

Araştırma makalesi / Research Article

İnci Darısı (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.) Popülasyonlarının Tane Verimi ile İlişkili Özelliklerin Saptanması

*Determination of Grain Yield Related Characteristics of Pearl Millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) Populations*

Veysi BAHŞIŞ¹ , Celal YÜCEL^{2*} 

¹ Şırnak Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Şırnak

² Şırnak Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Şırnak; celalyucel@sirnak.edu.tr

* Sorumlu Yazar celalyucel@sirnak.edu.tr

Article Information / Makale Bilgisi

Citation / Atıf: Bahşiş, V., & Yücel, Y. 2025. İnci Darısı (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.) Popülasyonlarının Tane Verimi ile İlişkili Özelliklerin Saptanması. *Şırnak Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8, 20-36. / Bahşiş, V., & Yücel, Y. 2025. Determination of Grain Yield Related Characteristics of Pearl Millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) Populations. *Sirnak University Journal of Science*, 8, 20-35.

Date of Submission (<i>Geliş Tarihi</i>)	17. 04. 2025
Date of Acceptance (<i>Kabul Tarihi</i>)	31. 05. 2025
Date of Publication (<i>Yayın Tarihi</i>)	29. 06. 2025
Article Type (<i>Makale Türü</i>)	Research Article (<i>Araştırma Makalesi</i>)
Peer-Review (<i>Değerlendirme</i>)	Double anonymized – At Least Two External (<i>Çift Taraflı Körleme / En az İki Dış Hakem</i>).
Ethical Statement (<i>Etik Beyan</i>)	It is declared that scientific, ethical principles have been followed while carrying out and writing this study, and that all the sources used have been properly cited. (<i>Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.</i>)
Plagiarism Checks (<i>Benzerlik Taraması</i>)	Yes (Evet) – Ithenticate/Turnitin.
Conflicts of Interest (<i>Çıkar Çatışması</i>)	The author(s) has no conflict of interest to declare (<i>Çıkar çatışması beyan edilmemiştir.</i>)
Complaints (<i>Etik Beyan Adresi</i>)	sufbd@gmail.com
Grant Support (<i>Finansman</i>)	The data in this study were provided by the TÜBİTAK 1001 project number 219O103 supported by TÜBİTAK. (<i>Bu çalışma yer alan veriler, Tübitak tarafından desteklenen 219O103 nolu TÜBİTAK 1001 projesinde sağlanmıştır.</i>)
Copyright & License (Telif Hakkı ve Lisans)	Authors publishing with the journal retain the copyright to their work licensed under the CC BY-NC 4.0. (<i>Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.</i>)

ÖZET

Araştırma, inci darısında tane verimi ile ilişkili özelliklerin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Araştırma, 2021 yılında Şanlıurfa ili Akçakale ilçesi ikinci ürün koşullarında yürütülmüştür. 22 adet inci darısı (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) popülasyonu materyal olarak kullanılmıştır. Populasyonların çiçeklenme gün süresinin 71.00-86.50 gün, bitki başına fertil sap sayısının 2.83-6.50 adet, salkım uzunluğunun 18.50-28.16 cm, salkım çapının 15.62-26.19 mm, salkım tane veriminin 1.63-28.23 g, bin tane ağırlığının 5.67-14.10 g ve tohum çimlenme oranının %92.66-100.00 arasında değiştiği saptanmıştır. Ayrıca çiçeklenme gün sayısı hariç, diğer özelliklerin tamamı ile başaktaki tane verimi arasında önemli ve olumlu ilişkiler göstermişlerdir. 1834, 5581, 8288, 8562 ve 9157 popülasyonların salkımdaki tane verimi bakımından diğer popülasyonlardan daha iyi olduğu ve bu genotiplerin ıslah programlarında değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır. İnci darısında tane verimi için yapılacak seleksiyonlarda; erkenci, fertil sap sayısı fazla, uzun salkım ve kalın salkım çapına sahip ve bin tane ağırlığı yüksek genotiplerin seçilmesi önemli olacaktır.

Anahtar Kelimeler: İnci darısı; korelasyon; popülasyon; tane; verim

ABSTRACT

The research was carried out to determine the traits related to grain yield of pearl millet. The research was conducted in 2021 under second crop conditions in Akçakale district of Şanlıurfa province. 22 pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) populations were used as material. An average of flowering days of populations varied between 71.00 and 86.50 days, the number of fertile stems between 2.83 and 6.50 number per plant, spike length between 18.50 and 28.16 cm, spike diameter between 15.62 and 26.19 mm, spike grain weight between 1.63 and 28.23 g, thousand grain weight between 5.67 and 14.10 g and seed germination rate between 92.70 and 100.00%. In addition, except the number of days to flowering, all other traits showed significant and positive relationships with grain yield per spike. It was concluded that 1834, 5581, 8288, 8562 and 9157 populations were better than other populations in terms of grain yield per spike and these genotypes could be evaluated in breeding programs. For grain yield, early, high number of fertile stems, long spike and diameter and high thousand grain weight genotypes should be selected.

Keywords: Pearl millet; correlation; population; grain; yield

1. GİRİŞ

İnci darısı (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.), yabancı döllenen küçük taneli sıcak iklim C4 bitkisidir. Kısa gün bitkisi olan inci darısı, çiçeklenmesini kısa günde tamamlamaktadır. Bu bitki, kuraklığa dayanıklılık bakımından tahıllar içerisinde ilk sıralarda yer almasına rağmen, verim düşüklüğü nedeniyle susuz koşullarda yetiştirilmesi mümkün olmamaktadır (Taylor ve ark., 2006; Lee ve ark., 2012). İnci darısının, zararlılara ve hastalıklara karşı toleranslı olması (Mason ve ark., 2015), tuzluluğa toleranslı olmasının yanı sıra çok hızlı büyüyen bir türdür (Makarana ve ark., 2018). İnci darısı, kuraklık, tuzluluk, düşük yağış ve verimlilik gibi olumsuz koşullar altında da gelişebilmektedir (Kumawat ve ark., 2019).

