

EJONS

Uluslararası Matematik, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Dergisi
International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences

Research Article

e-ISSN: 2602 - 4136

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17176693>

Şeker Pancarı (*Beta vulgaris* L.) Genotiplerinin Morfolojik ve Kalite Özellikleri Açısından Değerlendirilmesi

Betül YÜCEL ¹, Tolga KARAKÖY ²

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Sivas

² Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Sivas
Sorumlu Yazar Email: tkarakoy@sivas.edu.tr

Makale Tarihçesi

Geliş: 22.07.2025

Kabul: 31.08.2025

Anahtar Kelimeler

Şeker pancarı,
Morfolojik özellikler,
Kalite parametreleri,
PCA

Özet: Bu çalışmada, Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) gen bankasından temin edilen 187 şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) genotipi ile beş ticari çeşit (Serenada, Varias, Evelina, Jaguar, Balaban) morfolojik ve kalite özellikleri bakımından değerlendirilmiştir. Araştırmada kök-gövde verimi, şeker oranı, yaprak verimi ve şeker verimi gibi agronomik karakterler incelenmiş, elde edilen veriler varyasyon katsayıları ve ana bileşen analizi (PCA) ile analiz edilmiştir. Sonuçlar, genotipler arasında önemli düzeyde morfolojik ve kalite farklılıklarının bulunduğunu ortaya koymuştur. PCA sonuçlarına göre ilk dört ana bileşen toplam varyasyonun %100'ünü açıklamış, özellikle ilk üç bileşen (%78.55) genetik çeşitliliğin büyük bölümünü temsil etmiştir. Birinci ana bileşen şeker oranı ve kök verimi arasındaki ilişkiyi, ikinci bileşen yaprak ve şeker verimi arasındaki zıtlığı, üçüncü bileşen ise toplam verim ve şeker oranı farklılıklarını açıklamıştır. Ayrıca dendrogram analizi, ticari çeşitler ile USDA genotiplerinin farklı kümelerde yer aldığını ve genetik çeşitliliğin geniş olduğunu göstermiştir. Elde edilen bulgular, şeker pancarı ıslahında ebeveyn seçiminin kritik rolünü vurgulamaktadır. Özellikle Serenada ve Varias gibi yüksek şeker oranına sahip çeşitlerin, Balaban ve Jaguar gibi yüksek kök veya yaprak verimi gösteren çeşitlerle melezlenmesi, heterozis etkisiyle hem verim hem de kaliteyi artıracak yeni kombinasyonların geliştirilmesine katkı sağlayabilir. USDA genotipleri ise mevcut ticari çeşitlerden uzak kümelerde yer alarak genetik varyasyon kaynağı olarak öne çıkmıştır. Sonuç olarak, bu çalışma şeker pancarı genotiplerinde verim ve kalite parametreleri bakımından önemli bir genetik çeşitlilik bulunduğunu ortaya koymakta; bu çeşitliliğin, endüstriyel verimliliği yüksek ve morfolojik açıdan üstün yeni şeker pancarı çeşitlerinin geliştirilmesi için önemli bir potansiyel sunduğunu göstermektedir.

Evaluation of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) Genotypes in Terms of Morphological and Quality Traits

Article Info

Received: 22.07.2025

Accepted: 31.08.2025

Keywords

Sugar beet,
Morphological traits,
Quality parameters,
PCA

Abstract: In this study, 187 sugar beet (*Beta vulgaris* L.) genotypes obtained from the United States Department of Agriculture (USDA) gene bank and five commercial cultivars (Serenada, Varias, Evelina, Jaguar, Balaban) were evaluated in terms of morphological and quality traits. Agronomic characters such as root-shoot yield, sugar content, leaf yield, and sugar yield were examined, and the data were analyzed using coefficients of variation and principal component analysis (PCA). The results revealed significant morphological and quality differences among the genotypes. According to PCA, the first four principal components explained 100% of the total variation, with the first three components accounting for 78.55% of the genetic diversity. The first component reflected the relationship between sugar content and root yield, the second explained the contrast between leaf yield and sugar yield, while the third highlighted differences between total yield and sugar content. Furthermore, dendrogram analysis demonstrated that commercial cultivars and USDA genotypes clustered separately, indicating a broad genetic diversity. The findings emphasize the critical role of parent selection in sugar beet breeding. Particularly, high-sugar cultivars such as Serenada and Varias, when crossed with high root or leaf yield cultivars such as Balaban and Jaguar, may generate superior combinations through heterosis, enhancing both yield and quality. Moreover, USDA genotypes, which clustered distantly from commercial varieties, were identified as a valuable source of genetic variation. In conclusion, this study revealed a substantial genetic diversity in yield and quality parameters among sugar beet genotypes, highlighting their potential use in breeding programs aimed at developing new cultivars with higher industrial efficiency and superior morphological traits.

