelere sahip olmaktadır. Desi tip nohutlar ise pigmentli yeşil aksama sahip olup, çiçeklerinde antosiyanin bulunduğu için mor, mor-pembe ve mavi-mor renklidir. Bu gruptaki nohutların daneleri kahverengi, siyah, yeşil renklidir ve diğerine kıyasla daha küçük danelere sahiptirler (vander Maesen, 1972; Eker vd. 2018). Dünya nohut üretiminde kabuli tip nohutlar üretimin %20'sini oluştururken %80'lik üretimle desi tip nohutlar yer almaktadır. Kabuli tip nohutlar güney Asya dışındaki çoğu pazarda tercih edilirken desi tip nohutlar güney Asya'da yaygın bir şekilde tüketilmektedir (Muehlbauer ve Sarker 2017).

Nohutta, dane iriliği ve rengi pazarda önemli ticari kriterler olarak görülmektedir (Regan vd. 2006). Nohutta dane iriliği, tek dane ağırlığı (Abbo vd. 2000; Upadhyaya vd. 2003), 100-dane ağırlığı (Sundaram vd. 2019) ve milimetrik elek ölçüğü olarak (Bicer ve Sakar 2008; Bicer, 2009) tanımlanmaktadır. 'Kabuli' tip nohutlarda dane şekli açısından, 'koçbaşı', 'kuşbaşı' ve 'bezelye' (Singh, 1987) olmak üzere üç ayrı sınıf mevcuttur ve koçbaşı nohutlar, genellikle 100-dane ağırlığı 60 gr $\geq$ yüksek olan aşırı iri dane boyutuna sahiptir (Pundir vd. 1988). Nohutta dane iriliği sadece genetik faktörler tarafından değil, aynı zamanda çevreden de etkilenmektedir (Singh 1987; Yasar vd. 2014; Köseoğlu vd. 2017; Muehlbauer ve Singh 1987; Upadhyaya vd. 2006). Tüketici tercihlerinden dolayı iri daneli nohutların üretimi çiftçiler (üreticiler) tarafından daha çok yapılmaktadır ve ayrıca iri daneli nohutlar bölgesel ve uluslararası pazarlarda daha yüksek fiyata sahip olmaktadır (Gaur vd. 2016; Muehlbauer ve Sarker 2017). Yüksek fiyatın yanı sıra, iri daneli nohutlar, küçük danelilere göre kuraklık stresinden etkilenmemek için daha derin ekimler yapıldığında, yüksek fide gücüne (vigour) sahip olması nedeniyle çimlenme sırasında avantaj sağlamaktadır (Toker vd. 2007). Bu nedenle iri danelilik ıslah programlarında kayda değer bir özellik olarak kabul edilmiştir (Upadhyaya vd. 2006). Nohutta, iri danelilik özelliğinin kalıtımı için, 1950'lerden bugüne çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Balasubrahmanyam 1950; Malhotra ve Singh 1989; Singh vd. 1992, 1993; Kumar ve Singh 1995; Sundaram vd. 2019). Dane iriliğinin kalıtımı tek genli (monogenik), iki genli (digenik) ve çok genli (poligenik) olarak rapor edilmiştir (Kumar ve Singh 1995; Malhotra vd. 1997; Hovav vd. 2003; Upadhyaya vd. 2006; Hossain vd. 2010; Sharma vd. 2013; Sundaram vd. 2019; Kivrak vd. 2020). Nohutta dane iriliği rekombinant kendilenmiş hatlar (RIL'ler) kullanılarak haritalanmış ve LG1, LG2, LG4, LG5, LG7 ve LG8'de iki kantitatif özellik lokusu (QTL) tespit edilmiştir (Cobos vd. 2007; Hossain vd. 2010; Verma vd. 2015; Singh vd. 2016).

2.3. Nohutta Çift Baklılık İçin Yapılan Çalışmalar

Dünyada kültürü yapılan nohut (*Cicer arietinum* L.) türlerinin çoğu çiçek salkımında tek çiçek ve bakla oluşturmaya rağmen, bazı nohut türleri çift çiçek ve

bakla oluşturabilmektedir. Çift baklalılık özelliğinin tek baklalılık özelliğine göre verimi artırdığı ifade edilmiştir (Singh ve van Rheenen 1994). Çiçek salkımında tek çiçek/bakla taşıma özelliğinin çift çiçek/bakla bulundurma özelliğine baskın (dominant) olduğu ve çift çiçek/bakla taşıma özelliğinin çekinik (resesif) bir gen tarafından idare edildiği ortaya konulmuştur (Yaşar 2012). Çift bakla meydana getiren nohutların tek bakla meydana getiren nohutlara göre %10-18'e varan verim avantajına sahip olabileceği bildirilmiştir (Kumar vd. 2000).

Çift çiçeklilik ya da baklalılık özelliğine daha önce de yazılı literatürde yer verilmiştir (Khan ve Akhtar 1934; Rao vd. 1980; Singh ve van Rheenen 1994). Nohuttaki çift çiçeklilik ve baklalılık geni 's' veya 'sfl' simgesiyle ifade edilir (Muehlbauer ve Singh 1987). Ancak, çift bakla oluşumunu sağlayan 's' veya 'sfl' geni gelecek generasyonlarda ve melezlerde kendini tam gösteremez. Kumar vd. (2000) nohutta çift baklalılık özelliğini resesif bir genin idare ettiğini ortaya koymuştur. Benzeri çalışmalar Gaur ve Gour (2002) tarafından da yapılmıştır. Nohutta yapay mutasyonlarla elde edilen çift baklalılık özelliğinin resesif bir gen tarafından idare edildiği ve elde edilen çift baklalı mutantların hepsinin bir birlerine allelik olmadığı sonucuna varmışlardır. Bunun nedeninin de transposable elementlerden kaynaklanmış olabileceğini belirtmişlerdir (Ali vd. 2010).

Anbessa vd. (2007), çift baklalılık özelliğinin iyi bir gen ifadesi/aktivitesinin (ekspres) olgunlaşma evresine doğru ilerlemeyi hızlandığını ve verimi artırdığını ifade etmişlerdir. Her bir boğumda bir baklanın yerine iki baklanın bulunması, üreme havuzu üretiminin daha hızlı bir şekilde genişlemesini ve vejetatif dönemden dane doldurma dönemine geçişi hızlandırarak bitkinin fotosentez ihtiyacını arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır.

Yürütülen başka bir çalışmada çift çiçekli genotiplerdeki ikinci çiçekleri uzaklaştırarak, çift baklalılık özelliğinin %6-11 verim artışı sağladığını belirtmişlerdir (Sheldrake vd. 1978).

Kültürü yapılan nohutların (*Cicer arietinum* L.) çoğu, çiçek salkımında tek çiçek ve bakla meydana getirmesine rağmen, bazı nohutlar çift çiçek ve bakla meydana getirmektedir. Çift bakla oluşturan nohutların tek bakla oluşturan nohutlara göre % 18'e varan verim avantajına sahiptir. CA 2969 (kabuli, çift baklalı nohut) x ICC 4969 (desi, tek baklalı nohut) ve ICC 4969 (♀) x CA 4969 (♂) melezlerinin F₂ generasyonlarında çift baklalılık özelliğinin geçiş yeteneği ve görünme derecesi çalışılmıştır. Aynı zamanda, çift bakla oluşumu, gövdenin pigmentli olması ve çiçek rengi kalıtımı da F₁ ve F₂ generasyonlarında çalışılmıştır. F₂ generasyonundaki melezlerin; bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, taç genişliği, ana dal sayısı, tek ve çift bakla sayısı, çift baklalılık özelliğinin geçiş yeteneği ve görünme derecesi, biyolojik ve dane verimleri, 100-dane ağırlıkları ebeveynleri ile karşılaştırılmıştır. Ölçülen karakterler ile bitki başına dane veriminin ilişkileri incelenmiştir. F₁ generasyonunda, bütün döllerin her yaprak koltuğunda tek baklalı, mor çiçekli ve pigmentli (antosyaninli) olması bu özelliklerin sırasıyla çift baklalılık, beyaz çiçeklilik ve pigmentsizliğe (antosyaninsiz) baskın (dominant) olduğunu göstermektedir. F₂ generasyonunda; tek ve çift çiçek, mor ve beyaz çiçek rengi, pigmentli ve pigmentsiz gövde açılımının 3:1 oranında olduğu ve bu özelliklerin çekinik (resesif) bir gen çifti tarafından kontrol edildiği sonucuna ulaşılmıştır. Çift bakla

oluşumunu sağlayan genin geçiş yeteneği ve görünme derecesi CA 2969 (♀) x ICC 4969 (♂) melezinde %3 ile %11 arasında; ICC 4969 (♀) x CA 2969 (♂) melezinde %3 ile %12 arasında bulunmuştur. Transgresif açılımlar bulunarak en iyi evebeynler ile melezler karşılaştırılmıştır. Tek bitki dane verimi ile biyolojik verim ve bitkide bakla sayısı arasında istatistiki açıdan olumlu ve önemli ilişkiler bulunmuştur. Sonuç olarak transgresif açılmış melezler seçilerek kültürü yapılan nohutta dane verimi desi x kabuli veya tersi yapılarak çift baklalılık özelliğinin artırılabilceği sonucuna ulaşılmıştır (Yaşar 2012).