Son yıllarda küresel ölçekte etkisinin hissedildiği iklim değişiklikleri neticesinde, kuraklığa ve yüksek sıcaklığa daha toleranslı yeni bitki tür ve çeşitlerin üretim deseninde yer alması zorunlu hale gelmiş bulunmaktadır. Küçük taneli olarak adlandırılan sıcak iklim tahıllarından olan darıların, hem yem ve hem de insan gıdası olarak tane amaçlı kullanılmalarının yanı sıra yüksek sığa, kurağa ve olumsuz çevre koşullarına adaptasyonun, diğer tarla ürünlerinde daha iyi olması ve güney bölgelerimizde biyokütle verimlerinin yüksek olması nedeniyle (Saygıdar ve ark., 2024; Dönmez ve Hatipoğlu, 2024), ileriki yıllarda ülkemizde de üzerinde yoğun çalışılması gereken türlerinin başında gelmektedir (Yücel ve Yücel, 2022).

Dünya ortalama darı tane veriminin ise 103 kg/da olduğu (FAO, 2014), Hindistan'ın uygun yetiştirme koşullarında bu verimin 467 kg/da'a kadar çıkabildiği de bildirilmektedir (Nayak ve ark., 2020). Tanesinin insan gıdası olarak kullanılmasının yanı sıra özellikle kümes ve diğer hayvan rasyonlarına da ilave edilerek değerlendirilmektedir.

İnci darısı taneleri demir, çinko, kalsiyum, lipids ve proteinler bakımından daha yüksek besleme değerine sahiptir (Klopfenstein ve Hosney, 1995). Ayrıca, tanelerinin içerdiği protein bakımından buğdaya eşdeğer olduğu, çeltik ve mısırdan ise daha yüksek olduğu bilinmektedir (Hulse ve ark., 1980). İnci darısı, buğday, arpa, çavdar ve yulaf gibi tahılların aksine tanelerinin glutensiz olması nedeniyle özellikle çölyak hastalığı sorunu olan insanların beslenmesinde önemli temel gıda olmaktadır. Darı tanelerinin besleyici değerinin yanı sıra, kanser ve kardiyovasküler hastalıkların önlenmesi, tümörün azaltılması, kan basıncının düşürülmesi, kalp hastalığı riski, kolesterol ve yağ emiliminin hızı, gastrik boşalmayı geciktirme ve gastrointestinal toplu sağlama gibi bazı potansiyel sağlık faydaları olduğu bilinmektedir (Truswell, 2002; Gupta ve ark., 2012). İnci darısı tanesindeki ham protein içeriğinin %8-24 arasında değiştiği bildirilmektedir (Hulse ve ark., 1980; Rooney ve McDonough, 1987).

Bu araştırma, Türkiye'nin yarı kurak, yüksek sıcaklık ve düşük nispi nem özelliklerine sahip GAP bölgesinde (Şanlıurfa), bazı inci darısı popülasyonlarının (*Pennisetum glaucum* L.) tane verimi ile ilişkili bazı özelliklerin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

2. MATERİYAL VE METOT

2.1. Materyal

Araştırmada yurtdışı uluslararası araştırma olan ICRISAT'tan sağlanan 22 inci darısı (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) popülasyonu bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Popülasyonların sıra numarası ve kodları; 1536 (1), 1834 (2), 4177 (3), 5581 (4), 5711 (5), 6193 (6), 7259 (7), 7675 (8), 7860 (9), 8155 (10), 8276 (11), 8288 (12), 8350 (13), 8259 (14), 8540 (15), 8562 (16), 8707 (17), 8818 (18), 8863 (19), 9157 (20), 9464 (21), 10632 (22). Bu tezde yer alan veriler, Şırnak Üniversitesi tarafından yürütülen TÜBİTAK 219O103 nolu projeden sağlanmıştır.

Araştırma Yerinin Toprak ve İklim Özellikleri

Ekimden önce araştırmanın yürütüleceği alanda 0-15 ve 15-30 cm toprak derinliğinde alınan toprak örneklerinin yapılan kimyasal analizleri sonucunda; pH'nın 7.62-7.81, toplam tuz içeriğinin (EC) %0.29-0.38, organik maddenin %0.85-0.98, fosfor içeriğinin (P_2O_5) 0.98-1.04 kg/da, potasyum içeriğinin (K_2O) 94.86-101.33 kg/da, kireç içeriği ($CaCO_3$) %38.43-41.54 olarak saptanmıştır. Ayrıca, toprak örneklerinin %28-30 kum, %27-29 silt, %46-51 kil içeriğine sahip olduğu ve toprak tekstür sınıfının killi tın (CL) yapıda olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, araştırmanın yürütüldüğü alanın topraklarının, organik maddesinin düşük, tuzsuz, K içeriğinin yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Araştırmanın alanı toprakların bazı kimyasal analizleri (Anonim, 2021a).

Toprak Özellikleri										
Toprak Derinliği (cm)	pH	Tuzluluk (EC) %	OM (%)	K_2O (kg/da)	P_2O_5 (kg/da)	$CaCO_3$ (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Tekstur Sınıfı
0-15	7.62	0.29	0.85	94.86	0.98	38.43	28	27	46	CL
15-30	7.81	0.38	0.98	101.33	1.04	41.54	30	29	51	CL

Araştırmanın yürütüldüğü 2021 yılı haziran-ekim dönemini kapsayan yetiştirme sezonundaki Şanlıurfa ilinin bazı iklim değerleri Tablo 1'de özetlenmiştir. Denemenin yürütüldüğü haziran-ekim aylarına ait ortalama sıcaklığın 23.0-33.0 °C arasında olduğu, temmuz ayında 32.40 °C ve ağustos ayına ait ortalama sıcaklığın ise 33.00 °C olduğu ve yetiştirme dönemi ortalama sıcaklığının ise 30.02 °C olarak tespit edilmiştir. Söz konusu dönemdeki nispi nemin % 27.50-41.00 arasında olduğu, en yüksek nemin ekim ayında ve en

düşük nispi nemin ise temmuz ayında olduğu kaydedilmiştir. Ayrıca araştırmanın yürütüldüğü dönemdeki sıcaklık parametrelerin uzun yıllar ortalamalarından daha düşük olduğu, nispi nemin ise daha yüksek olduğu ve yağış miktarının ise daha düşük olduğu (yağışın olmadığı görülmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. Akçakale/Şanlıurfa ilinin haziran-ekim dönemi ve uzun yıllara ait bazı iklim parametreleri (Anonim, 2021b).