1. Giriş

Şeker pancarı (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*), *Amaranthaceae* familyasına ait, ılıman iklim koşullarında yetiştirilen iki yıllık bir kültür bitkisi (Biancardi ve ark., 2012). Yüksek sakkaroz içeriği sayesinde dünya çapında en önemli sanayi bitkilerinden biri konumunda olup, fotosentetik olarak verimli bir C3 bitkisi olması nedeniyle köklerinde yüksek miktarda şeker biriktirmektedir. Günümüzde dünya şeker üretiminin yaklaşık %20'si şeker pancarından, geri kalanı ise şeker kamışından elde edilmektedir (FAOSTAT, 2022). Şeker pancarının tarımsal önemi yalnızca şeker üretimiyle sınırlı değildir. Küspe ve melas gibi yan ürünler hayvan beslemede, kireç toprak ıslahında, etanol biyoyakıt üretiminde yaygın şekilde kullanılmaktadır (Elferink ve ark., 2008; Panella, 2010). Ayrıca biyoplastik üretimi ve tıbbi amaçlı uygulamalar gibi alternatif kullanım alanları da giderek önem kazanmaktadır (Liu et al., 2011; Leiva-Eriksson ve ark., 2014). Bu çok yönlü kullanım, şeker pancarının ekonomik değerini artırmakta ve sürdürülebilir tarımsal üretimde kritik bir rol üstlenmesini sağlamaktadır (Shaw ve ark., 2002).

2023 yılı itibarıyla dünya genelinde şeker pancarı üretimi yaklaşık 281 milyon ton olup, bu üretimde Rusya, Fransa, Almanya, ABD ve Türkiye başı çekmektedir (FAO, 2023). Türkiye'de ise 2023 yılında yaklaşık 23,5 milyon ton üretim gerçekleşmiş, bu değer bir önceki yıla göre %22,1'lik artışa işaret etmiştir (TÜİK, 2023). Üretimin en yoğun olduğu iller arasında Konya, Yozgat, Eskişehir, Amasya ve Afyonkarahisar yer almaktadır. Şeker pancarında yüksek verim, şeker içeriği, kök morfolojisi ve kalite parametreleri; çeşitlerin performansını belirleyen en temel kriterlerdir. Özellikle kök ağırlığı, kök/baş oranı, kuru madde ve sakkaroz yüzdesi gibi özellikler, hem endüstriyel şeker verimini hem de ekonomik değerini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle farklı genotiplerin morfolojik ve kalite özelliklerinin belirlenmesi, ıslah çalışmalarında ve tarımsal uygulamalarda önemli bir basamak oluşturmaktadır (Bosemark, 2006). Bununla birlikte, çevresel stres koşullarına adaptasyon ve hastalık etmenlerine karşı dayanıklılık da çeşitlerin sürdürülebilir üretimdeki başarısını belirlemektedir. Bu noktada, morfolojik ve kalite özelliklerinin yanı sıra genetik çeşitliliğin ortaya konulması ve uygun seleksiyon kriterlerinin belirlenmesi, ıslah programlarının etkinliğini artıracaktır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) gen bankasından temin edilen, 187 adet şeker pancarı genotipi ile 5 ticari pancar çeşidi (Serenada, Varias, Evelina, Jaguar, Balaban) materyal olarak kullanılmış ve şeker pancarı genotiplerine ait detaylı bilgiler Tablo 1'de verilmiştir. Araştırma ile ilgili tarla denemesi, 2022-2023 yetiştirme mevsiminde, Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Tarımsal Ar-Ge merkezinde yürütülmüştür.