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Tür içi melezlemelerde kullanılan ebeveynler

Ebeveyn Sierra (PI 631078), *Ascochyta rabiei* (Pass.) Labr.'nin neden olduğu nohut yanıklık hastalığına karşı dayanıklı olan Washington Tarımsal Araştırma Merkezi, Pullman, WA ile iş birliği içinde USDA-ARS tarafından geliştirilen ekstra iri daneli bir 'kabuli' nohuttur. 'Sierra', 'Dwelley'//FLIP 85-58C/ İspanyol veya Meksika Beyazı' melezlerinden, pedigrisi ıslahına göre F₈'den elde edilmiş ve 2004'te piyasaya sunulmuş bir çeşittir. Öne çıkan bitki özellikleri; 53 cm bitki boyu, alttan dallanma, basit veya basit yaprak, koltuk başına tek çiçek ve 100-dane ağırlığının da 61.4 gr olduğu bildirilmiştir (Muehlbauer vd. 2004). Ebeveyn 'CA 2969' (PI632396), nohut yanıklık hastalığına karşı iyi bir dayanıklılık kaynağına sahip olduğundan, CIFA, Cordoba, İspanya tarafından geliştirilen 'kabuli' nohuttur. [CA 2156/JG 62 (PI 439821)] //ILC 3279 (PI 471915)'dan elde edilerek seçilmiştir. CA 2156, JG 62 (ICC 5149) ve ILC 3279, sırasıyla, iri daneli, çift baklalı ve yanıklık hastalığına (*ascochyta* yanıklığına) dayanıklıdır. CA 2969'da bileşik (normal) yapraklı, çift baklalı ve 100-dane ağırlığı ise 30.1 g'dır (Rubio vd. 2003). Sierra ve CA 2969'un yaprakları ve çiçekleri Şekil 3.1'de görüldüğü gibidir.



(a)



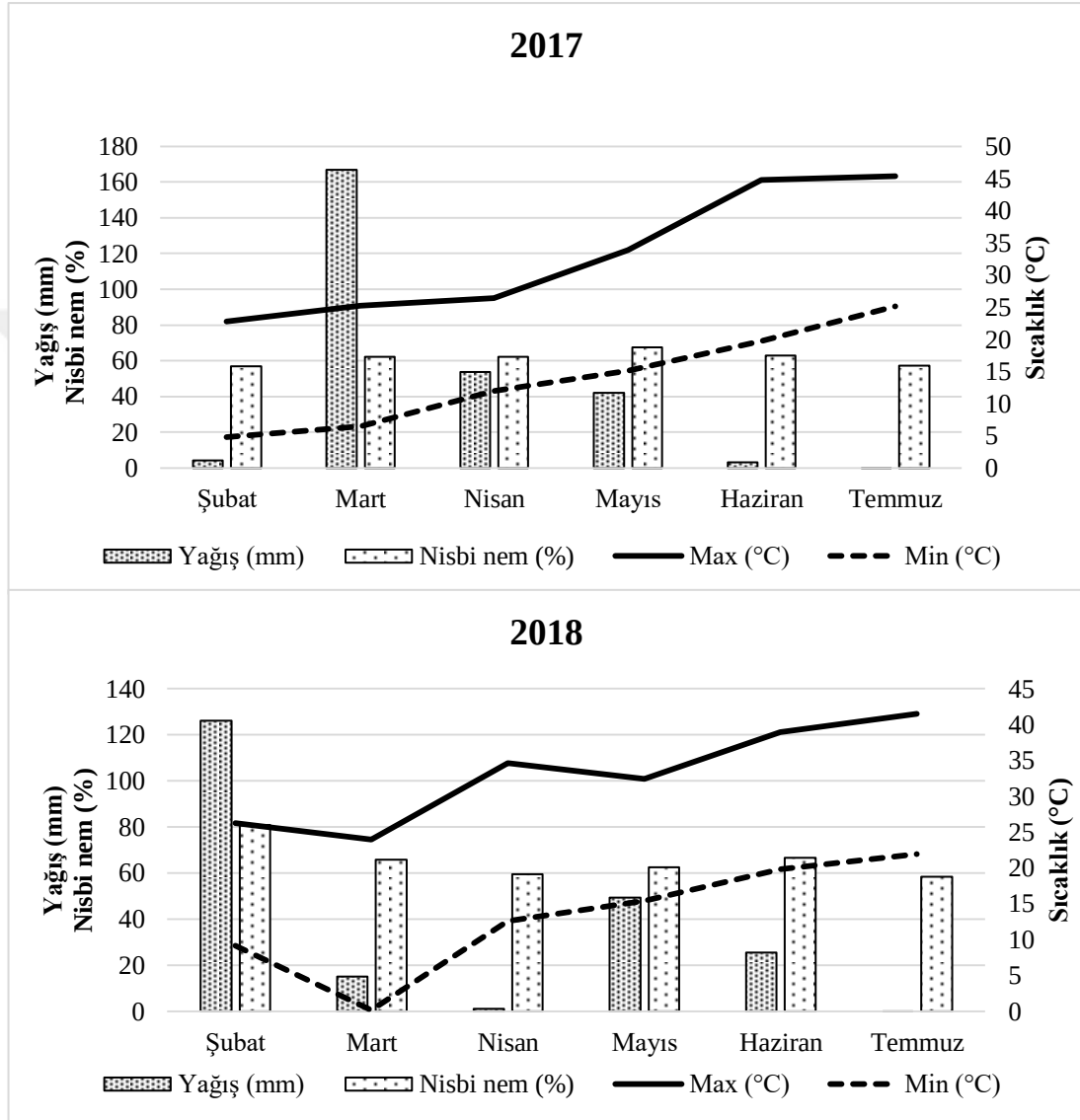
(b)

Şekil 3.1. Ebeveynlerin morfolojik özellikleri **a)** CA 2969 (çift baklalı ve bileşik yapraklı) **b)** Sierra (tek baklalı ve basit yapraklı)

3.1.2. Yağış miktarı ve sıcaklıklar

F₁ dölleri ve F₂ kademesi popülasyonu, 2017 ve 2018 yıllarının Şubat-Temmuz aralığında yetiştirilmiştir. Bu sürece ait iklim verileri T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji 4. Bölge Müdürlüğü (Antalya) tarafından sağlanmıştır. Bu yetiştirme

döneminin 2017 yılında toplam yağış 271.3 mm ve 2018 yılında 217.7 mm olarak kaydedilmiştir. En yüksek yağış miktarı 166.9 mm ile 2017 yılının mart ayında kaydedilirken, en düşük yağış miktarı 0.2 mm ile 2018 yılının temmuz ayında kaydedilmiştir. F₁ ve F₂ popülasyonlarının yetiştirilme dönemlerinde çiçeklenme aşamasında en yüksek sıcaklıklar sırasıyla 33.9 ve 32.4°C iken; bakla oluşturma



aşamasında sırasıyla 44.8 ve 38.9°C olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.2).

Şekil 3.2. F₁ ve F₂ popülasyonlarının yetiştirme dönemine (2017 ve 2018) ait yağış (mm) ve sıcaklıklar (°C)

3.1.3. Deneme alanının toprak özellikleri

Deneme alanındaki toprak 0-30 cm arasında örneklenmiştir ve daha sonra deneme alanının toprak özelliklerini tanımlamak için analiz edilmiştir (Çizelge 3.1).

Organik madde ve azotun düşük seviyede olmasına rağmen bazı bitki besin elementlerinin yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir. Organik madde ve azot gibi, demir ve çinkonun da yüksek pH nedeniyle yetersiz olduğu görülmüştür. pH değeri 7.69 ile yüksek iken toprak tekstüründe % 26.5 oranında CaCO_3 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Deneme alanının toprak özellikleri, makro ve mikro bitki besinleri

Toprak özellikleri		Makro ve mikro bitki besinleri	
pH	7.69	Değiştirilebilir Na (meq 100 g ⁻¹)	0.15
Elektiriksel iletkenlik (dS m ⁻¹)	0.93	Değiştirilebilir Ca (meq 100 g ⁻¹)	37.71
CaCO ₃ (%)	26.5	Değiştirilebilir Mg (meq 100 g ⁻¹)	7.12
Organik madde (%)	1.87	Mevcut Fe (mg kg ⁻¹)	3.56
Toplam N (%)	0.106	Mevcut Zn (mg kg ⁻¹)	0.75
Mevcut P (mg kg ⁻¹)	9.37	Mevcut Mn (mg kg ⁻¹)	23.16
Değiştirilebilir K (meq 100 g ⁻¹)	0.61	Mevcut Cu (mg kg ⁻¹)	1.37

3.2. Metot

3.2.1. Melezleme çalışmaları, F₁ ve F₂ popülasyonları

Ana ebeveyn olarak Sierra (♀) ve baba ebeveyn olarak CA 2969 (♂) (polen donörü) kullanılarak melezleme çalışmaları yürütülmüştür. Auckland ve van der Maesen (1980) tarafından bildirildiği gibi, ana ebeveyn olarak kullanılan Sierra'lar sabah erken saatlerde kısırlaştırılmıştır (emasküle edilmiştir) ve bir saat içinde baba olarak kullanılan CA 2969'un polenleri kullanılarak tozlama yapılmıştır. F₁ ve F₂ bitkileri tek bitki olarak yetiştirilmiştir ve sırasıyla 2017 ve 2018 yıllarında ayrı ayrı hasat edilmiştir.

