

M. Kadri BOZOKALFA²
Dursun EŞİYOK³

² Dr., Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe
Bitkileri Bölümü, Bornova-İzmir,
e-mail: mehmet.kadri.bozokalfa@ege.edu.tr

³ Prof. Dr., Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova-İzmir

Biber (*Capsicum annuum* L.) Aksesyonlarında Genetik Çeşitliliğin Agronomik Özellikler İle Belirlenmesi¹

Genetic diversity in pepper (*Capsicum annuum* L.)
accessions as revealed by agronomic traits

¹ Bu çalışma E.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Tarafından Desteklenen
2004-ZRF-035'Nolu Doktora Projesinin Bir Bölümüdür.

Alınış (Received): 27.04.2009 Kabul tarihi (Accepted): 25.09.2009

Anahtar Sözcükler:

Biber, *Capsicum annuum*, genetik
kaynaklar, karakterizasyon,
populasyon.

Key Words:

Pepper, *Capsicum annuum*,
genetic resources,
characterisation, population

ÖZET

2004 ve 2005 yıllarında yürütülen çalışmada Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanmış 30 biber aksesyonları ile yerli ve yabancı orijinli 18 ticari çeşitleri içeren toplam 48 biber genotipi değerlendirilmiştir. Bütün genotipler, fide çıkışından vejetasyon süresi sonuna kadar, 67 agronomik ve morfolojik özellik bakımından karakterize edilmiştir. Araştırmanın 2004 yılında lokal populasyonlar arasında morfolojik ve agronomik özellikler bakımından yüksek varyabilite belirlenmiştir. Bu nedenle 2004 yılında her genotip kendi içerisinde ana bitkilerden ayrılarak değerlendirilmiş ve ikinci deneme yılında (2005) karakterizasyon için toplam 94 biber genotipi incelenmiştir. Morfolojik veriler "cluster" ve "principal component" analizlerine tabii tutulmuştur. Birinci yılda %77.50'lük varyabilite 11 komponent grubunda ikinci yılda ise toplam %71.52'lik varyabilite 10 grupta toplanmıştır. Morfolojik ve agronomik özelliklere göre genotipler dendogramda birinci yılda 3 ikinci yılda ise 7 gruba ayrılmıştır. Gruplamada varyasyonun büyük bir bölümü meyve çapı, meyve ağırlığı, hacim, meyve eti kalınlığı, meyve randımanı, suda çözünür kuru madde ve kuru madde içeriğinden kaynaklanmıştır.

ABSTRACT

In the experiment total 48 pepper genotypes including 30 accessions were collected various region of Turkey and 18 local and foreign commercial cultivars were studied during 2004 and 2005. All the accessions were characterized for 67 agro-morphological traits from seedling emergence to crop maturity. In the first experiment year (2004) very high variation was observed among local landraces based on morphological and agronomic characters. However, in the 2004 experiment year each accession discriminate from mother plant and, in the second experiment year (2005) total 94 genotype and their lines investigated. Morphological data were analyzed by cluster and principal component analyses. Total eleven components accounted for 77.50% in the first and ten component 71.52% of variability in the the second growing season respectively. A total three groups in first and seven groups in the second year clustered as a result of cluster analysis based on morpho-agronomic properties. The greater part of variation was accounted for by characters such as fruit diameter, fruit weight, volume, fruit wall thickness, fruit productivity, soluble solid and dry matter content.

GİRİŞ

Bitki ıslahının başarısında önemli yeri olan genetik varyasyonlar, ülkemizin çeşitli yörelerinde farklı türlerde görülen ve değerlendirilmesi gereken zengin kaynaklardır.

Tarımsal biyoçeşitliliğin ortaya konması, toplanması ve korunması bitkisel çeşitliliğin sürdürülebilirliği için önemlidir (Tan ve ark., 2004). Uzun yıllar boyunca sürdürülen sebze yetiştiriciliğinde görülen tabii melezlemeler ve insan eliyle yapılan seleksiyonlar sonucu ortaya çıkan populasyonlara diğer ülkelerden getirilen yetiştirme materyallerinin katılmasıyla ulusal bitki genetik kaynakları her geçen gün zenginleşmiştir. Anavatanı arasında ülkemizin de yer aldığı sebze türleri yönünden büyük tarımsal biyoçeşitlilik izlenirken çeşitli nedenlerle bu çeşitlilik genetik erozyona neden olmaktadır.