İklim Faktörleri	Yıllar	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Ort./ Toplam
Ortalama Sıcaklık (°C)	2021	31.50	32.40	33.00	30.10	23.90	30.02
	Uzun Yıllar	28.10	32.00	31.60	27.70	20.60	28.00
En Yüksek Sıcaklık Ort. (°C)	2021	39.20	39.00	41.70	36.90	30.70	37.50
	Uzun Yıllar	34.70	38.80	38.40	34.00	28.10	34.80
En Düşük Sıcaklık Ort. (°C)	2021	23.00	25.40	23.70	22.20	18.80	22.62
	Uzun Yıllar	20.50	24.30	24.00	20.00	14.60	20.68
Ortalama Nisbi Nem (%)	2021	29.30	27.50	31.20	32.60	41.00	32.32
	Uzun Yıllar	33.20	30.50	33.30	66.44	34.30	39.54
Toplam Yağış (kg/m ²)	2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Uzun Yıllar	1.37	0.30	0.23	0.79	25.90	5.72

2.2. Metot

Tarla denemeleri, GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsünün Talat Demirören İstasyonu deneme alanında (Akçakale/Şanlıurfa), buğday hasadından sonra ikinci ürün koşullarında yürütülmüştür. Ekimler, her bir populasyon 2 sıra olarak, sıra arası 70.0 cm ve sıra üzerinin ise 25.0 cm olacak şekilde iki tekrarlamalı yapılmıştır. Ekimler, 2021 yılında temmuz ayının ilk haftasında elle yapılmıştır. Ekim işlemi yapılmadan önce dekara 5.0 kg saf azot ve 8.0 kg saf fosfor olacak şekilde gübre verilmiş ve ağustos ayının ilk haftasında ise dekara saf 5 kg N, sıra arasına üst gübre olarak verilmiştir. Çıkışlar için ilk birkaç sulama yağmurlama şeklinde yapılmış olup diğer sulamalar salma sulama olarak yapılmıştır. Her popülasyonun hasadı, salkımdaki tanelerin olgunlaştığı dönemde yapılmış ve her sıradan 3'er bitki, bitkisel özellikleri saptamak için alınmıştır.

İncelenen Bitkisel Özellikler

Araştırmada her popülasyona ait sıralarda, incelenen bitkisel özellikler aşağıda belirlenen yöntemlerle saptanmıştır (Kameswara ve Bramel, 2000; Upadhyaya ve ark., 2008; Upadhyaya ve Gowda, 2009).

Çiçeklenme Gün Sayısı (gün): Ekimin yapıldığı tarihten itibaren her parseldeki bitkilerin %50'sinin salkım çıkardığı döneme kadar geçen süre, gün sayısı olarak saptanmıştır.

Fertil Sap Sayısı (adet/bitki): Hasat sırasında bitki de salkım veren saplar sayılarak saptanmıştır.

Başak Uzunluğu (cm): Hasat edilen bitkinin her birinde ana saptaki salkım uzunluğunun cm cinsinden ölçümü ile saptanmıştır.

Başak Kalınlığı (cm): Hasat edilen ve başak uzunluğu ölçülen ana saptaki başağın kalınlığının kumpas ile mm olarak ölçülmesi ile saptanmıştır.

Bin Tane Ağırlığı (g): Her başakta alınan tanelerden 4x250 tohum sayılarak hesaplanmıştır.

Tohum Verimi (g/salkım): Hasat edilen her bitkideki ana saptaki bir salkımın el ile harmanlanması ile elde edilen tohumların tartımı ile belirlenmiştir.

Çimlenme Yüzdesi (%): Aşağıda belirtilen formülle saptanmıştır.

Çimlenme Yüzdesi = (Çimlenen tohum sayısı / ekilen toplam tohum sayısı) * 100 (İlori ve ark., 2012).

Başak (Salkım) Şekli: Hasat döneminde yapılan gözlemler ile aşağıda şekilleri verilen başak şekilleri saptanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. İnci Darısı Salkım (Başak) Şekilleri

Başak ve taneleme ile ilgili işlemler: her bir bitkide ana bitkiyi temsil edecek şekilde 1 salkım alınmış, salkımların başak yaş ağırlığı, başak kuru ağırlığı, başak uzunluğu, başak çapı ölçümü yapıldıktan sonra salkımlar serada kurutulduktan sonra, taneleme işlemi yapılmıştır. Taneleme işleminden sonra tohumlar, temizlenerek tartılmış ve salkımdaki tane ağırlığı saptanmıştır. Takiben aynı örneklerden bin tane ağırlığı ve çimlenme testleri yapılmıştır. Çimlenme için her petri kutusuna 25 tohum konularak 20-25 °C'deki oda sıcaklığında bekletilip 4 gün sonra çıkışlar sayılarak çimlenme yüzdeleri hesaplanmıştır.

İstatistiksel analizler: Araştırmada elde edilen verilerin düzenlemesi yapıldıktan sonra, varyans analizleri JMP istatistik paket programında yapılmıştır. Araştırmada bitki başına

incelenen özellikler için her popülasyonun her tekrarlamasında alınmış olan 3 bitkide ölçümler ayrı ayrı yapılarak, tesadüf parselleri deneme desenine göre analiz edilip, önemli çıkan özelliklere ait ortalamaların gruplandırması TUKEY %5 testi ile yapılmıştır. Ayrıca tane verimi ve verimle ilişkili korelasyon katsayıları belirlenmiştir (Yurtsever, 2011).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Hasat olum döneminde yapılan gözlemler başak şekillerinin tamamının silindirik yapısında olduğu saptanmıştır.

Araştırmada inci darısı popülasyonlarından elde edilen verilere uygulanan varyans analiz sonuçlarına göre, çiçeklenme gün sayısı, fertil sap sayısı, başak uzunluğu, başak çapı (kalınlığı), bin tane ağırlığı ve bitki başına tane verimi bakımından popülasyonları arasında %1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmiştir. Ancak, çimlenme oranları bakımından popülasyonlar arasında istatistiki olarak herhangi bir farklılık belirlenmemiştir (Tablo 3).