3.2.2. Tarımsal uygulamalar

Ebeveynler ve popülasyonlar da dahil olmak üzere genetik bitki materyalleri sıralar halinde ekilerek yetiştirilmiştir. Sıra arası ve sıra üzeri mesafeler ise sırasıyla 50 cm ve 10 cm olarak düzenlenmiştir. Ebeveyn bitkiler iki-dört tekerrürlü olarak (2 sıra – 4 tekerrür) yetiştirilirken, F₁ bitkileri ve F₂ popülasyonu aynı tarlada sıralar halinde yetiştirilmiştir. F₁ döller ve F₂ popülasyonu doğal yağışlar ile sulanmıştır ayrıca ek sulama yapılmamıştır. Yabancı ot mücadelesi, fide sırasında ve çiçeklenme başlangıcından önce elle yapılmıştır ve gübreleme programı uygulanmamıştır.

3.2.3. Fenolojik, tarımsal ve morfolojik özellikler için gözlemler

Bu çalışmada değerlendirilecek olan F₁ döller ve F₂ popülasyonu, sırasıyla 2017 ve 2018 yıllarının şubat ayında deneme arazisine ekimleri gerçekleştirilmiştir. F₁ döller ve F₂ popülasyondaki her bitki için yaprak şekli (bileşik ya da basit yaprak), yaprak koltuğundan çıkan çiçek sayısı (tek ya da çift çiçek) gibi özellikler kaydedilmiştir. Kalitatif özellikler yanında aşağıdaki bildirilen bazı kantitatif özellikler de belirlenmiştir: Her bir ebeveyn ve F₂ popülasyonda; ilk çiçeklenme günleri ve %50 çiçeklenme günleri fenolojik özellikler olarak, bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, ana dal sayısı, bakla sayısı ve dane sayısı, dane verimi ve 100-dane ağırlığı (g) tarımsal ve

morfolojik özellikler olarak kaydedilmiştir ve gözlemler Çizelge 3.2’de tanımlandığı şekilde alınmıştır:

Çizelge 3.2. Fenolojik, tarımsal ve morfolojik özelliklere ait tanımlar

Yaprak şekli	Her bitkinin yaprak şekli tek (basit) ya da birden çok yaprakçıklı (bileşik/normal) olarak gruplandırılmıştır.
Yaprak koltuğundaki /çiçek salkımındaki çiçek ya da bakla sayısı	Her bitkinin çiçek salkımındaki çiçekler tek ve çift olarak sınıflandırılmışlardır.
İlk çiçeklenme gün sayısı	Her bir bitkinin çıkıştan ilk çiçeklenme tarihine kadar geçen gün sayısıdır.
%50 çiçeklenme gün sayısı	Her bir bitkinin çıkıştan %50 çiçeklenme tarihine kadar geçen gün sayısıdır.
Bitki boyu (cm)	Bitkinin toprak yüzeyinden en uçtaki sürgün ucuna kadar olan uzunluğu cm olarak ölçülmüştür.
Ana dal sayısı	Bitkide bulunan ana dalların sayısı olgunlaşma döneminde adet olarak sayılmıştır.
İlk bakla yüksekliği (cm)	Bitkide meydana gelen ilk meyvenin yerden yüksekliği cm olarak ölçülmüştür.
Bakla sayısı	Bitkide bulunan toplam bakla sayısı olgunlaşmada adet olarak sayılmıştır.
Dane sayısı	Bitkide bulunan toplam dane sayısı hasattan sonra adet olarak sayılmıştır.
Dane verimi (g)	Bir bitkiden elde edilen danelerinin ağırlığı g olarak tartılmıştır.
100-dane ağırlığı (g)	(Dane verimi/Dane sayısı) × 100 formülü ile hesaplanmıştır (g).

3.2.4. Veri analizleri

Tarımsal ve morfolojik özelliklere ait verilerinin tanımlayıcı istatistikleri, MINITAB 17 (MINITAB Inc 2014) kullanılarak analiz edilmiştir. F₂ popülasyonu önce yaprak şekline göre bileşik ve basit yapraklı olarak iki sınıfa ayrılmıştır. Sonra her bir grup bakla sayısına göre tek ve çift olarak iki sınıfa ayrılmıştır. Bu şekilde dört sınıf oluşturulmuştur ve her bir sınıf diğerleri ile karşılaştırılmıştır.

Bunun yanı sıra, 100-dane ağırlığı ile tarımsal ve morfolojik özellikler arasındaki fenotipik korelasyon katsayıları ve tarımsal ve morfolojik özellikler için regresyon katsayıları SPSS 22 (IBM SPSS Statistics 2014) kullanılarak analiz edilmiştir. Ayrıca, tarımsal-morfolojik özelliklerin 100-dane ağırlığı üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkilerini göstermek için, Dewey ve Lu'ya (1959) göre IBM SPSS 22 kullanılarak, path analizleri yapılmıştır.

Popülasyon-ebeveyn regresyon yönteminden yola çıkılarak dar anlamda kalıtım derecesi (h^2), Poehlman ve Sleper'a (1995) göre tahmin edilmiştir:

$$h^2 = b$$

$$b = \frac{\sum(X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sum(X - \bar{X})^2}$$

Formülde b, popülasyondaki genotiplerin (Y) ebeveyn değerlerine (X) olan regresyon katsayısıdır. Böylece, regresyon çizgisinin eğimi (b) dar anlamda kalıtım derecesi olarak hesaplanmıştır. Kalıtım derecesi 100 ile çarpılarak yüzde (%) olarak ifade edilmiştir. Kalıtım derecesi 1-24 arası çevre etkisi “çok büyük”, 25-49 arası “büyük”, 50-74 arası “orta” ve 75-99 arası “düşük” olarak yorumlanmıştır.

Ki-kare testi (χ^2), F_2 popülasyonunda beklenen 9: 3: 3: 1 açılma (segregasyon) oranına uyumunu test etmek için kullanılmıştır:

$$\chi^2 = \frac{(G - B)^2}{B}$$

Formülde G ve B ifadeleri sırasıyla gözlenen ve beklenen değerleri ifade etmektedir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Bulgular

4.1.1. F₁ döller ve F₂ popülasyonu

F₁ döllerinde, melezlemenin doğru bir şekilde gerçekleştiğini görmek için, bileşik yaprak şekli ve bir yaprak koltuğundan çıkan tek bakla gibi baskın (dominant) morfolojik özelliklere göre melez olmayan döller için negatif seleksiyon uygulanmıştır. Bu nedenle, ana ebeveyn olan “Sierra” gibi basit yapraklara (çekinik/resesif karakter) sahip olan popülasyondaki bu bitkiler, kendileme sonucu oluştukları için 2017'deki ekili sıralardan çıkarılmıştır. Gerçek melez olan F₁'lerin bileşik yapraklara ve bir yaprak koltuğunda tek çiçek/baklaya sahip oldukları belirlenmiştir.



(a)



(b)

Şekil 4.1. F₂ popülasyonunda yaprak şekli ve çiçek sayısı özelliklerindeki açılımlara örnekler: **a)** bileşik yapraklı ve tek çiçekli, **b)** basit yapraklı ve çift çiçekli

2017 yılında, Sierra ve CA 2969 arasındaki tür içi melezlemelerden 51 F₁ dölü elde edilmiştir. Her bir F₁ dölünde bitki başına yaklaşık 18 tohum bulunmuştur. Böylece, 2018 yılında toplamda 915 bitkiye sahip F₂ popülasyonu yetiştirilmiştir. F₁ bitkilerinin hepsi bileşik yapraklı ve tek baklalı iken, F₂ popülasyonunda (i) bileşik yapraklı ve tek baklalı, (ii) bileşik yapraklı ve çift baklalı, (iii) basit yapraklı ve tek baklalı, (iv) basit yapraklı ve çift baklalı olarak bu özelliklerde açılımlar gözlenmiştir (Şekil 4.1 ve Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Sierra ve CA 2969 arasındaki tür içi melezlemeden köken alan F₂ popülasyonunda yaprak şeklinin (bileşik veya basit yapraklı) ve bir yaprak koltuğundan çıkan bakla sayısının (tek veya çift) kalıtımı

F ₁ fenotipi	F ₂		X ²	p
	F ₂ popülasyonunun fenotipi	Gözlenen	Beklenen	
Bileşik yaprak ve tek bakla	Bileşik yaprak ve tek bakla	475		
	Bileşik yaprak ve çift bakla	181	9:3:3:1	8.25
	Basit yaprak ve tek bakla	189		0.50-0.10
	Basit yaprak ve çift bakla	70		