Türkiye sebze kültüründe çok eski yeri olan biber bugün ülkemizin her bölgesinde geniş alanlarda yetiştirilmekte, taze-sofralık veya sanayi sebzeçiliğinde işlenerek değerlendirilen, ticari potansiyele sahip önemli türler arasında yer almaktadır. Gıda sanayinde kullanılan biber; salça, toz-pul biber, dondurulmuş, turşu, acı sos, ketçap, boya ve ilaç sanayinde farklı işleme yöntemleri ile değerlendirilmektedir (Aybak 2002). Meyve ve bitkinin morfolojik-agronomik özellikleri bakımından büyük varyasyona sahip olan biber, meyve yapısı ve şekline göre değişik şekillerde tüketilmektedir (Bozokalfa ve Eşiyok 2006). Ülkemiz koşullarında tek yıllık yetiştirilen biberde özellikle üreticiler tarafından yetiştirilen yerel populasyonlara uygulanan seleksiyonlar ve doğal melezlemeler, farklı bitki ve meyve yapısına sahip genotiplerin ortaya çıkmasına neden olmuş ülkemizde ve bitki genetik kaynaklarındaki genotip sayısının her geçen gün artmasını sağlamıştır.

Anavatanı Amerika Kıtası olan biberde ilk ve en geniş taksonomik çalışma Eshbaugh (1977; 1980) ve Hunziker (1979) tarafından yapılmış bu çalışmalarda *Capsicum* genusu bünyesinde belirlenen 25 tür içerisinde birçoğunun ekonomik bakımdan pek önemli olmadığı sonucuna varılmıştır. Oldukça zengin populasyon çeşitliliğe sahip olan *Capsicum* genusu içerisinde 20–25 arasında biber türü bulunmasına rağmen günümüzde bunlardan sadece 5 tanesinin (*C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens*, *C. pubescens*) kültürü yapılmaktadır. Biber genetik kaynaklarının tanımlanması ve değerlendirilmesine yönelik

çalışmalar ağırlıklı olarak biberin anavatanı içerisinde yer alan Amerika Kıtası ülkelerinde yapılırken uzun yıllardan beri yetiştiriciliğin yapıldığı ülkelerde geniş biber populasyonları ile morfolojik ve moleküler karakterizasyonlar yapılmaktadır. Costa et al. (1983) Meksika’da birçok bölgeyi dolaşarak topladığı farklı özelliklere sahip biber koleksiyonları içerisinde *Capsicum annuum* L. ve *Capsicum chinense* L. grubu biberlerin bulunduğunu bildirmektedirler. Djukic et al. (2002) uzun süre yürüttükleri araştırmalarda lokal biber populasyonlarını inceleyerek populasyon içerisinde ve populasyonlar arasında geniş varyasyon olduğunu ortaya koymuşlardır.

Zewdie et al. (2004) biber gruplarında genetik çeşitliliği çekirdek (core collection) koleksiyon oluşturmak amacıyla değerlendirmiş ve bu yöntemle tüm çeşitliliği koruyacak çekirdek koleksiyonlar oluşturmuşlardır. Bu koleksiyonda *Capsicum annuum* L., *Capsicum chinense* Jacq., ve *Capsicum baccatum* L., aksesyonlarının morfolojik özellikleri değerlendirilerek cluster analizi uygulanmıştır. Üç farklı seleksiyon yöntemi kullanılarak yapılan değerlendirmede tüm koleksiyonun %70’ini temsil eden çekirdek koleksiyonlar oluşturulmuştur. Biber gen havuzunun biyokimyasal karakterizasyonu amacıyla yürütülen çalışmada 1500 biber örneği içerisinde 100 *C. chinense*, 200 *C. pendulum*, 100 *C. frutescens* ve 20 *C. conium* olmak üzere 300’ün üzerinde biber örneğinde, kuru madde, şeker, askorbik asit, karoten, tiamine, riboflavin, peptik bileşikler, aminoasitler, makro ve mikro elementler belirlenmiştir. Biber gruplarına göre meyvenin bileşiminin farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Andryushchenko et al. 1983). Gen kaynaklarının tanımlanması, genotipler arasındaki taksonomik ilişkilerinin belirlenmesi, bitki genetik kaynaklarının değerlendirilmesi, ıslahçılara genetik materyal sağlamak yönünden önemlidir. Genotipler arasında genetik çeşitliliğin ortaya konmasında günümüzde modern moleküler yöntemler tercih edilirken agro-morfolojik karakterizasyon tanımlanmanın temelini ve ilk basamağını oluşturur (Smith and Smith 1989). Çeşitlerin bitki ve meyve özelliklerinin birbirleri ile karşılaştırılmasında cluster analizi