Tablo 3. İnci darısı popülasyonların tane verimi ve verimle ilişkili özellikler ile oluşan gruplar.

No	Pop. Adı	Çiçeklenme Gün Sayısı (gün)	Fertil Sap Sayısı (adet/bitki)	Başak Uzunluğu (cm)	Başak Çapı (mm)	Başakta Tane Verimi (g)	Bin Tane Ağırlığı (g)	Çimlenme Oranı (%)
1	1536	73.7 efg*	4.00 a-d*	26.16	18.20 bc*	18.38 a-d*	9.68 b-f*	97.33
2	1834	74.0 ef	5.50 abc	26.00	20.85 abc	24.09 ab	8.86 c-f	100.0
3	4177	84.0 bc	4.66 a-d*	18.50	20.42 abc	17.14 a-e	10.91 a-e	97.33
4	5581	79.5 d	5.00 a-d*	22.41	23.92 ab	22.73 ab	11.25a-d	93.33
5	5711	73.0 e-h	4.33 a-d*	25.00	22.19 abc	15.99 b-e	10.71 a-e	96.67
6	6193	74.6 e	2.83 d	25.16	15.62 c	5.62 ef	5.67 f	92.66
7	7259	84.5 ab	3.33 cd	18.50	22.44 abc	15.11 b-e	8.06 def	96.0
8	7675	74.0 ef	4.00 a-d*	28.16	25.16 ab	17.87 a-d	12.68 abc	98.67
9	7860	73.5 efg	4.33 a-d*	20.33	18.79 abc	12.63 b-f	10.30 a-e	96.67
10	8155	71.0 h	5.00 a-d*	25.16	22.45 abc	16.47 b-e	12.63 abc	98.83
11	8276	71.5 gh	3.83 bcd	25.50	25.20 ab	28.23 a	13.40 ab	100.0
12	8288	71.5 gh	6.50 a	22.33	25.14 ab	21.01 abc	14.10 a	99.33
13	8350	82.5 bc	4.33 a-d*	21.50	20.66 abc	17.90 a-d	10.98 a-e	98.67
14	8259	82.5 bc	5.66 abc	22.16	21.45 abc	13.74 b-e	10.13 a-e	99.33
15	8540	71.5 gh	4.50 a-d*	22.00	20.31 abc	10.42 c-f	10.47 a-e	95.33
16	8562	72.0 fgh	5.83 abc	23.16	21.97 abc	20.73 abc	11.38 a-d	98.66
17	8707	82.0 c	4.00 a-d*	19.66	20.14 abc	6.84 def	8.47 def	99.33
18	8818	83.5 bc	5.00 a-d*	22.08	23.89 ab	12.35 b-f	10.11a-e	97.33
19	8863	86.5 a	4.66 a-d*	21.50	21.06 abc	1.63 f	7.00 ef	93.33
20	9157	71.0 h	6.16 ab	19.83	22.18 abc	23.65 ab	12.02 a-d	97.33
21	9464	71.0 h	5.33 a-d*	18.50	24.42 ab	16.49 a-e	11.46 a-d	98.0
22	10632	79.5 d	4.16 a-d*	23.60	26.19 a	17.38 a-d	10.56 a-e	100.0
Ortalama		76.7	4.68	22.60	21.94	16.20	10.50	97.37
F (Populasyon)		169.13**	3.234**	1.821*	2.8598**	7.8883**		

*) Aynı sütun içerisinde aynı harf ile gösterilen ortalamalar Tukey testine göre %5 hata sınırları içerisinde istatistiksel olarak aynıdır.

Çiçeklenme Gün Sayısı (gün): İnci darısı popülasyonlarında saptanan çiçeklenme gün sayısı 71.00 ile 86.50 gün arasında değişmiş ve popülasyon ortalaması 76.67 gün olarak gözlemlenmiştir. Çalışmada en yüksek çiçeklenme gün sayısı 86.50 gün ile 8863 nolu popülasyonunda saptanırken, 8155, 9157 ve 9464 nolu popülasyonları 71.00 gün ile daha düşük çiçeklenme gün sayısına sahip olmuşlardır. Farklı çevrelerde ve farklı genotiplerle yapılan çalışmalarda, yıllara ve yetiştirme yöntemlerine göre değişmekle birlikte genotiplerin %50 çiçeklenme süresinin; Nijerya'nın kuzeydoğu koşullarında 53.5 ile 129.0 gün arasında olduğu (Izge ve ark., 2007; Angarawai ve ark., 2016), Pakistan koşullarında 67-77 gün arasında olduğu (Shah ve ark., 2012), Hindistan'da yürütülmüş olan çalışmada 37-86 gün arasında (Khairwal ve ark., 2007; Nayak ve ark., 2020), Cezayir şartlarında 83-105 gün arasında değiştiği (Rahal-Bouziane ve Semiani, 2016) bildirilmektedir. Bulgularımızın önceki çalışmalarda elde edilen çiçeklenme süresi değerleri arasında yer aldığı, materyallerin sayıca ve genetik yapı olarak farklı olması nedeniyle çiçeklenme gün sayısı değerleri bakımından da önemli varyasyonların olduğu görülmektedir.