4.1.2. Transgresif açılmalar

F₂ popülasyonunda tanımlayıcı istatistikler üzerine yapılan veri analizlerine göre, 100-dane ağırlığı dahil olmak üzere tüm tarımsal ve morfolojik özellikler için transgresif açılmalar tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). F₂ popülasyonundaki genotiplerin ilk çiçeklenme gün sayılarının maksimum ve minimum değerleri sırasıyla 45 ve 66 gün olduğu görülürken %50 çiçeklenme gün sayılarının ise 45 gün ile 75 gün arasında değiştiği görülmüştür (Çizelge 4.2). Sierra ve CA 2969'un ilk çiçeklenme ve %50 çiçeklenme gün sayıları sırasıyla, 48-50 gün ve 50-52 gün olarak kaydedilmiştir. F₂ popülasyonundaki bitkilerin bitki boyu 17 cm ile 59 cm arasında değişmekte iken Sierra ve CA 2969'un bitki boyu sırasıyla 41 cm ve 34.3 cm olarak ölçülmüştür. F₂ popülasyonunun ortalama ilk bakla yüksekliği 31.7 cm iken, Sierra ve CA 2969 için bu değer sırasıyla 21 ve 19.7 cm olarak belirlenmiştir. Popülasyonda ana dal ve bakla sayısı sırasıyla 1-7 ve 1-25 adet arasında değişim gösterirken; Sierra ve CA 2969'da sırasıyla 2.7 ve 2.3 adet ana dal, 5.2 ve 3.0 adet bakla sayısı tespit edilmiştir. Popülasyonda bitki başına dane sayısı 1 ve 24 arasında değişirken, bu değer Sierra'da 4.2 ve CA 2969'da 11.7 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.2). Bitki başına dane verimi, F₂ popülasyonunda 1-7 g arasında iken Sierra'da 1.8 ve CA 2969'da 3.7 g olarak ölçülmüştür. 100-dane ağırlığı popülasyonda 9.5 ile 69 g arasında değişiyorken, Sierra ve CA 2969'un 100-dane ağırlığı sırasıyla, 49.9 g ve 31.0 g olarak bulunmuştur (Çizelge 4.2).

F₂ popülasyonunda, çift baklalı genotiplerin bakla sayısı, dane sayısı ve dane verimi tek baklalı genotiplere kıyasla daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.2). 100-dane ağırlığının ise tek baklalı genotiplerde çift baklalılardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Basit yapraklı genotiplerde bitki boyu, ilk bakla yüksekliği ve ana dal sayısı bileşik yapraklı bitkilere kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Sierra (tek baklalı ve basit yapraklı) ve CA 2969 (çift baklalı ve bileşik yapraklı) melezinden elde edilen F₂ popülasyonunda tarımsal ve morfolojik özellikler için ortalamalar±standart hatalar, değişim aralığı ve kalıtım dereceleri

Özellikler	Sierra	CA 2969	Bileşik yapraklı		Basit yapraklı		F ₂ Popülasyonu		h ² (%)
			Tek baklalı	Çift baklalı	Tek baklalı	Çift baklalı	Değişim aralığı		
			$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$		$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	
İlk çiçeklenme gün sayısı (gün)	48.0±0.97	50.0±0.90	41.0±0.29	41.5±0.50	41.3±0.47	40.8±0.70	41.2±0.21	45-66	80
%50 çiçeklenme gün sayısı (gün)	50.0±0.97	52.0±0.90	47.6±0.29	47.8±0.50	48.1±0.46	47.5 ±0.77	47.8±0.24	45-75	80
Bitki boyu (cm)	41.0±0.97	34.3±1.17	37.7±0.31	37.6±0.50	38.9±0.43	41.7±0.70	38.9±0.21	17-59	43
İlk bakla yüksekliği (cm)	21.0±0.73	19.7±2.35	30.5±0.32	30.2±0.44	32.2±0.49	34.0±0.85	31.7±0.23	11-58	65
Ana dal sayısı (adet)	2.7±0.49	2.3±0.21	2.0±0.04	2.1±0.06	2.4±0.07	2.7±0.15	2.3±0.03	1-7	38
Bakla sayısı (adet)	5.2±1.30	3.0±2.54	3.6±0.16	4.5±0.30	3.6±0.28	4.5±0.55	4.1±0.11	1-25	49
Dane sayısı (adet)	4.2±1.08	11.7±1.96	3.5±0.14	4.2±0.28	3.3±0.22	4.2±0.44	3.8±0.11	1-24	66
Dane verimi (g)	1.8±0.56	3.7±0.72	1.3±0.05	1.5±0.10	1.3±0.10	1.5±0.16	1.4±0.04	0.1-6.9	60
100-dane ağırlığı (g)	49.9±1.61	31.0±1.26	37.2±0.54	35.2±0.76	37.3±1.70	36.0±0.9	36.4±0.36	9.5-69.0	45

4.1.3. Tarımsal ve morfolojik özelliklerin 100-dane ağırlığı ile ilişkileri

Tarımsal ve morfolojik özelliklerin F_2 popülasyonunda 100-dane ağırlığı üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkilerinin belirlenebilmesi için path analizine ait katsayılar hesaplanmıştır (Çizelge 4.3). Path analizi sonucuna göre, bitki başına dane veriminin ($p = 2.116 *$) ve bitki başına dane sayısının ($p = -1.805 *$) 100-dane ağırlığı üzerinde en yüksek doğrudan etkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.3). Bitki başına dane verimi, 100-dane ağırlığı üzerinde doğrudan önemli pozitif etkiye sahipken, bitki başına dane sayısı 100-dane ağırlığı üzerinde önemli fakat olumsuz yönde bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Bitki başına dane verimi, 100-dane ağırlığı üzerinde bitki başına dane sayısı aracılığıyla en yüksek dolaylı etkiye ($p = 0.825 *$) sahip bulunmuştur. Benzer şekilde, 100-dane ağırlığına, bitki başına dane verimi aracılığıyla en yüksek dolaylı etkiye ($p = 0.767 *$) sahip özellik bitki başına dane sayısında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.3). 100-dane ağırlığına ilk bakla yüksekliği üzerinden dane veriminin ($p = 0.508 *$) önemli dolaylı pozitif etkisi belirlenmiş iken, yaprak şeklinin ($p = 0.250 *$) ise bakla sayısı üzerinden önemli pozitif bir dolaylı etkisi olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Bununla beraber, 100-dane ağırlığına ilk bakla yüksekliği üzerinden dane sayısı ($p = 0.240 *$) önemli dolaylı pozitif etkisi belirlenmiş, bakla sayısının ($p = -0.111 *$) ise önemli ama olumsuz (negatif) bir dolaylı etkisi olduğu belirlenmiştir.

Diğer taraftan dane veriminin ($r = 0.316 **$) 100-dane ağırlığı ile en yüksek pozitif ve önemli fenotipik korelasyon katsayısına sahip olduğu belirlenmiştir. Bunun ardından 100-dane ağırlığı ile bakla sayısı ($r = 0.164 **$) arasında yüksek bir korelasyon olduğu bulunmuştur. Ayrıca, 100-dane ağırlığı ile ana dal sayısı ($r = -0.041 **$) ve ilk çiçeklenme gün sayısı ($r = -0.035 **$) arasında da önemli ama negatif bir fenotipik korelasyon bulunmuştur (Çizelge 4.3).

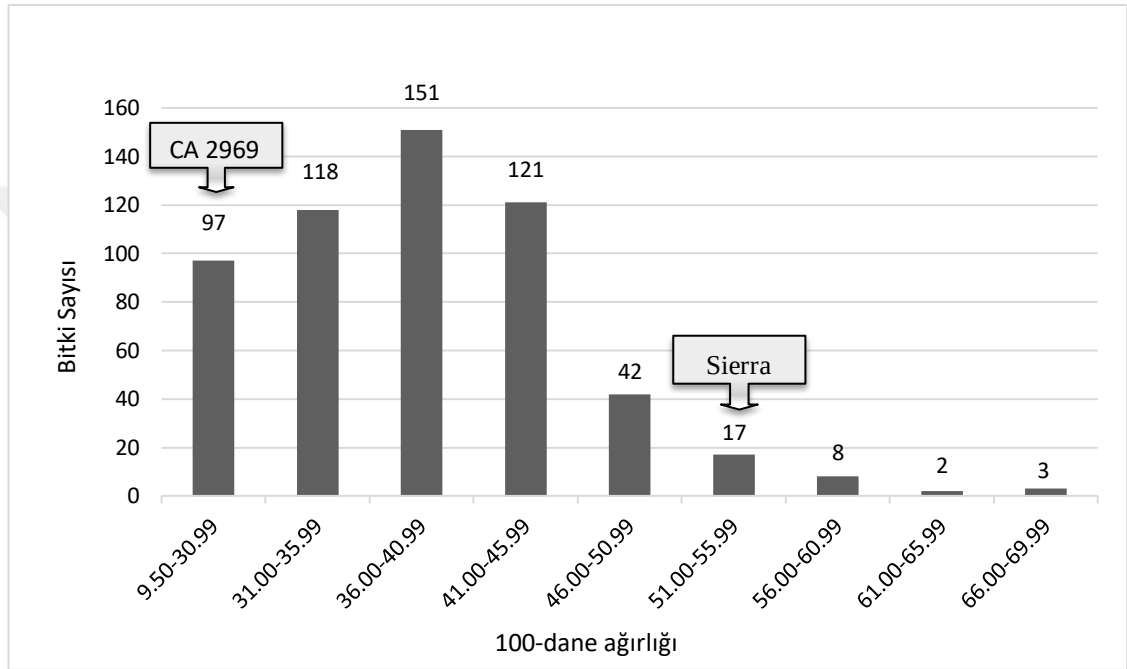
Çizelge 4.3. 100-dane ağırlığına tarımsal ve morfolojik özelliklerin doğrudan (kalın) ve dolaylı (normal) etkilerinin path (p) ve fenotipik korelasyon (r) katsayıları