Tablo 1. Çalışmada materyal olarak kullanılan şeker pancarı genotipleri

Genotip No	Kayıt No	Tür Adı	Genotip No	Kayıt No	Tür Adı	Genotip No	Kayıt No	Tür Adı
1	Ames 8283	<i>B. vulgaris</i>	66	PI 120695	<i>B. vulgaris</i>	131	Ames 2631	<i>B. vulgaris</i>
2	Ames 8286	<i>B. vulgaris</i>	67	PI 120693	<i>B. vulgaris</i>	132	PI 176425	<i>B. vulgaris</i>
3	PI 169017	<i>B. vulgaris</i>	68	PI 142821	<i>B. vulgaris</i>	133	Ames 2656	<i>B. vulgaris</i>
4	PI 193458	<i>B. vulgaris</i>	69	PI 140358	<i>B. vulgaris</i>	134	PI 109040	<i>B. vulgaris</i>
5	Ames 15638	<i>B. vulgaris</i>	70	PI 590697	<i>B. vulgaris</i>	135	PI 610317	<i>B. vulgaris</i>
6	Ames 8287	<i>B. vulgaris</i>	71	Ames 8280	<i>B. vulgaris</i>	136	PI 590584	<i>B. vulgaris</i>
7	Ames 8295	<i>B. vulgaris</i>	72	PI 590616	<i>B. vulgaris</i>	137	PI 169028	<i>B. vulgaris</i>
8	PI 596528	<i>B. vulgaris</i>	73	PI 142823	<i>B. vulgaris</i>	138	PI 171513	<i>B. vulgaris</i>
9	NSL 28024	<i>B. vulgaris</i>	74	Ames 14432	<i>B. vulgaris</i>	139	PI 590582	<i>B. vulgaris</i>
10	PI 105335	<i>B. vulgaris</i>	75	PI 256053	<i>B. vulgaris</i>	140	NSL 95223	<i>B. vulgaris</i>
11	PI 611062	<i>B. vulgaris</i>	76	Ames 2644	<i>B. vulgaris</i>	141	NSL 28026	<i>B. vulgaris</i>
12	Ames 8284	<i>B. vulgaris</i>	77	PI 120706	<i>B. vulgaris</i>	142	PI 175597	<i>B. vulgaris</i>
13	PI 142814	<i>B. vulgaris</i>	78	NSL 86577	<i>B. vulgaris</i>	143	Ames	<i>B. vulgaris</i>
14	Ames 8302	<i>B. vulgaris</i>	79	PI 142818	<i>B. vulgaris</i>	144	PI 169019	<i>B. vulgaris</i>
15	PI 140354	<i>B. vulgaris</i>	80	Ames 3049	<i>B. vulgaris</i>	145	NSL 28719	<i>B. vulgaris</i>
16	PI 169032	<i>B. vulgaris</i>	81	Ames 8294	<i>B. vulgaris</i>	146	PI 109039	<i>B. vulgaris</i>
17	PI 590621	<i>B. vulgaris</i>	82	PI 142817	<i>B. vulgaris</i>	147	NSL	<i>B. vulgaris</i>
18	PI 164968	<i>B. vulgaris</i>	83	PI 141909	<i>B. vulgaris</i>	148	PI 176873	<i>B. vulgaris</i>
19	Ames 4436	<i>B. vulgaris</i>	84	PI 117117	<i>B. vulgaris</i>	149	NSL 43404	<i>B. vulgaris</i>
20	PI 171518	<i>B. vulgaris</i>	85	Ames 8279	<i>B. vulgaris</i>	150	NSL 93285	<i>B. vulgaris</i>
21	PI 611059	<i>B. vulgaris</i>	86	PI 611060	<i>B. vulgaris</i>	151	NSL 28714	<i>B. vulgaris</i>
22	PI 179176	<i>B. vulgaris</i>	87	PI 140353	<i>B. vulgaris</i>	152	PI 613230	<i>B. vulgaris</i>
23	Ames 4377	<i>B. vulgaris</i>	88	NSL 176303	<i>B. vulgaris</i>	153	PI 590593	<i>B. vulgaris</i>
24	PI 613264	<i>B. vulgaris</i>	89	PI 140351	<i>B. vulgaris</i>	154	PI 590607	<i>B. vulgaris</i>
25	Ames 3096	<i>B. vulgaris</i>	90	PI 124404	<i>B. vulgaris</i>	155	PI 590683	<i>B. vulgaris</i>
26	PI 608800	<i>B. vulgaris</i>	91	PI 140362	<i>B. vulgaris</i>	156	PI 610328	<i>B. vulgaris</i>
27	PI 176875	<i>B. vulgaris</i>	92	Ames 8282	<i>B. vulgaris</i>	157	PI 610266	<i>B. vulgaris</i>
28	Ames 4265	<i>B. vulgaris</i>	93	PI 165062	<i>B. vulgaris</i>	158	Ames 2634	<i>B. vulgaris</i>
29	Ames 4331	<i>B. vulgaris</i>	94	PI 171519	<i>B. vulgaris</i>	159	Ames 2659	<i>B. vulgaris</i>
30	PI 120691	<i>B. vulgaris</i>	95	PI 164805	<i>B. vulgaris</i>	160	PI 590580	<i>B. vulgaris</i>
31	PI 124528	<i>B. vulgaris</i>	96	PI 140350	<i>B. vulgaris</i>	161	PI 590704	<i>B. vulgaris</i>
32	PI 142809	<i>B. vulgaris</i>	97	PI 120694	<i>B. vulgaris</i>	162	PI 613270	<i>B. vulgaris</i>
33	Ames 4375	<i>B. vulgaris</i>	98	PI 590684	<i>B. vulgaris</i>	163	NSL 6320	<i>B. vulgaris</i>
34	PI 142812	<i>B. vulgaris</i>	99	PI 142815	<i>B. vulgaris</i>	164	NSL 6624	<i>B. vulgaris</i>
35	Ames 3039	<i>B. vulgaris</i>	100	Ames 3060	<i>B. vulgaris</i>	165	NSL 80222	<i>B. vulgaris</i>
36	Ames 8288	<i>B. vulgaris</i>	101	PI 163176	<i>B. vulgaris</i>	166	PI 177269	<i>B. vulgaris</i>
37	Ames 8297	<i>B. vulgaris</i>	102	Ames 8292	<i>B. vulgaris</i>	167	Ames 2657	<i>B. vulgaris</i>
38	Ames 2661	<i>B. vulgaris</i>	103	PI 120692	<i>B. vulgaris</i>	168	Ames 2665	<i>B. vulgaris</i>
39	PI 144675	<i>B. vulgaris</i>	104	NSL 6346	<i>B. vulgaris</i>	169	NSL	<i>B. vulgaris</i>
40	NSL 28716	<i>B. vulgaris</i>	105	PI 610417	<i>B. vulgaris</i>	170	PI 613270	<i>B. vulgaris</i>
41	PI 140357	<i>B. vulgaris</i>	106	PI 590581	<i>B. vulgaris</i>	171	NSL 34674	<i>B. vulgaris</i>
42	PI 140360	<i>B. vulgaris</i>	107	PI 590808	<i>B. vulgaris</i>	172	PI 176421	<i>B. vulgaris</i>
43	Ames 4219	<i>B. vulgaris</i>	108	NSL 176412	<i>B. vulgaris</i>	173	PI 590589	<i>B. vulgaris</i>
44	PI 142810	<i>B. vulgaris</i>	109	PI 140355	<i>B. vulgaris</i>	174	PI 174058	<i>B. vulgaris</i>
45	Ames 3047	<i>B. vulgaris</i>	110	PI 610291	<i>B. vulgaris</i>	175	NSL	<i>B. vulgaris</i>
46	Ames 8448	<i>B. vulgaris</i>	111	PI 113306	<i>B. vulgaris</i>	176	NSL	<i>B. vulgaris</i>
47	PI 120707	<i>B. vulgaris</i>	112	PI 164671	<i>B. vulgaris</i>	177	NSL 28041	<i>B. vulgaris</i>
48	PI 142816	<i>B. vulgaris</i>	113	Ames 8447	<i>B. vulgaris</i>	178	Ames 8295	<i>B. vulgaris</i>
49	PI 610286	<i>B. vulgaris</i>	114	PI 148625	<i>B. vulgaris</i>	179	NSL 93280	<i>B. vulgaris</i>
50	PI 172733	<i>B. vulgaris</i>	115	PI 171508	<i>B. vulgaris</i>	180	NSL	<i>B. vulgaris</i>
51	PI 176427	<i>B. vulgaris</i>	116	PI 169014	<i>B. vulgaris</i>	181	NSL 28020	<i>B. vulgaris</i>
52	PI 610323	<i>B. vulgaris</i>	117	Ames 8281	<i>B. vulgaris</i>	182	PI 590658	<i>B. vulgaris</i>
53	PI 140356	<i>B. vulgaris</i>	118	PI 120705	<i>B. vulgaris</i>	183	PI 590765	<i>B. vulgaris</i>
54	PI 169029	<i>B. vulgaris</i>	119	PI 140361	<i>B. vulgaris</i>	184	PI 610321	<i>B. vulgaris</i>
55	PI 142811	<i>B. vulgaris</i>	120	PI 179845	<i>B. vulgaris</i>	185	PI 172734	<i>B. vulgaris</i>
56	PI 142808	<i>B. vulgaris</i>	121	PI 174060	<i>B. vulgaris</i>	186	PI 613266	<i>B. vulgaris</i>
57	PI 165485	<i>B. vulgaris</i>	122	NSL 188575	<i>B. vulgaris</i>	187	PI 610316	<i>B. vulgaris</i>
58	Ames 8293	<i>B. vulgaris</i>	123	NSL 6319	<i>B. vulgaris</i>	188	Seranada	<i>B. vulgaris</i>
59	Ames 10841	<i>B. vulgaris</i>	124	NSL 86579	<i>B. vulgaris</i>	189	Varias	<i>B. vulgaris</i>
60	Ames 8291	<i>B. vulgaris</i>	125	Ames 2632	<i>B. vulgaris</i>	190	Evelina	<i>B. vulgaris</i>
61	PI 164659	<i>B. vulgaris</i>	126	Ames 10838	<i>B. vulgaris</i>	191	Jaguar	<i>B. vulgaris</i>
62	Ames 4376	<i>B. vulgaris</i>	127	Ames 2652	<i>B. vulgaris</i>	192	Balaban	<i>B. vulgaris</i>
63	Ames 2658	<i>B. vulgaris</i>	128	NSL 176410	<i>B. vulgaris</i>			
64	PI 179180	<i>B. vulgaris</i>	129	NSL 31344	<i>B. vulgaris</i>			
65	PI 610287	<i>B. vulgaris</i>	130	NSL 142007	<i>B. vulgaris</i>			