Bitkideki Fertil Sap Sayısı (adet): İncelenen inci darısı popülasyonlarında saptanan bitki başına fertil (salkımlı) sap sayısı değerlerinin 2.83 ile 6.50 adet aralığında olduğu ve ortalaması ise 4.68 adet olarak belirlenmiştir. En yüksek sap sayısı 8288 nolu popülasyonda ve en düşük sap sayısı ise 6193 nolu popülasyonda saptanmıştır. Önceki çalışmalarda bitkideki saptanan fertil sap sayısının; Nijer'de 1.6 adet olduğunu (Winkel ve ark., 1997), Hindistan koşullarında 0.99-19.0 adet aralığında olduğu (Khairwal ve ark., 2007; Pattanashetti ve ark., 2016; Anuradha ve ark., 2018), Batı ve Orta Afrika orijinli bazı genotiplerin fertil kardeş sayısının 2.0-6.5 adet aralığında olduğunu (Pucher ve ark., 2015), Gana koşullarında 3.0-5.0 adet arasında olduğu (Asungre, 2014) bildirilmektedir. Donmez ve Hatipoglu (2024) Çukurova ikinci ürün koşullarında çeşitlere göre değişmekle kardeş sayısının 3.4-9.0 adet arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Önceki çalışmalarda fertil sap sayısının, çalışmada saptanan sap sayılarında farklı olmasının en önemli nedeni önceki çalışmalarda kullanılan materyal sayısının çok fazla olmasının yanı sıra, yetiştirme koşullarının da farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Başak Uzunluğu (cm): İnci darısı popülasyonlarında saptanan başak uzunluğu değerleri 18.50-28.16 cm arasında değişmiş ve ortalamasının ise 22.60 cm olduğu belirlenmiştir. Araştırmada en yüksek başak uzunluğu 7675 nolu popülasyonda saptanırken, 4177 ve 7259 nolu popülasyonların başak uzunluğu değerleri diğer popülasyonlardan daha düşük bulunmuştur. Farklı ekolojilerdeki, uygulamalar ve genotiplerle yapılan çalışmalarda; genotiplerin başak

uzunluğunun 22.67-66.25 cm arasında (Abdulhakeem ve ark., 2019), 8.3-48.6 cm arasında (Khairwal ve ark., 2007) ve 15.0-31.0 cm arasında (Shah ve ark., 2012), Gana’da 6-53 cm arasında (Rao ve ark., 1985), Nijerya’nın kuzeydoğusu bölgesinde 11.8-77.25 cm arasında olduğu (Izge ve ark., 2007; Abdulhakeem ve ark., 2019), Hindistan’da 12.9-43.75 cm arasında değiştiği (Govindaraj ve ark., 2011; Athoni ve ark., 2016; Anuradha ve ark., 2018) bildirilmiştir. Önceki çalışmalarda görüldüğü gibi başak uzunluğu bakımından genotipler arasında büyük bir varyasyonun olduğu görülmektedir.

Başak Çapı (mm): İnci darısı popülasyonlarında saptanan başak çapı 15.62-26.19 mm arasında değişmiş ve ortalaması 21.94 mm olarak saptanmıştır. Çalışmada en yüksek başak çapı 26.19 mm ile 10632 kodlu popülasyonunda saptanırken, 6193 kodlu popülasyonunda ise 15.62 mm ile daha düşük değer elde edilmiştir. İnci darısı ile farklı genotip ve farklı ekolojilerde yapılan önceki çalışmalarda; başak çapının 1.09-3.75 cm aralığında (Abdulhakeem ve ark., 2019), 5.0-13.0 cm aralığında (Angarawai ve ark., 2016), 0.8-3.7 cm arasında (Khairwal ve ark., 2007), 1.16-3.29 cm aralığında olduğu (Anuradha ve ark., 2018) bildirilmektedir. Önceki çalışmalarda saptanan başak uzunluğu ortalamalarının, çalışmada belirlenen değerlerden daha düşük oldukları belirlenmiştir. Bu durumun, yetiştirme koşullarının farklı olmasının yanı sıra materyalinde farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

Başak Tane Verimi (g): İnci darısı popülasyonlarında başakta tane ağırlığı değerleri 1.63-28.23 g arasında değişmiş ve ortalama 16.20 g olarak saptanmıştır. 1834, 5581, 8288, 8562 ve 9157 nolu popülasyonların başaktaki tane ağırlığının 20 g üzerinde olduğu ve diğer popülasyonlardan daha yüksek verime sahip oldukları gözlemlenmiştir. Bununla birlikte söz konusu popülasyonların bin tane ağırlığı bakımından da ilk sıralarda yer aldıkları görülmektedir (Tablo 3). Çalışmamızda çiçeklenme süresi uzun olan popülasyonların genelde başaktaki tane ağırlıklarının da yüksek olduğu görülmektedir. Çiçeklenme süresi ile bitkideki tane verimi arasındaki ilişkilerin olumlu ve önemli olduğu rapor edilmiştir (Anuradha vd., 2018; Naoura vd., 2020). Ayrıca Anuradha ve ark. (2018) incelenen özellikler arası ilişkilerde çiçeklenme gün sayısı, başak uzunluğu ile başak çapı, fertil sap sayısı, başak verimi, tane verimi arasındaki ikili korelasyonların olumlu ve önemli olduğunu saptamıştır. Rahal-Bouziane ve Semiani (2016) salkım uzunluğu ile salkım ağırlığı, bin tane ağırlığı ile salkım ağırlığı arasında pozitif ilişkilerin bulunduğunu saptamışlardır. İnci darısı ile farklı genotip ve farklı ekolojilerde yapılan önceki çalışmalarda; başaktaki tane veriminin 26.9-89.4 g aralığında olduğunu saptamışlardır (Anuradha ve ark., 2018). Abdulhakeem ve ark. (2019) salkım ağırlığının 9.30-76.52 g arasında, Khairwal ve ark. (2007) Hindistan’da 2375 germplasm materyalin tane

veriminin 1.1-136.5 g/bitki arasında olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, Hindistan’da uygun iklim ve yetiştirme koşullarında dekara tane veriminin 467 kg’a kadar çıkabildiği bildirilmektedir (Nayak ve ark., 2020).

Bin Tane Ağırlığı (g): İnci darısı popülasyonlarında saptanan bin tane ağırlığı 5.67-14.10 g arasında değişmiş ve ortalama 10.50 g olarak saptanmıştır. Çalışmada 8288 nolu popülasyonundan en yüksek ve 6193 nolu popülasyondan ise en düşük BTA saptanmıştır. Rahal-Bouziane ve Semiani (2016) salkım uzunluğu ile salkım ağırlığı ve BT ağırlığı ile salkım ağırlığı arasında pozitif ilişkilerin bulunduğunu saptamışlardır. Önceki çalışmalarda bin tane ağırlığının; 7.9-18.3 g arasında (Rao ve ark., 1985), 5.25-14.19 g aralığında (Abdulhakeem ve ark., 2019), 2.0-9.0 g aralığında (Khairwal ve ark., 2007) ve 4.67-12.85 g arasında (Anuradha ve ark., 2018) değiştiği saptanmıştır. Ayrıca Mweuet ve ark. (2016) BTA 6.2-15.1 g arasında olduğunu, Nayak ve ark. (2020) bin tane ağırlığının 9.0-15.2 g arasında değiştiği bildirilmektedir. Önceki araştırmalarda elde edilen farklı sonuçlar, kullanılan örneklerin genetik yapılarındaki çeşitliliğe, coğrafi kökenlerine ve denemelerin yürütüldüğü bölgelerdeki çevresel koşullara bağlı olabilir. Bu duruma benzer şekilde, Abdulhakeem ve arkadaşları (2019) da çalışmalarında benzer bulgulara yer vermiştir.