Özellikler	YŞ	ÇS	İÇ	BB	İBY	BS	ADS	DS	DV	Korelasyonlar
Yaprak şekli (YŞ)	.024	.000	.075	.119	-.007	.250*	-.020	-.009	-.003	
Çiçek Sayısı (ÇS)	-.018	.045	.010	.015	.019	.002	-.002	.047	-.035	
İlk Çiçeklenme Gün Sayısı (İÇ)	.000	-.021	-.051	.073	-.013	.017	.044	.012	.000	-0.035**
Bitki Boyu (BB)	.102	-.076	.030	.521	.158*	-.065	.015	-.020	.006	0.117*
İlk Bakla Yüksekliği (İBY)	.159	.108	.511	-.015	-.077	-.182	.021	-.004	.012	-0.016**
Bakla sayısı (BS)	-.017	-.037	.293	-.146	-.111*	.146	.053	.105	.207	0.164**
Ana dal sayısı (ADS)	.270	.020	-.051	-.146	.109*	-.040	.002	.027	-.021	-0.041**
Dane sayısı (DS)	-.055	.077	-.084	-.018	.240*	.146	.053	-1.805*	.767*	0.066
Dane verimi (DV)	-.017	.002	.029	.057	.508*	-.123	-.238	.825*	2.116*	-0.316**

*, ** sırasıyla 0.05 ve 0.01 düzeyinde önemlidir.

4.1.4. 100-dane ağırlığı, tarımsal ve morfolojik özelliklerin kalıtımı

F₂ popülasyonuna ait bitkiler 100-dane ağırlığına göre değerlendirilmiş ve bitki sayılarının dağılımları Şekil 4.2’de verilmiştir. Popülasyonundaki bireyler arasında 72 genotipin, iri daneli ebeveyn olan Sierra (49.9 g)’dan daha yüksek 100-dane ağırlığına sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.2). Bunların arasında da 30 genotipin 50 g ve üzeri 100-dane ağırlığına sahip olduğu bulunmuştur. Popülasyon içerisinde 66.0-70.0 g aralığında üç genotip belirlenmiş olup en iri danelere sahip olan bir genotipin 100-dane ağırlığı 69.0 g’dır.



Şekil 4.2. 100-dane ağırlığına göre F₂ popülasyonun dağılımı

Dar anlamda kalıtım derecesinin; ilk çiçeklenme günü, %50 çiçeklenme günü, bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, ana dal sayısı, bitki başına bakla ve dane sayısı ve dane verimi üzerinde sırasıyla, %80, %80, %43, %65, %38, %49, %66, %60 ve %45 olduğu hesaplanmıştır (Çizelge 4.2). 100-dane ağırlığı için dar anlamda kalıtım derecesi ise h^2 = %45 olarak bulunmuştur. 100-dane ağırlığındaki kalıtım şeklinin poligenik (çok genli) yapıda olduğu ve F₂ popülasyonda birkaç gen tarafından yönetildiği belirlenmiştir (Şekil 4.2).

4.2. Tartışma

Kuraklık ve sıcaklık stresinden dolayı tarımsal ve morfolojik özellikler olumsuz etkilenmiştir (Çizelge 4.2), çünkü F₁ döller ve F₂ popülasyonu sadece girdi kullanılmadan doğal yağışlarla yetiştirilmekle kalmamış aynı zamanda düşük seviyeli organik madde ve azotlu topraklarda yetiştirilmiştir (Çizelge 3.1). İklim koşulları göz önüne alındığında, F₂'de çiçeklenme sırasındaki ve bakla oluşum aşamalarındaki sıcaklık stresinden dolayı artan aşırı yüksek sıcaklıklar kuraklık etkisi meydana

getirmiştir. F₁ aşamasında çiçeklenme sırasında gündüz vakti maksimum sıcaklık 33.9 °C iken, F₂ popülasyonu yetiştirilirken aynı zamanda bu değer 32.4 °C olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.2). Sadece düzensiz olarak değil, aynı zamanda yetersiz yağış da tipik Akdeniz iklimi olarak sıcaklık ve kuraklık stresini hızlandırmıştır. Tarımı yapılan nohut, kuraklık stresi çiçeklenme aşamasında çiçeklerin dökülmesinin ana nedeni olduğu için 30°C'den daha düşük sıcaklıklarda yetişmeye elverişlidir (van der Maesen 1972; Toker vd. 2007). Kuraklık stresine eşlik eden sıcaklık stresıyla çiçeklerin dökülmesinin yanı sıra F₂ popülasyonunda bakla gelişiminin de durduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni de F₂'de, bakla bağlama aşamasında sıcaklık (38.9°C'lık maksimum sıcaklık) ve kuraklık stresinin olabileceği düşünülmektedir. (Şekil 3.2)

F₁'deki tüm bitkilerin, baba ebeveyn olan CA 2969 gibi bileşik yapraklara ve bir yaprak koltuğundan çıkan tek çiçek veya baklaya sahip olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum bileşik yaprak şeklinin ve tek çiçek veya bakla oluşturma, basit yaprak şekline ve çift çiçek veya bakla oluşturma üzerinde baskın (dominat özellik) olduğunu açıklamaktadır. F₂ popülasyonunda, yaprak şekli ve çiçek/bakla sayısı bakımından bu özelliklerde açılmalar meydana gelmiştir. Ki-kare değeri ($\chi^2 = 8.25 < p = 0.05$) ile açılma oranı: 9 (bileşik yaprak ve tek bakla):3 (bileşik yaprak ve çift bakla):3 (basit yaprak ve tek bakla):1 (basit yaprak ve çift bakla) olarak elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, tarımı yapılan nohutlarda yaprak şeklinin kalıtımı, daha önceki bazı çalışma sonuçları ile uyumlu bulunmuştur (Rao vd. 1980; Muehlbauer ve Singh 1987; Pundir vd. 1990; Danehloueipour vd. 2008; Toker vd. 2012). Bu çalışmada olduğu gibi, çift baklalılık özelliğinin resesif tek gen tarafından idare edildiği gösterilmiştir (Muehlbauer ve Singh 1987; Singh ve van Rheenen 1994; Rubio vd. 1998; Kumar vd. 2000; Yasar vd. 2014). Çift baklalılık özelliğine sahip F₂ popülasyonundaki bitkiler seçildikten sonra, tek bir resesif gen (Muehlbauer ve Singh 1987; Yasar vd. 2014) tarafından idare edildiği için bu özelliğin sonraki generasyonlarda açılım göstermesi beklenilmemektedir.

F₂ popülasyonunda, 100-dane ağırlığı ve tüm tarımsal ve morfolojik özellikler için transgresif açılmaların olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.2 ve Çizelge 4.2). Popülasyon içerisinde 30 genotipin, 49.9 g olan en iyi ebeveyn Sierra'dan daha yüksek 100-dane ağırlığına sahip olduğu görülmüştür (Şekil 4.2 ve Şekil 4.3). Bazı genotiplerin çift baklalı ve 61-70 g kadar extra iri danelere sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.2 ve Şekil 4.3). Transgresif açılmaların genlerin tamamlayıcı etkisinden ve ebeveynlerde baskılanmış resesif genlerin aktivitesinden kaynaklandığı tahmin edilmiştir (de Vicente ve Tanksley 1993; Koseoglu vd. 2017; Adak vd. 2017; Ceylan vd. 2019). Tek baklalı genotiplerin çift baklalılardan daha iri daneleri olduğu yapılan ölçümler sonucu belirlenmiştir. Ayrıca, çift baklalı genotiplerin ise daha yüksek dane verimi, bakla ve dane sayısının olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2). 100-dane ağırlığının ise tek baklalı genotiplerde çift baklalılardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Basit yapraklı genotiplerde bitki boyu, ilk bakla yüksekliği ve ana dal sayısı bileşik yapraklı bitkilere kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 4.2).



(a)

(b)

(c)

Şekil 4.3. a) CA 2969'a (31 g) b) F₂ popülasyonundan çift baklalı bir genotipe (58 g) c) Sierra'ya (49.9 g) ait tohumlar

Mevcut popülasyondaki aşırı (ekstra) iri daneli olma ve çift baklalılık özelliklerinin birleştirilmesi (piramitleme) için, tarımsal ve morfolojik özellikler ve 100-dane ağırlığı arasında fenotipik korelasyonlar ve path katsayıları hesaplanmıştır (Çizelge 4.3). 100-dane ağırlığının artırılmasında dane veriminin ve dane sayısının önem arz eden özellikler olduğu path analizi ile ortaya konulmuştur (Çizelge 4.3), bu da 100-dane ağırlığı için seleksiyonun bu özelliklere dayanılarak yapılmasının yararlı olabileceğini göstermektedir. 100-dane ağırlığı ile tarımsal ve morfolojik özellikler arasındaki ilişki önceki çalışmalar ile paralellik göstermiştir (Canci ve Toker 2009; Jivani vd. 2013). Ayrıca, ilk çiçeklenme gün sayısı ile 100-dane ağırlığı arasında negatif önemli korelasyon saptanmıştır (Çizelge 4.3). 100-dane ağırlığının artırılmasında bir etken olarak erken çiçeklenmenin, dane boyutunda artışa sebep olabileceği düşünülmektedir. Bir başka deyişle, erken çiçeklenen genotiplerin bakla doldurma süresinin daha uzun olması bir avantaj sağlayarak daha yüksek 100-dane ağırlığına sahip olduğu belirlenmiştir.