Çalışmada yer alan populasyonlara ilişkin elde edilen morfolojik ve kalite verilerin değerlendirilmesinde; incelenen karakterler bakımından ortaya çıkan farklı grupların belirlenmesi ve varyansların hesaplanması Ana Bileşen Analiz (ABA) yöntemi uyarınca JMP 7.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Şeker pancarı gonotiplerinde saptanan agro-morfolojik karakterlere ilişkin ortalama, varyasyon katsayısı ve değişim sınırları değerleri Tablo1’de, incelenen bitkisel karakterlere ilişkin ilk 4 ana bileşen için saptanan eigen ve varyans değerleri ile özelliklerin ana bileşendeki dağılımı Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 1. Şeker pancarı gen kaynaklarının tarımsal özellikleri için ortalama, standart sapma, en düşük ve en yüksek değerleri.

Özellik	Ortalama	Standart Sapma	En Düşük	En Yüksek
Kök Gövde Verimi	6673,28	1132,55	4466,90	8952,28
Şeker Oranı	16,3018	1,4955	12,1290	19,7730
Yaprak Verimi	2524,78	298,453	1998,65	3402,68
Şeker Verimi	1282,67	108,029	1070,15	1485,24

Tablo 1’in incelenmesinden; ele alınan bitkisel karakterler yönünden şeker pancarı gonotiplerinin önemli varyasyon gösterdiği; kök gövde verimi, yaprak verimi ve şeker verimi gibi verim üzerinde doğrudan etkili bitkisel karakterler yönünden saptanan varyasyon katsayılarının oldukça yüksek olduğu görülmektedir.