Çimlenme Oranı (%): İnci darısı popülasyonlarında saptanan tohum çimlenme oranı %92.66-100.0 arasında değişmiş ve ortalama %97.37 olarak saptanmıştır. Çalışmada en yüksek tohum çimlenme oranı %100.0 ile 1834, 8276, 10632 nolu popülasyonlarda saptanırken, 6193 kodlu popülasyonda ise %92.66 ile en düşük tohum çimlenme oranı saptanmıştır. Ali ve Idris (2015) Sudan’da iki inci darısı çeşidi Dimbi (kırmızı tane rengi) ve Bauoda (beyaz tane rengi) ile yaptıkları çalışmada, kontrol (saf su) uygulamasının en yüksek tohum çimlenme yüzdesine (%99.3) sahip olduğunu, çimlenme ve fide ortaya çıkma, tüm yıllık bitkilerinin büyüme ve gelişmenin başlangıç noktası olduğunu, dolayısıyla iyi tohum çimlenmesi ve yüksek verim elde edilecekse çıkışın gerekli olduğunu bildirmişlerdir.

İncelenen Özellikler Arası İlişkiler

Verim ile verim özellikleri arasındaki ilişkinin bilinmesi, bitki ıslahında seleksiyon çalışmalarında önemli bir stratejidir. Korelasyon katsayısı, iki ya da daha fazla özellik arasındaki ilişki düzeyini belirlemekle birlikte, bu özellikler arasındaki genetik ya da çevresel kökenli bağlantıların anlaşılmasında da önemli bir kriterdir. Aynı zamanda, ıslah çalışmalarında seçim kriterlerinin belirlenmesine yardımcı olur (Kumar ve ark., 2020).

Araştırmada incelenen ikili ilişkilerde; başak tane ağırlığı ile %50 çiçeklenme gün sayısı arasında önemli ancak olumsuz ilişkiler saptanırken; başaktaki tane ağırlığı ile diğer özellikler olan salkımlı sap sayısı, başak uzunluğu, bin tane ağırlığı, başak çapı ve çimlenme oranı gibi özellikler arasındaki ilişkilerin önemli ve olumlu olduğu görülmektedir (Tablo 4).

Tablo 4. İnci darısında incelenen karakterler arası ilişkiler

Özellikler	ÇGS	FSS	BU	BTA	BÇ	ÇO	BTV
ÇGS	--	-0,1285	-0,2130*	-0,3517*	-0,0424	-0,0740	-0,3361**
FSS			0,1318	0,2077*	0,0871	0,0166	0,2003*
BU				0,0936	0,0682	-0,0623	0,2052*
BTA					0,3918**	0,2150*	0,5315**
BÇ						0,0834	0,4058**
ÇO							0,2279**
TV							--

*) $P \leq 0.05$, **) $P \leq 0.01$ hata sınırları içinde önemlidir.

ÇGS: Çiçeklenme Gün Sayısı; FSS: Fertil Sap Sayısı; BU: Başak Uzunluğu; BTA: Bin Tane Ağırlığı; BÇ: Başak Çapı, ÇO: Çimlenme Oranı, BTV: Başak Tane Verimi

Patil ve ark. (2021) başaktaki tane verimi ile başak uzunluğu, çapı, fertil sap sayısı ve BTA arasında pozitif ilişkiler saptanırken; çiçeklenme ve olgunlaşma süresi bakımından olumsuz ve önemsiz ilişkiler saptanmıştır. Ayrıca bu karakterlerin seçimi inci darısında tane verimini artırma potansiyeline sahip olacaktır. Bitki başına tane veriminin %50 çiçeklenmeye kadar geçen gün sayısı ile negatif bir ilişkisi olduğu da bildirilmiştir (Singh ve ark., 1999; Vetriventhan ve Niramalakumari, 2007; Ezeaku ve ark., 2015; Kumar ve ark., 2020). Ayrıca Kumar ve ark. (2020) inci darısında bitki başına tane ağırlığı ile salkımlı sap sayısı, başak uzunluğu ve başak çapı gibi özelliklerin arasında olumlu ve önemli korelasyonların olduğunu bildirmişlerdir. Bitki başına tohum verimi ile salkımlı kardeş sayısı arasında pozitif ilişkiler olduğu da saptanmıştır (Izge ve ark., 2006; Bikash ve ark., 2013).

4. SONUÇLAR

Araştırmada yer alan inci darısı popülasyonları ile Akçakale/Şanlıurfa ikinci ürün koşullarında yürütülen araştırmada; 1834, 5581, 8276, 8288, 8562 ve 9157 popülasyonları başak tane veriminin 20 g üzerinde olduğu ve diğer popülasyonlardan daha yüksek tane verimine sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu popülasyonların, ileride yapılacak ıslah çalışmalarında kullanılabilecek potansiyel adaylar olduklarını ortaya koymuştur. Ayrıca söz konusu bu popülasyonların genelde erkenci olduğu, fertil sap sayısı, başak uzunluğu, başak çapı ve bin tane ağırlığı bakımından da ilk sıralarda oldukları tespit edilmiştir. Araştırmada sonucunda, tane verimi bakımından yapılacak ıslah çalışmalarında bu özelliklere göre seleksiyonun yapılmasının önemli olacağı bildirilmektedir.

Teşekkür: Bu çalışma yer alan veriler, Tübitak tarafından desteklenen 219O103 nolu TÜBİTAK 1001 projesinde sağlanmıştır. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK Başkanlığına Teşekkür ediyoruz.