yaygın olarak kullanılmakta bu veriler ile oluşturulan dendogramlar ile incelenen özellik bakımından çeşitlerin hangi gruba girdikleri belirlenebilmektedir (Panayotov et al. 2000).

Bu çalışmada Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Gen Kaynakları'nda bulunan Türkiye'nin farklı bölgelerden toplanmış bazı acı biber aksesyonlarının agronomik ve morfolojik özelliklerinin belirlenmesi, bunların yerel ve yabancı ticari çeşitler ile karşılaştırılması ve ülkemiz biber gen kaynaklarındaki aksesyonlar arasındaki varyabilitenin agro-morfolojik özellikler ile ortaya koymak amacıyla yürütülmüştür

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma 2004 ve 2005 yıllarında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü uygulama-araştırma arazisi ve laboratuvarlarında yürütülmüştür. 2004 yılında Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Gen Kaynakları Başkanlığı'ndan 30 genotip ve halen ülkemizde yaygın yetiştiriciliği yapılan 14 yerel ticari çeşit incelenmiştir (Çizelge 1). Denemede kullanılacak yerli genotiplerin seçiminde Türkiye'nin tüm bölgelerden toplanmış, herhangi bir tanımlama ve ıslah programında kullanılmamış genotipler değerlendirilmiştir. Denemenin ikinci yılında (2005) genotip içerisinde varyasyon gösteren bitkiler ait olduğu genotipten ayrı değerlendirilmiş ve A.B.D'den sağlanan 4 genotip ilave edilerek toplam 94 genotip incelenmiştir. Tohumlar her iki deneme yılında Mart ayının ilk haftasında alçak plastik tünel altına ekilmiş burada gelişen fideler 3-4 yaprak oluşturdukları Nisan ayının ortasında yetiştirme yerlerine dikilmiştir. Deneme tesadüf blokları deneme desenine uygun 3 tekerrürlü olarak yürütülmüş, bitkiler 70x30 cm mesafelerde her parselde 15 bitki olacak şekilde düzenlenmiş ve tüm kültürel işlemler düzenli olarak Vural ve ark., (2000)'e göre yürütülmüştür.

İncelenen genotiplerde hasat olgunluğuna ulaşılan dönemde her parselden alınan 30 adet meyve örneğinde toplam 30 agro-morfolojik özellik belirlenmiştir. Bunlar; bitki yüksekliği, bitki genişliği, gövde çapı, yaprak uzunluğu, yaprak genişliği, ilk dal yüksekliği, çiçeklenme

süresi, anter uzunluğu, korolla uzunluğu, filament uzunluğu, meyve olgunlaşma süresi, meyvenin bitki üzerinde kalma süresi, meyve uzunluğu, meyve çapı, meyve ağırlığı, meyve hacmi, meyve et kalınlığı, pedicel uzunluğu, meyve randımanı, meyve sap uzunluğu, meyve parlaklık, meyve renk doygunluğu, meyve renk niteliği, suda çözünür kuru madde, verim, vitamin C miktarı, capsaicin, pH, etüvde kuru madde Bozokalfa ve ark., (2009)'a ve titre edilebilir asitlik (Karaçalı 2002), göre belirlenmiştir. 2004 ve 2005 yılı denemelerinden elde edilen veriler kullanılarak genotip x özellikler şeklinde oluşturulan verilerde 'Principal Component' (PC) (Ana Bileşenler) analizi yapılmıştır (Sneath and Sokal 1973). Elde edilen PC eksenlerinde yer alan agromorfolojik özelliklerin dönüştürülmüş faktör katsayıları Walton (1971) e göre hesaplanmış, bu PC eksenlerine ait skorlar ile dendogram oluşturulmuştur (Düzyaman ve Duman 2004).