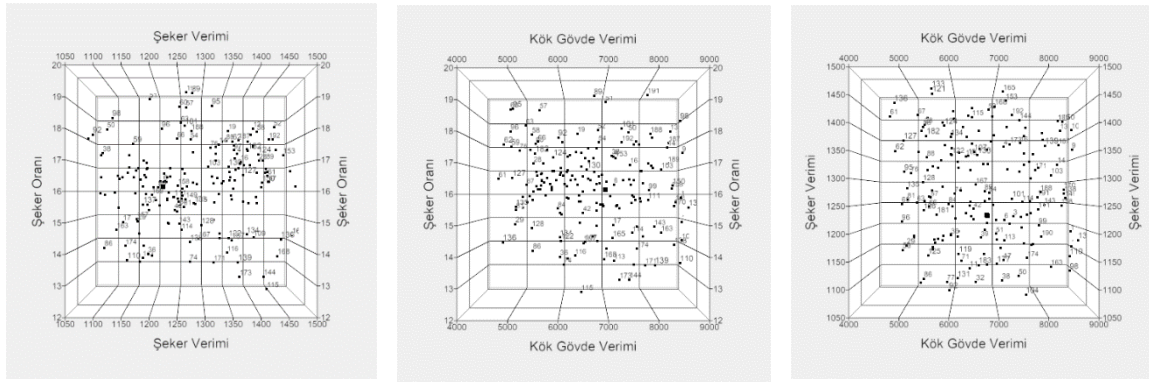
Tablo 2.İncelenen bitkisel karakterlere ilişkin ilk 4 ana bileşen için saptanan Eigen ve varyans değerleri ile özelliklerin ana bileşendeki dağılımı.

	PRIN 1	PRIN 2	PRIN 3	PRIN 4
Eigen değeri	1.177	1.065	0.899	0.857
Yüzde	29,441	26,633	22,486	21,441
Yığılmalı yüzde	29,441	56,073	78,559	100,00
Kök-Gövde verimi	-0,647	0,191	0,107	0,729
Şeker oranı	0,627	0,178	-0,486	0,581
Yaprak verimi	0,284	-0,709	0,535	0,359
Şeker verimi	0,326	0,654	0,682	0,017

Tablo 2’nin incelenmesinden, ilk dört ana bileşenin toplam varyasyonun %100’ünü açıkladığı, özellikle ilk üç bileşenin ise varyasyonun %78.55’ini temsil ettiği görülmektedir. Birinci ana bileşen (PRIN1) toplam varyasyonun %29.44’ünü açıklamakta olup kök-gövde verimi ile negatif, buna karşın şeker oranı ile pozitif ilişkili bulunmuştur. Bu durum, yüksek şeker oranı gösteren genotiplerin kök-gövde veriminde azalmalar gösterebildiğini ortaya koymaktadır. İkinci ana bileşen (PRIN2) toplam varyasyonun %26.63’ünü açıklamakta ve yaprak verimi ile negatif, şeker verimi ile ise güçlü pozitif ilişki sergilemektedir. Bu bulgu, yüksek şeker verimine sahip genotiplerin daha düşük yaprak verimi gösterebileceğini, dolayısıyla kaynak dağılımının kök ve şeker oluşumu lehine yönlendirildiğini işaret etmektedir. Üçüncü ana bileşen (PRIN3) varyasyonun %22.49’ünü açıklamakta olup yaprak verimi ve şeker verimi ile pozitif, şeker oranı ile negatif ilişkili bulunmuştur. Bu durum, şeker oranı yüksek olmayan fakat yaprak ve toplam şeker verimi yüksek olan genotiplerin bu bileşende ayrıştığını göstermektedir. Dördüncü ana bileşen (PRIN4) ise varyasyonun %21.44’ünü açıklamaktadır. Bu bileşende kök-gövde verimi ve şeker oranı pozitif yük değerleri sergilerken,

şeker verimi ile zayıf ilişki göstermektedir. Bu bulgu, kök verimi ve şeker oranının belirli genotiplerde birlikte seyrettiğini ortaya koymaktadır.

Literatürde de benzer şekilde, kök verimi ve şeker oranı arasındaki dengenin genotipler arasında değişkenlik gösterdiği, bazı gruplarda pozitif korelasyonların, bazı gruplarda ise zıt ilişkilerin gözlenebildiği bildirilmiştir (Panella, 2010; Liu ve ark., 2011). Ayrıca yaprak verimi ve şeker verimi arasındaki ilişkilerin çevresel koşullara bağlı olarak farklılık gösterebildiği de vurgulanmaktadır. Sonuç olarak, şeker pancarı genotiplerinde PCA ile ortaya konulan varyasyon, özellikle verim ve kalite parametreleri açısından genetik çeşitliliğin geniş olduğunu göstermektedir. Bu çeşitlilikten ıslah programlarında yararlanılması, hem endüstriyel şeker verimi yüksek hem de morfolojik yönden üstün yeni çeşitlerin geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Bosemark, 2006).