Dane iriliği olarak, 100-dane ağırlığı, $h^2 = \%45$ olarak dar anlamda kalıtım derecesinin en küçük değerlerinden birine sahip olarak bulunmuştur (Çizelge 4.2), bu da, 100-dane ağırlığının genotip-çevre veya genotip-yıl interaksyonu tarafından en çok etkilenen tarımsal ve morfolojik özelliklerden biri olduğunu göstermiştir. Çevre gözü önüne alındığında, sıcaklık ve kuraklık stresleri dane iriliği üzerinde en önemli etkiye sahiptir (Şekil 4.2). Bu çalışmada, 100-dane ağırlığı özelliğinin kalıtım modelinin sürekli dağılıma sahip olması nedeniyle çok genli (poligenik) olduğu ortaya konulmuştur (Şekil 4.2). F₂ popülasyonundaki çoğu genotip, baba ebeveyn olarak kullanılan CA 2969'dan daha yüksek 100-dane ağırlığına sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.2), bu da 100-dane ağırlığının kalıtımında kısmi baskın genlerin çok önemli rol oynadığını göstermektedir. Popülasyondaki genotiplerin çoğunun küçük daneli ebeveyninden (CA 2969'unkinden) daha iri danelere sahip olması, ana ebeveyn tarafından sitoplazmik etkinin iri danelilik üzerine hakim olabileceği düşünülse, resiprokral melezler yapmadan bunu söylemek zordur (Şekil 4.2). Bu çalışmada, dane iriliği tercihe göre küçük, orta ve büyük olarak sınıflara ayrılmamıştır. Tarımı yapılan nohutlarda dane iriliği üzerine yapılan kalıtım çalışmaları, tek genli (Muehlbauer ve Singh 1987;

Upadhyaya vd. 2006; Sundaram vd. 2019), iki genli (Upadhyaya vd. 2006; Hossain vd. 2010; Sundaram vd. 2019) ve çok genli (Singh vd. 1992; Kumar ve Singh 1995; Malhotra vd. 1997; Hovav vd. 2003; Sharma vd. 2013) olarak kalıtıldığı rapor edilmiştir. Bu farklılıkların ana nedeni, araştırmacılar tarafından kullanılan fenotipik tercihlerden kaynaklanmaktadır. Upadhyaya vd. (2006) tarafından yapılan çalışmaya göre kültüre alınmış nohutta dane boyutunun kalıtımı üzerine maternal genetik etkilerin olmamasına rağmen, nohutta dane boyutunu arttırmak için ana ebeveynin iri dane boyutuna sahip olması gerektiği önerilmiştir (Ceylan vd. 2019). Kültüre alınmış nohutlarda küçük dane boyutu iri dane boyutuna göre baskın bulunmuştur. Bu özelliğin iki gen tarafından kontrol edildiği bildirilmiştir (Hossain vd. 2010). Buna karşılık, normal dane boyutu da küçük dane boyutuna göre baskın bulunmuştur (Upadhyaya vd. 2006). Ceylan vd. (2019) türler arası karşılıklı (resiprokal) geri melezlemelerde, kültür nohudunun ana ebeveyn olarak kullanılmasıyla da dane boyutu ve verim bileşenlerinin geliştirilebileceğini belirtmiştir. Çok genli bir özellik olarak, dane iriliği bu çalışmada da olduğu gibi hem eklemeli hem de baskın genler tarafından idare edildiği ortaya konulmuştur (Singh vd. 1992; Bicer ve Sakar 2008) (Şekil 4.2).

5. SONUÇLAR

Sonuç olarak araştırmacılar için aşağıdaki çıktılar önerilebilir.

1. Tarımı yapılan nohutta, iri danelilik özelliğinin kalıtım şeklinin poligenik yapıda ve bazı baskın allel genler tarafından kontrol edildiği sonucuna ulaşılmıştır.
2. Popülasyondaki genotiplerin çoğunun küçük daneli ebeveynden (CA 2969'unkinden) daha iri danelere sahip olması, ana ebeveyn tarafından sitoplazmik etkinin iri danelilik üzerine etkisinin olabileceğini düşündürse de resiprokal melezler yapılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.
3. Sadece 100-dane ağırlığı değil, aynı zamanda ilk çiçeklenme gün sayısı, % 50 çiçeklenme gün sayısı, bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bakla ve dane sayısı ve dane verimi de F_2 'de transgresif açılımlar olarak bulunmuştur, bu ise nohuttaki dane iriliğinin uygun ebeveynlerin melezlenmesi ile geliştirilebileceğini ortaya konulmuştur.
4. Ekstra iri danelilik özelliği için seleksiyon, bitki başına dane verimi üzerine yapılabileceği sonucuna ulaşılmıştır, çünkü dane verimi 100-dane ağırlığı üzerinde en yüksek doğrudan etkiye sahip olduğu bulunmuştur.
5. 55 g ve üzeri 100-dane ağırlığına sahip olan ekstra iri daneli ve çift baklalı özelliklere sahip bitkiler, F_2 popülasyonunda birçok genotipte bir araya getirilmiştir.
6. Uygun 'kabuli' tip nohutlar melezlendiğinde, ekstra iri danelilik ve çift baklalılık özellikleri tür içi melezlemelerle birleştirilebileceği ortaya konulmuştur.

6. KAYNAKLAR

- Abbo, S., Grusak, M.A., Tzuk, T. and Reifen, R. 2000. *Genetic control of seed weight and calcium concentration in chickpea seed. Plant Breeding*, 119: 427-431.
- Adak, A., Sari, D., Sari, H. and Toker, C. 2017. *Gene effects of Cicer reticulatum on qualitative and quantitative traits in the cultivated chickpea. Plant Breeding*, 136: 939-947.
- Akçin, A. 1988. Yemeklik Dane Baklagiller Ders Kitabı. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 8, Konya.
- Akman, B. ve Azkan, N. 1993. Bursa ekolojik koşullarına uyan kışlık nohut (*Cicer arietinum* L.) hatlarının belirlenmesi üzerinde bir araştırma. Yüksek lisans tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Ali, H., Shah, M., Iqbal, N., Atta, B.M. and Haq, M.A. 2010. *Mutagenic induction of double-podding trait in different genotypes of chickpea and their characterization by STMS marker. Plant Breeding*, 129: 116-119.
- Ali, L., Deokar, A., Caballo, C., Tar'an, B., Gi, J., Chen, W., Mian, T. and Rubio, J. 2016. *Fine mapping for double podding gene in chickpea. Theoretical and Applied Genetics*, 129: 77-86.
- Anbessa, Y., Warkentin, T., Bueckert, R. and Vandenberg, A. 2007. *Short internode, double podding and early flowering effects on maturity and other agronomic characters in chickpea. Field Crops Research*, 102: 43-50.
- Arora, P. P., Kumar, L. 1999. *Association in Chickpea. Agricultural Science Digest Karnal* 19:3 199-202.
- Arora, P.P., Jeena, A.S. 1999. *Association Analysis for Yield and Other Quantitative Traits in Chickpea. Agricultural Science Digest Karnal*. 19:3,183-186.
- Azkan, N. ve Kanak, F. 1995. Nohut hat ve çeşitlerinde ekim zamanının verime etkisi. Yüksek lisans tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Balasubrahmanyam, R. 1950. *The association of size and colour in gram (Cicer arietinum L.). Current Science*, 19(8): 246-7.
- Bicer, B.T. and Sakar, D. 2008. *Heritability and gene effects for yield and yield components in chickpea. Hereditas*, 145: 220-224.
- Biçer, B. T. 2009. *The effect of seed size on yield and yield components of chickpea and lentil. African J. Biotechnology*, 8: 1482-1487.
- Biçer, B. T. ve Anlarsal, E. 2004. *Bazı nohut (Cicer arietinum L.) köy çeşitlerinde bitkisel ve tarımsal özelliklerin belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(4): 389-396.
- Biçer, B. T. ve Şakar, D. 2011. *Nohut (Cicer arietinum L.)'ta Tohum İriliğine Yönelik Seleksiyonun Verim ve Verim Ögelerine Etkisi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(1): 17-22.
- Biçer, B.T. ve Anlarsal, E. 2005. *Diyarbakır Yöresi Nohut (Cicer arietinum L.) Köy Popülasyonlarının Tarımsal, Morfolojik ve Fenolojik Özellikler İçin Değerlendirilmesi. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(3): 1-8.