ARAŞTIRMA BULGULARI

Genetik materyalin agro-morfolojik tanımlanmasında bitki ve meyve özelliklerinin birlikte değerlendirilmesi gerekir. Bu karakterler değerlendirilirken hangi kriterlerin ön planda tutulacağı materyalin özelliğine göre değişmektedir. Birden fazla özelliğin bir arada değerlendirilmesinde faktör analizi kullanılır. Bu yöntemde bir çok özellik, karakter sayısı fazla olmasına rağmen, genotiplerin çok yönlü değerlendirilmesine olanak verir. Çizelge 2 ve 3'te yer alan değerler ait olduğu yılda varyabiliteyi ne kadar temsil ettiğini gösterir. 2004 yılı denemesinde faktör gruplarının açıkladığı toplam varyabilitenin %77.5'i 11 grupta toplanmış, bu gruplarda bitki ve meyveye ait 30 özellik yer almıştır (Çizelge 4). Birinci grupta toplam varyasyonun %12.92'sini oluşturan 8 karakter yer alırken bu parametrelerin büyük bir kısmı meyve ile ilgili agronomik özelliklerden kaynaklanmış sadece, bitki yüksekliği ve yaprak uzunluğu gibi bazı morfolojik özellikler bu grupta belirlenmiştir. Diğer gruplar ise genellikle bitki ve meyvenin agronomik özelliklerinden oluşmuştur.

Çizelge 1. Çalışmada yer alan genotipler ve kaynakları.

Genotip	İl	Yöre / Kaynak	Yükseklik	Lokal ismi
Genetik kaynaklar				
TR 40316	Sanlıurfa	Suruç	520	Acı dolma biber
TR 40299	Gaziantep	Oğuzeli	680	Dolmalık acı biber
TR 40272	Gaziantep	Kilis	625	Yerli Biber kurutmalık
TR 40343	Şanlıurfa	Tülmen köyü	580	Kurutmalık büyük biber
TR 40490	Van	Şehir merkezi	1630	Biber
TR 45880	Kars	Tuzluca	1000	Dolma biber
TR 48614	Gaziantep	Oğuzeli-Havuçluçam	550	Salçalık biber
TR 48945	Tokat	Reşadiye-Soğukpınar	660	Acı biber
TR 48948	Şanlıurfa	Siverek	400	Dolmalık biber
TR 52300	Kars	Iğdır-Akveyis köyü	850	Acı biber
TR 61634	Muğla	Yaraş köyü	650	Arnavut biberi
TR 62374	Çanakkale	Kepen Aşağıokçular köyü	70	Acı çiçek biberi
TR 62670	Manisa	Gördes	450	Acı biber siyah
TR 62777	İzmir	Dikili	15	Biber salçalık
TR 66097	Eskişehir	Orhangazi-Bakırköy	1020	Acı biber
TR 66278	Bilecik	Osmaneli- Büyükyenice köyü	240	Acı toz biber
TR 66299	Bursa	M.Kemalpaşa- Behram köyü	50	Acı çiçek biberi
TR 66392	Bilecik	Kayınbeli köyü	250	Çok acı saksı biberi
TR 66406	Bursa	Orhangazi -Bakırköy	200	Çiçek biberi yuvarlak acı
TR 66656	Isparta	Şakirkocaagaç Feleç köyü	1220	Acı Çin biberi
TR 66678	Isparta	Sütçüler Karadiken	1080	Acı biber
TR 68464	Sakarya	Gevye- Umurbey	191	Beyaz acı biber
TR 68485	Sakarya	Karasu- Karapınar köyü	25	Acı biber
TR 69068	Konya	Çumra- Yeniköy	965	Acı yaprak biber
TR 69070	Konya	Çumra-Yeniköy	965	Acı küt biber
TR 69110	Antalya	Demre-Yavu köyü	420	Büyük cin biber
TR 69119	Aksaray	Güzelyurt-Ihlara	1250	Acı uzun biber
TR 69128	Aksaray	Gülağaç merkez	1025	Acı biber
TR 69723	Kırşehir	Akpınar merkez	1020	Acı sivri biber
TR 69724	Kırıkkale	Keskin- Ortasöken	725	Cin biberi
Yerel ticari çeşitler				
Neobi ege acı sivri		firma adı		çeşit özelliği
İstanbul acı ılıca		İstanbul Tohum		Acı sivri
Tatlı kıl sivri		İstanbul Tohum		Acı sivri
Doruk dolmalık		İstanbul Tohum		Tatlı ince kıl
Yunan biberi		İstanbul Tohum		Dolmalık
Elitra ege acı sivri		Elitra Tohum		Küçük acı dolma
Elitra acı sivri ılıca		Elitra Tohum		Acı uzun sivri
Acı süs		Toros Tohum		Acı uzun sivri
Menderes acı kıl		Toros Tohum		Acı Süs biberi
Sarı sivri (Y. Çorbacı)		Yalova T.A.E		Acı ince kıl
Yalova yağlık		Yalova T.A.E		Çarliston tatlı
Yalova çarliston		Yalova T.A.E		Yağlık
Acı şahnalı		Pinaper seed		Çarliston
Acı Süs		Pinaper seed		Kısa acı sivri
				Acı Süs biberi
Yabancı ticari çeşitler				
Numex Primavera		tohum kaynağı	tür	
Numex Joe E. Parker		Chili Pepper Institute	C. annuum	
Numex Jalmundo		Chili Pepper Institute	C. annuum	
Jupiter		Chili Pepper Institute	C. annuum	