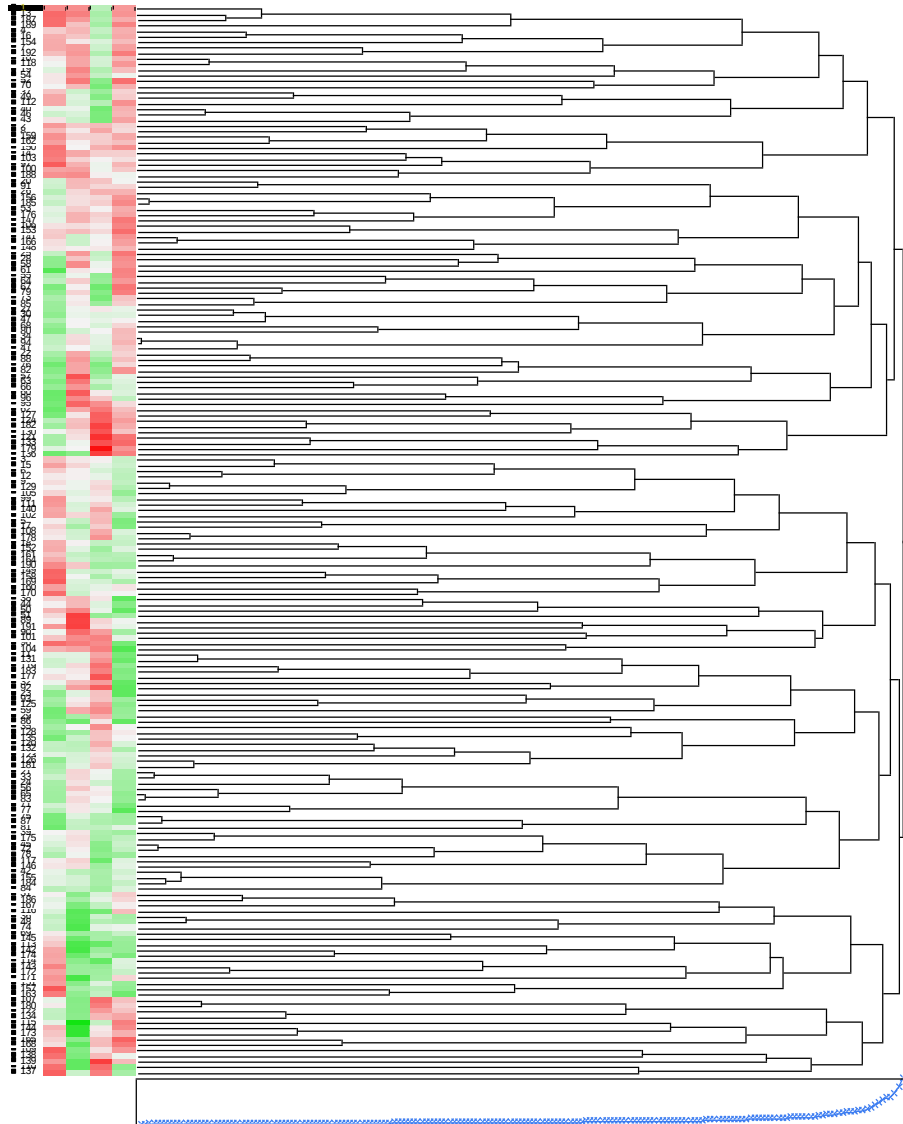


Şekil 1. Şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) genotiplerinin morfolojik ve kalite özelliklerine göre ana bileşen analizi (PCA-biplot) dağılım grafiği.

Şekil 1’de verilen PCA-biplot grafiği, incelenen şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) genotiplerinin morfolojik ve kalite özellikleri bakımından dağılımını ortaya koymaktadır. Grafikte, genotiplerin farklı ana bileşenler üzerinde konumlanması, özellikler arasındaki ilişkileri ve genotipler arası varyasyonu görsel olarak yansıtmaktadır. Birinci ana bileşen (PRIN1), varyasyonun %29.44’ünü açıklamakta olup kök-gövde verimi ile negatif, şeker oranı ile pozitif yüklenmiştir. Bu durum, grafikte sağ tarafta yer alan genotiplerin yüksek şeker oranı, sol tarafta yer alanların ise yüksek kök-gövde verimi ile karakterize edildiğini göstermektedir. İkinci ana bileşen (PRIN2) ise varyasyonun %26.63’ünü açıklamakta, yaprak verimi ile negatif, şeker verimi ile pozitif ilişkili bulunmuştur. Buna göre üst kısımda yer alan genotipler yüksek şeker verimine, alt kısımda yer alan genotipler ise yüksek yaprak verimine sahip grupları temsil etmektedir. Grafikte ticari çeşitlerden Serenada ve Varias’ın yakın konumlanarak şeker oranı yüksek bir grup oluşturduğu, Balaban’ın kök-gövde verimiyle ilişkili farklı bir bölgede yer aldığı, Jaguar ve Evelina’nın ise daha çok yaprak ve şeker verimi ile ilişkili konumlandığı görülmektedir. USDA genotipleri ise ticari çeşitlerden uzak alanlara dağılmış olup, bu durum onların genetik çeşitlilik kaynağı olarak potansiyelini ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, PCA grafiği incelenen genotiplerin verim ve kalite bileşenlerine göre farklı gruplar oluşturduğunu, bu grupların ıslah çalışmalarında ebeveyn seçiminde önemli bir rehber sağlayabileceğini göstermektedir. Özellikle birbirinden uzak konumlanan genotiplerin melezlenmesi, heterozis etkisi ile hem verim hem de kalite yönünden üstün kombinasyonların geliştirilmesine katkı sağlayacaktır (Genç ve Yağbasanlar, 2002).