KAYNAKÇA

- Abdulkakeem, A., Ahmed, F.O., Omoniyi, A.M., Kayode, O.I., & Yusuf, D.O.A. (2019). Genetic diversity studies for morphological traits in pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.) landraces of Northern Nigeria. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 07(02):60-70.
- Ali, S.A.M., & Idris, A.Y. (2015). Germination and seedling growth of pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.) cultivars under salinity conditions. *International Journal of Plant Research*, 1(1):1-5. <http://files.aiscience.org/journal/article/html/70060028.html>
- Angarawai, I. I., Aladele, S., Dawud, M. A., Turaki, Z.G.S., & Yakub, Y. (2016). Genetic diversity among Nigeria maiwa type of pearl millet germplasm. *The Global Journal of Science Frontier Research*, 16(3):1-6.
- Anonim. (2021a). GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Laboratuvarı, Toprak Analiz Sonuçları, Haziran-2021, Şanlıurfa.
- Anonim. (2021b). T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Şanlıurfa İli İklim Parametreleri. <https://mgm.gov.tr/?il=%C5%9Eanl%C4%B1urfa>.
- Anuradha, N., Satyavathi, C.T., Bharadwaj, C., Sankar, M., Singh, S.P., & Pathy, T.L. (2018). Pearl millet genetic variability for grain yield and micronutrients in the arid zone of India. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(1):875-878. <https://www.phytojournal.com/archives/2018/vol7issue1/PartL/7-1-39-573.pdf>
- Asungre, P.A. (2014). Characterisation of of pearl millet millet [*Pennisetum glaucum*, (L), R.Br.] germplasm in Ghana. *Msc Thesis*, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, 131 p. <https://ir.knust.edu.gh/handle/123456789/6659>
- Athoni, B.K., Ishwar, B., Pattanashetty, S.K., & Guggari, A.K. (2016). Genetic diversity for yield and its component traits in Pearl millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.]. *International Journal of Scinece and Nature*, 7(4):795-798. <http://oar.icrisat.org/id/eprint/10395>
- Bikash, A, Yadav, I.S., & Arya, R.K. (2013). Variability, correlation and path analysis in pearl millet. *Journal of Plant Science Research*, 39(3):134-139.
- Donmez, H.B., & Hatipoglu, R. (2024). A research on the forage yield and agromorphological characteristics of some pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) cultivars under second crop conditions in the Cukurova region. *Kahramanmaraş Sutcu Imam University Journal of Agriculture and Nature*, 27(4): 910-919. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogan.vi.1395888>
- Ezeaku, I.E., Angarawai, I.I., Aladele, S.E., & Mohammed, S.G. (2015). Correlation, path coefficient analysis and heritability of grain yield components in pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) parental lines. *Journal of Plant Breeding and Crop Sciences*, 7(2): 55-60. <https://doi.org/10.5897/JPBCS2014.0463>
- FAO (2014). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). www.fao.org/faostat/en
- Govindaraj, M., Selvi, B., Rajarathinam, S., & Sumathi, P. (2011). Genetic variability and heritability of grain yield components and grain mineral concentration in India's pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L) R.Br.) accessions. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 11 (3): 4758-4771. <https://doi.org/10.4314/ajfand.v11i3.66627>
- Gupta, N., Srivastava, A.K., & Pandey, V.N. (2012.) Biodiversity and nutraceutical quality of some Indian millets. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Science*, 82: 265-273. <https://doi.org/10.1007/s40011-012-0035-z>

- Hannaway, D.B., & Larson C. (2004). Forage fact sheet: pearl millet (*Pennisetum americanum*). Oregon State University, Corvallis, OR. http://forages.oregonstate.edu/php/fact_sheet_print_grass.php?SpecID=34&use=Forage.
- Hulse, J.H., Laing, E.M., & Pearson, O.E. (1980). Sorghum and the millets: their composition and nutritive value. *New York: Academic Press*.
- Ilori, O.O., Baderinwa-Adejumo, A.O., & Ilori, O.J. (2012). Effects of salt stress on the germination, water content and seedling growth of *Zea mays* L. *International Journal of Water and Soil Resources Research*, 3(2):20-25. <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2634539>
- Izge, U., Kadams, M., & Gungula, T. (2006). Studies on character association and path analysis of certain quantitative characters among parental line of pearl millet (*Pennisetum glaucum*) and their F1 hybrids in a diallel cross. *African Journal of Agricultural Research*, 1(5):194-198. <https://doi.org/10.5897/AJAR.9000656>
- Izge, A.U., Kadams, A.M., & Sajo, A.A. (2007). Agronomic performance of selected cultivars of pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.) and their hybrids in North-Eastern Nigeria. *Journal of Agronomy*, 6(2):344-349.
- Kameswara, R.N., & Bramel, J.P. (2000). Manual of Genebank Operations and Procedures. Technical Manual no. 6. Patancheru 502 324, *Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics*. https://oar.icrisat.org/1086/1/RA_00356.pdf
- Khairwal, I.S., Yadav, S.K., Rai, K.N., Upadhyaya, H.D., Kachhawa, D., Nirwan, B., Bhattacharjee, R., Rajpurohit, B.S., Dangaria, C.J., & Srikant. (2007). Evaluation and identification of promising pearl millet germplasm for grain and fodder traits. *Journal of SAT Agricultural Research*, 5(1):1-6. https://oar.icrisat.org/2628/1/Evaluation_and_identification_of_promising_pearl_millet_germplasm_for_grain_and_fodder_traits.pdf
- Klopfenstein, C.F., & Hosney, R.C. (1995). Nutritional properties of sorghum and the millets. In D. A. V. Dendy (Ed.), *Sorghum and millets: chemistry and technology* (pp. 125-168). *St. Paul: American Association of Cereal Chemistry*.
- Kumar, S.K., Kumar, A., Yadav, M.K. Chandel, D., & Gupta, P.C. (2020). Estimation of correlation coefficient and path analysis in hybrids of pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L) R. Br.). *International Journal of Chemical Studies*, 8(1):1254-1256. <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i1q.8424>
- Kumawat, K.R., Sharma, N.K., & Sharma, N. (2019). Genetic variability and character association analysis in pearl millet single cross hybrids under dry conditions of Rajasthan. *Electronic Journal of Plant Breeding*, 10(3): 1067-1070. <https://doi.org/10.5958/0975-928X.2019.00136.4>
- Lee, D., Hanna, W., Buntin, G.D., Dozier, W., Timper, P., & Wilson, J.P. (2012). Pearl millet for grain. College of Ag. and Env. Sci., Univ. of Georgia Cooperative Extension. Bulletin #B 1216. <http://extension.uga.edu/publications/detail.cfm?number=B1216> (Accessed 30 Jul. 2014).
- Makarana, G., Yadav, R. K., Kumar, R., Kumar, A., Soni, P.G., Kar, S., & Rajvaidya, S.K.(2018). Fodder and grain quality of pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.) under cutting management in saline irrigation water. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(3): 1251-1257. <https://www.phytojournal.com/archives/2018/vol7issue3/PartR/7-3-56-727.pdf>
- Mason, S.C., Maman, N., & Pale S. (2015). Pearl millet production practices in semi-arid West Africa: a review. *Experimental Agriculture*, 51: 501-521. <https://doi.org/10.1017/S0014479714000441>