- Canci, H. and Toker, C. 2009. *Evaluation of annual wild Cicer species for drought and heat resistance under field conditions. Genet Resour Crop Evol*, 56:1–6.
- Ceylan, F.O., Adak, A., Sari, D., Sari, H. and Toker, C. 2019. *Unveiling of suppressed genes in interspecific and backcross populations derived from mutants of Cicer species. Crop & Pasture Science*, 70: 254-262.
- Cho, S., Kumar, J., Shultz, J.L., Anupama, K., Tefera, F. and Muehlbauer, F.J. 2002. *Mapping genes for double podding and other morphological traits in chickpea. Euphytica*, 128: 285-292.
- Cobos, M.J., Rubio, J., Fernandez-Romero, M.D., Garza, R., Moreno, M.T., Millan, T., Gil, J. 2007. *Genetic analysis of seed size, yield and days to flowering in a chickpea recombinant inbred line population derived from a kabuli x desi cross. Ann Appl Biol.*, 151: 33-42.
- Danehloueipour, N., Clarke, H.J., Yan, G., Khan, T.N. and Siddique, K.H.M. 2008. *Leaf type is not associated with ascochyta blight disease in chickpea (Cicer arietinum L.). Euphytica*, 162: 281-28.
- de Vicente, M.C. and Tanksley, S.D. 1993. *QTL Analysis of transgressive segregation in an interspecific tomato cross. Genetics*, 134: 585-596
- Dewey, D.R. and Lu, K. 1959. *A correlation and path-coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production. Agron J.*, 51: 515-518.
- Doğan, Y., Oral, E., Çiftçi, V., Kendal E. 2017. *Bazı Nohut (Cicer arietinum L.) Çeşitlerinde Özellikler Arası Korelasyon ve Path Analizi. Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der.*, 2146-0574.
- Eker, T., Erler, F., Adak, A., Imrek, B., Guven, B., Tosun, H.S., Sari, D., Sari, H., Upadhyaya, H.D., Toker, C., Ikten, C. 2018. *Screening of chickpea accessions for resistance against the pulse beetle, Callosobruchus chinensis L. (Coleoptera: Bruchidae). Journal of Stored Products Research*, 76: 51-57.
- Erman, M., Çiftçi, V., Geçit, H. 1997. *Nohut (Cicer arietinum L.) 'ta Özellikler Arası İlişkiler ve Path Katsayısı Analizi Üzerine Bir Araştırma. Tarım Bilimleri Dergisi*, 3(3) 43-46.
- Eser, D. ve Soran, H. 1978. *Yerli ve yabancı kökenli nohut çeşitlerinin Orta Anadolu çevre koşullarında erkencilik, verimlilik ve hastalıklara dayanıklılık yönünden mukayeseli incelenmesi. A. O. Z. F. Yayınları: 684, Ankara.*
- FAO 2018. <http://www.fao.org/3/ca5162en/ca5162en.pdf>.
- FAOSTAT 2020. <http://www.fao.org/faostat/#data/QC>. [Son erişim tarihi:3.12.2020].
- Gaur, P.M., Gour, V.K. 2002. *A gene producing one to nine flowers per flowering node in chickpea. Euphytica*, 128: 231–235.
- Gaur, P.M., Pande, S., Upadhyaya, H.D. and Rao, B.V. 2006. *Extra-large kabuli chickpea with high resistance to Fusarium wilt. International Chickpea and Pigeonpea Newsletter*, 13: 5-7.
- Gaur, P.M., Singh, M.K., Samneni, S., Sajja, S.B., Jukanti, A.K., Kamatam, S. and Varshney, R.K. 2016. *Inheritance of protein content and its relationships with seed size, grain yield and other traits in chickpea. Euphytica*, 209: 253-260.

- Gil, J., Castro, P., Millan, T., Madrid, E. and Rubio, J. 2017. *Development of new kabuli large-seeded chickpea materials with resistance to Ascochyta blight. Crop and Pasture Science*, 68: 967-972.
- Gil, J., Nadal, S., Luna, D., Moreno, M.T. and De Haro, A. 1996. *Variability for some physico-chemical characters in desi and kabuli chickpea types. Journal of the Science of Food and Agriculture*, 71: 179-184.
- Gurinder, S; Brar, H.S.; Verma, M. M, Sandhu, J.S; Singh, G.1989. *Component Analysis of Seed Yield in Chickpea. Crop Improvement*,16: 2, 145-149.
- Gürbüz, A.,Divanlı Türkan, A., Soydaş, S., Aydın, N. 2004. *Nohutta Korelasyon ve Path Analizi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 1302-4310.
- Hossain, S., Ford, R., McNeil, D., Pittock, C. and Panozzo, J. 2010. *Inheritance of seed size in chickpea (Cicer arietinum L.) and identification of QTL based on 100-seed weight and seed size index. Australian Journal of Crop Science*, 4: 126 - 135.
- Hovav, R., Upadhyaya, K.C., Beharav. A. and Abbo, S. 2003. *Major flowering time gene and polygene effects on chickpea seed weight. Plant Breeding*, 122: 539 - 541.
- Jivani, J.V., Mehta,D.R.,Pithia,M.S.,Madariya, R.B. and Mandavia, C.K. 2013. *Variability Analysis and Multivariate Analysis in Chickpea (Cicer arietinum L.). Electronic Journal of Plant Breeding*, 4(4): 1284-1291.
- Khan, A.R. and Akhtar, A.R. 1934. *The inheritance of petal colour in gram. Agriculture and Livestock in India*, 4: 127-155.
- Kivrak, K.G., Eker, T., Sari, H., Sari, D., Akan, K., Aydinoglu, B., Catal, M. and Toker, C. 2020. *Integration of Extra-Large-Seeded and Double-Podded Traits in Chickpea (Cicer arietinum L.). Agronomy*, 10: 901.
- Kodaş, R. ve Er, C. 2012. *Tahıllarda organik yetiştiricilik. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(1): 103-116.
- Koseoglu, K., Adak, A., Sari, D., Sari, H., Ceylan, F.O. and Toker, C. 2017. *Transgressive segregations for yield criteria in reciprocal interspecific crosses between Cicer arietinum L. and C. reticulatum Ladiz. Euphytica*, 213: 116.
- Kumar, J., Srivastava, R.K. and Ganesh, M. 2000. *Penetrance and expressivity of the gene for double-podding in chickpea. Journal of Hereditas*, 91: 234-236.
- Kumar, L; Arora, P.P., 1991. *Basis of Selection in Chickpea International Chickpea Newsletter No.24*,14-15.
- Kumar, S. and Singh, O. 1995. *Inheritance of seed size in chickpea. Journal of Genetics and Breeding*, 49: 99-104.
- Ladizinsky, G. 1975. A new *Cicer* from Turkey. *Notes Royal Botanical Garden Edinburgh* 34: 201202.
- Malhotra, R.S. and Singh, K.B. 1989. *Detection of epistasis in chickpea. Euphytica*, 40: 169-172.
- Malhotra, R.S., Bejiga, G., Singh, K.B. 1997. *Inheritance of seed size in chickpea. Journal*

- of Genetics and Breeding*, 51: 45-50.
- Mart, D., Yücel, D., Türkeri, M. 2017. *Çukurova Koşullarında Nohut (Cicer arietinum L.) Hat ve Çeşitlerinin Verim ve Verim Öğeleri ve Kalite Değerleri. KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20 (Özel Sayı): 371-374.
- Muehlbauer, F.J. and Sarker, A. 2017. *Economic Importance of Chickpea: Production, Value, and World Trade. The Chickpea Genome*, pp 5-12.
- Muehlbauer, F.J. and Singh, K.B. 1987. Genetics of chickpea. Saxena, M.C. and Singh, K.B. (Eds). *The Chickpea*. CAB International, Wallingford, UK, pp. 99-125.
- Muehlbauer, F.J., Temple, S.R. and Chen, W. 2004. Registration of 'Sierra' chickpea. *Crop Science*, 44(5): 1864.
- Poehlman, J.M. and Sleper, D.A. 1995. *Breeding field crops*. Iowa State University Press, Ames, p 494.
- Pundir, R.P.S., Mengesha, M.H. and Reddy, G.V. 1990. *Leaf types and their genetics in chickpea (Cicer arietinum L.)*. *Euphytica*, 45: 197-200.
- Pundir, R.P.S., Reddy, K.N., and Mengesha, M.H. 1988. *ICRISAT Chickpea Germplasm Catalog: Evaluation and Analysis*, ICRISAT, Patancheru, India.
- Rajesh, P. N., Tullu, A., Gill, J., Gupta, V.S, Ranjekar, P.K. and Muehlbauer, F.J. 2002. *Identification of an STMS marker for the double-podded gene in chickpea. Theoretical Applied Genetics*, 105: 605-607.
- Rao, N.K., Pundir, R.P.S. and van der Maesen, L.J.G. 1980. *Inheritance of some qualitative characters in chickpea (Cicer arietinum L.)*. *Plant Science (Proc. Indian Acad. Sci.)* 89: 497-503.
- Regan, K., MacLeod, B. and Siddique, K. 2006. *Production packages for kabuli chickpea in Western Australia*. Farm Note No.117. Dep. of Agri. & Food, South Perth, WA.
- Rubio, J., Flores, F., Moreno, M.T., Cubero, J.I. and Gil, J. 2004. *Effects of the erect/bushy habit, single/double pod and late/early flowering genes on yield and seed size and their stability in chickpea. Field Crops Research*, 90: 255-262.
- Rubio, J., Moreno, M.T., Cubero, J.I. and Gil, J. 1998. *Effect of the gene for double pod in chickpea on yield, yield components and stability of yield. Plant Breeding*, 117: 585-587.
- Rubio, J., Moreno, M.T., Martinez, C. and Gil, J. 2003. *Registration of CA2969, an ascochyta blight resistant and double-podded chickpea germplasm. Crop Science*, 43: 1567-1568.
- Sandhu, J. S. ve Mangat, N.S. 1995. *Correlation and Path Analysis in Late Sown Chickpea. Indian Journal of Pulses Research*. 8:1,13-15.
- Sandhu, T.S; Gumber, R.K and Bhatia, R.S. 1991. *Path analysis in Chickpea. Journal of Research Punjab Agricultural University*, 28(1): 1-4.
- Sharma, S., Upadhyaya, H.D., Gowda, C.L.L., Kumar, S. and Singh, S. 2013. *Genetic analysis for seed size in three crosses of chickpea (Cicer arietinum L.)*.