Şekil 2’de verilen UPGMA dendrogramı, güncellenmiş materyal listesinde yer alan şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) genotiplerinin morfolojik ve kalite özellikleri bakımından farklı kümeler oluşturduğunu göstermektedir. Dendrogramda özellikle ticari çeşitler (Serenada,

Varias, Evelina, Jaguar, Balaban) ile USDA gen bankasından alınan genotiplerin ayrı gruplarda toplandığı dikkati çekmektedir. Serenada ve Varias çeşitlerinin benzer bir alt grupta yer aldığı, bu grubun yüksek şeker oranı ve dengeli kök-gövde verimi ile öne çıktığı belirlenmiştir. Evelina ve Jaguar ise farklı bir kümeye ayrılmış olup, özellikle yaprak verimi ve toplam şeker verimi bakımından karakterize edilmektedir. Balaban çeşidi, dendrogramda bağımsız bir pozisyon sergilemiş; kök verimi ve şeker oranı bakımından farklı özellikleriyle diğer çeşitlerden ayrılmıştır. USDA genotipleri incelendiğinde, PI 169017, PI 193458 (Ames 15638), PI 120692, PI 610417, NSL 6346, Ames 2632, PI 109040, NSL 176410, NSL 80222 gibi genotiplerin ticari çeşitlerden uzak kümelerde yer aldığı görülmektedir. Bu durum, söz konusu genotiplerin genetik çeşitlilik kaynağı olarak önemli bir potansiyel taşıdığını ortaya koymaktadır. Ayrıca Ames 8283, Ames 8292, Ames 8295, PI 142809, PI 142823, PI 140354 gibi bazı genotiplerin dendrogramda farklı alt gruplarda ayrışması, morfolojik ve kalite özellikleri yönünden çeşitlilik barındırdığını göstermektedir.



Şekil 2. Şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) genotiplerinin morfolojik ve kalite özelliklerine göre hiyerarşik kümeleme dendrogramı (UPGMA).

Sonuç olarak, Şekil 2'deki dendrogram; ticari çeşitlerin daha homojen gruplar oluşturduğunu, USDA kökenli genotiplerin ise genetik çeşitliliği artıracak genetik rezervuar işlevi gördüğünü ortaya koymaktadır (Lathouwers ve ark., 2005). Bu bulgu, ıslah programları

açısından değerlidir. Özellikle yüksek şeker oranına sahip Serenada ve Varias gibi çeşitlerin, yüksek kök verimi ve yaprak verimi ile öne çıkan Balaban, Jaguar ve bazı USDA genotipleri ile melezlenmesi, heterozis etkisiyle hem verim hem de kalite özelliklerinde üstün kombinasyonların elde edilmesine katkı sağlayacaktır.