- Mweuet, B.M., Akuja, T.E., & Mburu, M.W. (2016). Performance of six pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.) varieties in the semi-arid Kitui County of Kenya. *International Journal of Agricultural Research and Review*, 4(3):514-521. <http://repository.seku.ac.ke/handle/123456789/2642>
- Naoura, G., Sawadogo, N., Djirabayé, N. & Hassane, M.A. (2020). Agronomic performance of improved pearl millet cultivars in southern Chad. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 14(9):2980-2991. <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v14i9.2>
- Nayak, L., Dalei, B.B., Biswasi, S.K., Pradhan, K., & Acharya, P. (2020). Performance of released hybrid varieties of pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.) under rainfed condition of Odisha. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9 (09):1799-1804. doi: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.909.225>.
- Patil, S.H., Wadikar, P.B., Dhutraj, D.N. and Sargar, P.R. (2021). Correlation analysis for grain yield and its components in pearl millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.]. *Madras Agricultural Journals*. 108:169-172. <https://doi.org/10.29321/MAJ.10.000493>
- Pattanashetti, S.K., Upadhyaya, H.D., Dwivedi, S.L., Vetriventhan, M., & Reddy, K.N. (2016). Pearl millet (M.Singh and D. Upadhyaya, Editors). Genetic and Genomic Resources for Grain Cereals Improvement, Elsevier Inc., Amsterdam, pp: 253-288. <https://oar.icrisat.org/9321/1/Chapter%208.%20Proso%20kodo%20little%20and%20bartyard%20millets.pdf>
- Pucher, A., Sy, O., Angarawai, I.I., Gondah, J., Zangre, R., Ouedraogo, M., Sanogo, M.D., Boureima, S., Hash, C.T., & Haussmann, B.I.G. (2015). Agro-morphological characterization of West and Central African pearl millet accessions. *Crop Science*, 55:737-748.
- Rahal-Bouziiane, H., & Semiani, Y. (2016). Pearl millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br] landraces from south Algeria: variability, yield components, grain and panicle quality. *American Journal of Agricultural Research*, 1(1):38-46.
- Rao, S.A., Mengesha, M.H. & Sharma, D. (1985). Collection and evaluation of pearl millet (*Pennisetum americanum*) germplasm from Ghana. *Economic Botany*, 39(1):25-38.
- Rooney, L.W. & McDonough, C.M. (1987). Food quality and consumer acceptance in pearl millet, p. 43-61. In: J.R. Witcombe and S.R. Beckerman (eds.). Proc. International pearl millet workshop. ICRISAT, Patancheru, India.
- Saygıdar, M.N., Yucel, C., & Tas, T. (2024). Determination of biomass yield, forage quality and mineral content of pearl millet varieties (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) under semi-arid conditions. *Black Sea Journal of Agriculture*, 5(7): 548-556. <https://doi.org/10.47115/bsagriculture.1522914>.
- Shah, I.A., Rahman, H.U., Shah, S.M.A., Shah, Z., Rahman, S., Ullah, I. & Noor, M. (2012). Characterization of pearl millet germplasm for various morphological and fodder yield parameters. *Pakistan Journal of Botany*, 44(1): 273-279.
- Singh, D., Nijhawan, D.C., Sagar, P., & Saxena, K.K. (1999). Character association in pearl millet for different traits. In Symp. On pearl millet improvement – past achievement and future priorities. CCS Harayana Agric. Univ. Hisar, 1999, 23.
- Taylor, J.R., Schober, T.J., & Bean, S. (2006). Novel and non-food uses for sorghum and millets. *Journal of Cereal Science*, 44:252-271.
- Truswell, A.S. (2002). Cereal grain and coronary heart disease. *European Journal of Clinical Nutrition*, 56(1):1-14. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601283>.
- Upadhyaya, H.D., & Gowda, C.L.L. (2009). Managing and enhancing the use of germplasm-strategies and methodologies. Technical Manual no.10. ICRISAT, Patancheru, Andhra Pradesh, India. 236 p.

- Upadhyaya, H.D., Reddy, K.N. & Sastry, D.V.S.S.R. (2008). Regeneration guidelines: pearl millet. In: Dulloo ME, Thormann I, Jorge MA and Hanson J, editors. Crop specific regeneration guidelines [CD-ROM]. CGIAR System-wide Genetic Resource Programme, Rome, Italy. 9 pp.
- Vetriventhan, M., & Niramalakumari, A. (2007). Character association and path analysis in pearl millet. *Madras Agriculture Journal*, 94(1-6):114-117.
- Winkel, T., Renno, J. F., & Payne, W.A. (1997). Effect of the timing of water deficit on growth, phenology and yield of pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.) grown in Sahelian conditions. *Journal of Experimental Botany*, 48(5):1001-1009.
- Yurtsever, N. (2011). Deneysel istatistik metotları. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Yayınları Genel Yayın No: 121 Teknik Yayın No 56,800s.
- Yücel, C., & Yücel, D. (2022). Tarımda değişen yapılar ve beklentiler. İnci darı (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.). Ed. Serap Doğan ve Nazlı Kalender. İksad publishing house, ISBN: 978-625-8323-16- 0, S: 3-46.