- Canadian Journal of Plant Science*, 93, 387-395.
- Sheldrake, A.R., Saxena, N.P. and Krishnamurthy, L. 1978. *The expression and influence on yield of the double podded character in chickpeas (Cicer arietinum L.)*. *Field Crops Research*, 1: 243-253.
- Singh, K.B. 1987. Chickpea breeding. In: Saxena, M.C. and Singh, K.B (eds), *The Chickpea*, CAB International, Wallingford, UK, pp. 127-162.
- Singh, K.B. and Jana, S. 1993. *Diversity for responses to some biotic and abiotic stresses and multivariate associations in Kabuli chickpea (Cicer arietinum L.)*. *Euphytica*, 68: 1-10.
- Singh, O., and Van van Rheenen, H. A. 1994. *Genetics and contribution of the multiseeded and double-podded character to grain yield of chickpea*. *Indian Journal of Pulses Research*, 7: 97-102.
- Singh, O., Gowda, C.L.L., Sethi, S.C., Dasgupta, T. and Smithson, J.B. 1992. *Genetic analysis of agronomic characters in chickpea. I. Estimates of genetic variances from diallel mating designs*. *Theor Appl Genet*, 83: 956-962.
- Singh, V.K., Khan, A.W., Jaganathan, D., Thudi, M., Takagi, H., Garg, V., Kumar, V., Chitikinen, A., Gaur, P.M., Sutton, T., Terauchi, R. and Varshney, R.K. 2016. *QTL-seq for rapid identification of candidate genes for 100-seed weight and root/total plant dry weight ratio under rainfed conditions in chickpea*. *Plant Biotechnology Journal*, 14: 2110-2119.
- Sundaram, P., Samineni, S., Sajja, S.B., Roy, C., Singh, S.P., Joshi, P. and Guar, P.M. 2019. *Inheritance and relationships of flowering time and seed size in kabuli chickpea*. *Euphytica*, 215: 144.
- Şehirali, S. 1988. *Yemeklik Dane Baklagiller*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1089, Ders Kitabı: 314, Ankara.
- Tanno, K. I., & Willcox, G. (2006). *The origins of cultivation of Cicer arietinum L. and Vicia faba L.: early finds from Tell el-Kerkh, north-west Syria, late 10th millennium BP*. *Vegetation History and Archaeobotany*, 15(3), 197-204.
- Tar'an, B., Bandara, M. and Warkentin, T. 2011. *CDC Orion kabuli chickpea*. *Canadian Journal of Plant Science*, 91: 355-356.
- Tar'an, B., Warkentin, T.D. and Vandenberg, A. 2013. *Fast track genetic improvement of ascochyta blight resistance and double podding in chickpea by markerassisted backcrossing*. *Theoretical Applied Genetics*, 126: 1639-1647.
- Tekatlı, M., Kılınç, C. ve Çınkır, M.A. 2017. *Bazı Kışlık Nohut (Cicer arietinum L.) Hatlarında Bazı Tarımsal Karakterlerin ve Karakterler Arası İlişkilerin Belirlenmesi*. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26 (Özel Sayı): 138-141.
- Toker, C., and Yadav, S.S. 2010. *Legumes cultivars for stress environments*. *Climate Change and Management of Cool Season Grain Legume Crops*, 351-376.
- Toker, C., Ceylan, F.O, Inci, N.E., Yd, T. and Cagiga, M.I. 2012. *Inheritance of leaf shape inn the cultivated chickpea (Cicer arietinum L.)*. *Turkish Journal of Field*

Crops, 17(1): 16-18.

- Toker, C., Lluch, C., Tejera, N.A., Serraj, R. and Siddique, K.H.M. 2007. *Abiotic stresses*. In: Yadav, S.S., Redden, R., Chen, W. and Sharma, B.(eds.) *Chickpea Breeding and Management*, CABI, Wallingford, UK., pp. 474-496.
- Toker, C., Sari, D. ve Chrigui, N. 2015. Organik Nohut Yetiştiriciliği Bakımından Yanıklık Hastalığı [*Ascochyta rabiei* (Pass.) Labr.]: Mücadele Yöntemleri, Dayanıklılık Kaynakları ve Islahı. Doğu Karadeniz II. Organik Tarım Kongresi, 6-9 Ekim, Rize.
- Upadhyaya H.D., 2003. *Geographical patterns of variation for morphological and agronomic characteristics in the chickpea germplasm collection*. *Euphytica*, 132:343-352.
- Upadhyaya, H.D., Kumar, S., Gowda, C.L.L. and Singh, S. 2006. *Two major genes for seed size in chickpea (Cicer arietinum L.)*. *Euphytica*, 147: 311-315.
- Urrea, C., Muehlbauer, F.J. and Harveson, R.M. 2017. *Registration of 'New Hope' Chickpea Cultivar with Enhanced Resistance to Ascochyta Blight*. *Journal of Plant Registrations*, 11: 107-111.
- van der Maesen, L.J.G.S. 1972. *Cicer L.*, a monograph of the genus, with special reference to the chickpea (*Cicer arietinum L.*), its ecology and cultivation. Mededelingen Landbouwhogeschool (Communications Agricultural University), Wageningen, 72-100.
- Vandemark, G., Guy, S.O. and Chen, W. 2015. *Registration of 'Nash' Chickpea*. *Journal of Plant Registrations*, 9: 75-278.
- Vandemark, G., Howard, N. and Chen, W. 2019. *Registration of 'Royal' Chickpea*. *Journal of Plant Registrations*, 13: 123-127.
- Varshney, R.K., Song, C., Saxena, R.K., Azam, S., Yu, S., Sharpe, A.G., Cannon, S., Baek, J., Rosen, B.D., Tar'an, B., Millan, T., Zhang, X., Ramsay, L.D., Iwata, A., Wang, Y., Nelson, W., Farmer, A.D., Gaur, P.M., Soderlund, C., Penmetza, R.V., Xu, C., Bharti, A.K., He, W., Winter, P., Zhao, S., Hane, J.K., Carrasquilla Garcia, N., Condie, J.A., Upadhyaya, H.D., Luo, M.C., Thudi, M., Gowda, C.L.L., Singh, N.P., Lichtenzveig, J., Gali, K.K., Rubio, J., Nadarajan, N., Dolezel, J., Bansal, K.C., Xu, X., Edwards, D., Zhang, G., Kahl, G., Gil, J., Singh, K.B., Datta, S.K., Jackson, S.A., Wang, J., and Cook, D.R. 2013. *Draft genome sequence of chickpea (Cicer arietinum) provides a resource for trait improvement*. *Nature Biotechnology*, 31: 240–246.
- Verma, S., Gupta, S., Bandhiwal, N., Kumar, T., Bharadwaj, C. and Bhatia, S. 2015. *High-density linkage map construction and mapping of seed trait QTLs in chickpea (Cicer arietinum L.) using Genotyping-by Sequencing (GBS)*. *Scientific Reports*, 5: 17512.
- Yasar, M. 2012. Nohutta (*Cicer arietinum L.*) Çift Baklalılık Özelliğinin Görünme Derecesi ve Geçiş Yeteneği. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 36 s.
- Yasar, M., Ceylan, F.O., Ikten, C. and Toker, C. 2014. *Comparison of expressivity and penetrance of the double podding trait and yield components based on*

reciprocal crosses of kabuli and desi chickpeas (Cicer arietinum L.). Euphytica, 196: 331-339.

Yücel, D., Mart, D., Türkeri, M., Angın, N., Yücel, C. 2017. Kuraklık Stresine Dayanıklı Nohut Genotiplerinin Geliştirilmesi. KSÜ Doğa Bil. Derg., 20 (Özel Sayı): 367-371.

Zohary, D. and Hopf, M. 2000. Domestication of Plants in the Old World. Oxford University Press, 3rd Ed., New York, 316 pp.



ÖZGEÇMİŞ



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2017- 2021	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Bölümü, ANTALYA
Lisans 2011-2016	Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, BURSA

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Ziraat Mühendisi 2019-Devam Ediyor	ALTINOVA TİGEM KONYA Bitki Üretim Şubesi
---------------------------------------	---

ESERLER

Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

Kivrak, K.G., Eker, T., Sari, H., Sari, D., Akan, K., Aydinoglu, B., Catal, M., Toker, C. 2020. Integration of extra-large-seeded and double-podded traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Agronomy, 10(6): 901.