4. Sonuç

Ana bileşen analizi (PCA) sonuçları, şeker pancarı genotipleri arasında morfolojik ve kalite özellikleri bakımından geniş bir varyasyon bulunduğunu açıkça ortaya koymuştur. İlk dört ana bileşenin toplam varyasyonun %100'ünü açıklaması, çalışmada incelenen temel tarımsal karakterlerin genotipler arasındaki farklılıkları ayırt etmede yeterli olduğunu göstermektedir. Özellikle ilk üç bileşenin %78.55'lik kısmı açıklaması, verim ve kalite parametrelerinin genetik çeşitliliğin büyük bölümünü temsil ettiğini ortaya koymaktadır. Birinci ana bileşende (PRIN1) kök-gövde verimi ile negatif, şeker oranı ile pozitif ilişkilerin ortaya çıkması, yüksek şeker oranı taşıyan genotiplerin kök veriminde sınırlı kalabileceğine işaret etmektedir. İkinci ana bileşende (PRIN2) yaprak verimi ile negatif, şeker verimi ile pozitif ilişkilerin bulunması ise, asimilasyon ürünlerinin bitki organları arasındaki farklı dağılım stratejilerini göstermektedir. Üçüncü ana bileşende (PRIN3) yaprak verimi ve şeker veriminin pozitif yük değerlerine karşılık şeker oranının negatif yük göstermesi, bazı genotiplerde yüksek şeker oranı yerine daha çok toplam verime odaklanıldığını düşündürmektedir (Mall ve ark., 2020; Mukherjee ve Gantait, 2023). Dördüncü ana bileşende (PRIN4) kök-gövde verimi ve şeker oranı birlikte pozitif yüklenmiş olup, bu da bazı genotiplerde hem verim hem de kalite parametrelerinin aynı anda iyileşebileceğini göstermektedir. Bu bulgular, şeker pancarı ıslah programları açısından kritik öneme sahiptir. Çünkü ıslah çalışmalarında ebeveyn seçiminde kullanılacak genotiplerin, yalnızca tek bir özelliğe değil, çoklu özellik kombinasyonlarına göre değerlendirilmesi gerekmektedir (Richardson, 2010; Baydar, 2021; Ertürk ve Ağır, 2022). Örneğin, yüksek şeker oranına sahip fakat kök verimi düşük olan genotipler, kök verimi yüksek hatlarla melezlendiğinde heterozis etkisiyle hem verim hem de kaliteyi dengeleme potansiyeli taşımaktadır. Benzer şekilde, yaprak verimi düşük fakat şeker verimi yüksek genotipler, fotosentetik kapasitesi yüksek ebeveynlerle birleştirilerek daha dengeli genotiplerin geliştirilmesine katkı sağlayabilir (Biancardi ve ark., 2005). Literatürde de vurgulandığı üzere (Panella, 2010; Leiva-Eriksson et al., 2014), ebeveyn seçimi şeker pancarı ıslahında verim ve kalite parametrelerini bir arada optimize edebilmek için en kritik aşamalardan biridir. Ana bileşen analiziyle ortaya çıkan varyasyonlar, ebeveyn hatlarının birbirini tamamlayıcı özelliklerini belirlemeye olanak tanımakta, bu sayede yeni nesil kombinasyonlarda daha yüksek genetik kazanımlar elde edilebilmektedir (Ivic ve Smigocki, 2001). Sonuç olarak, çalışmada incelenen genotipler arasında önemli agronomik ve morfolojik farklılıkların bulunduğu, bu farklılıkların şeker pancarı ıslahı için ebeveyn seçimi sürecinde etkin şekilde kullanılabileceği belirlenmiştir. PCA sonuçları, verim bileşenleri ve kalite parametreleri arasındaki ilişkilerin detaylı analizini sağlayarak, ıslah programlarında daha bilinçli ve hedefe yönelik seleksiyon yapılmasına katkı sunmaktadır. Bu çeşitlilikten yararlanılarak, hem yüksek verimli hem de endüstriyel kalite standartlarını karşılayan yeni şeker pancarı çeşitlerinin geliştirilmesi mümkün olacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma, Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenen 2023-DTP-TBT-0001 numaralı proje kapsamında yürütülmüştür. Sağladığı değerli katkılar ve desteklerinden dolayı Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederiz. Bu makale ilk yazarın (Betül YÜCEL) doktora tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Baydar, H., 2021. Bitki Islahı ve Genetiği. Nobel Yayıncılık, Ankara.
- Biancardi, E., Campbell, L.G., Skaracis, G.N., DeBiaggi, M., 2005. Genetics and Breeding of Sugar Beet. Science Publishers, USA.
- Biancardi, E., Panella, L.W., Lewellen, R.T., 2012. Beta maritima. In The Origin of Beets. Springer, New York.
- Bosemark, N.O., 2006. Genetics and Breeding. In Sugar Beet. Blackwell Publishing, United Kingdom.
- Elferink, E.V., Nonhebel, S., Moll, H.C., 2008. Feeding livestock food residue and the consequences for the environmental impact of meat. *Journal of Cleaner Production*, 16(12): 1227–1233.
- Ertürk, E., Ağır, H.B., 2022. Yield and quality characteristics, and profitability of some winter-summer sugar beet varieties in Kahramanmaraş conditions. *Sugar Tech*, 24(5): 1461-1469.
- FAO, 2023. *FAOSTAT statistical database*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (<https://www.fao.org/faostat/>), (Erişim Tarihi: 02.05.2025).
- Genç, İ., Yağbasanlar, T., 2002. Bitki Islahı. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, Adana.
- Ivic, S.D., Smigocki, A.C., 2001. Evaluation of the biolistic transformation method for commercially important sugar beet breeding lines. In Proc. 31st Meeting of the American Society of Sugar Beet Technologists, Vancouver.
- Lathouwers, J., Weyens, G., Lefebvre, M., 2005. Transgenic research in sugar beet. In Genetic modification in sugar beet. International Institute of Beet Research, Brussels, Belgium.
- Leiva-Eriksson, N., Pin, P.A., Kraft, T., Dohm, J.C., Minoche, A.E., Himmelbauer, H., Jung, C., 2014. Differential expression of genes related to taproot formation and sucrose accumulation in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *BMC Plant Biology*, 14(1): 1–13.
- Liu, J., Fernie, A. R., Yan, J., 2011. The molecular physiology of crop yield. *Nature Reviews Genetics*, 12(10): 819–828.
- Mall, A.K., Misra, V., Singh, B.D., Pathak, A.D., 2020. Quality seed production of sugar beet in India. *Advances in Seed Production and Management*, 139-159.
- Mukherjee, E., Gantait, S., 2023. Genetic transformation in sugar beet (*Beta vulgaris* L.): technologies and applications. *Sugar Tech*, 25(2): 269-281.
- Panella, L., 2010. Sugar beet breeding. In J. Janick (Ed.), *Plant Breeding Reviews*. John Wiley & Sons, pp. 35–77.
- Richardson, K., 2010. Traditional breeding in sugar beet. *Sugar Tech*, 12: 181-186.
- Shaw, B., Thomas, T.H., Cooke, D.T., 2002. Response of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) to drought and nutrient deficiency stress. *Plant Growth Regulation*, 37: 77–83.
- TÜİK, 2023. Türkiye İstatistik Kurumu Tarım İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu. (<https://data.tuik.gov.tr>), (Erişim Tarihi: 05.05.2025).