2005 yılı değerlendirmesinde ise toplam varyasyonun %71.52'si 10 faktör grubunda yer almış, bu gruplarda meyvenin agronomik özellikleri ön plana çıkmıştır (Çizelge 5). İlk grupta yer alan meyve çapı, meyve ağırlığı, meyve hacmi, meyve et kalınlığı ve randımanı gibi agronomik karakterler birbirleri ile yüksek pozitif ilişki içerisinde yer alırken suda çözünür kuru madde ve etüvde kuru madde bu özellikler ile aynı grupta yer almış ancak negatif ilişki göstermiştir. İki yıllık faktör gruplarında varyasyonu oluşturan bitki özellikleri birlikte incelendiğinde meyve özelliklerinin öne çıktığı bitki özelliklerinin ise bunlar kadar etkin olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4'de 2004 yılına, çizelge 5'te ise 2005 yılına ait incelenen karakterlerin faktör sonuçları yer almaktadır. Çizelgelerin ilk sütununda varyasyonu oluşturan faktör grupları diğer sütunlarda ise her faktör grubuna giren özelliklere ait faktör katsayıları yer almaktadır. Burada yer alan değerlerin hangi faktör grubunda yer aldığı daha net belirlenmesi için döndürülmüş faktör matriksinden alınmış ve koyu şekilde belirtilmiş değerler aynı faktör grubu içerisinde yer alan özelliklerin birbirleri ile ilişkilerini göstermektedir. Negatif korelasyon katsayıları karakterler arasında ters ilişkiyi gösterirken değerlerin 1'e yaklaşması (güçlendiğini) ilişkinin pozitif yönde olduğunu göstermektedir.

2004 yılında incelenen agro-morfolojik özellikler kullanılarak yapılan PC analizinde 11 PC eksenine elde edilmiştir. Elde edilen 11 PC eksenine ait skorlar kullanılarak 'gruplar arası benzerlik' dendogramı oluşturulmuştur. Değerlendirilen karakterler ile ilgili PC eksenleri ve bunlara karşılık gelen faktör grupları Çizelge 2'te verilmiştir. Bu 11 PC eksenini toplam varyasyonun %77.5'ini temsil etmektedir.

Gruplar arası benzerlik yöntemine göre oluşturulan bu dendogramdaki benzerlik skalası, aynı veya farklı kümelerdeki genotiplerin birbirleri ile ne derece benzeştiklerini göstermektedir. Genotip içerisinde varyasyon gösteren bitkiler ait olduğu genotipten ayrı değerlendirilmiş ve dendogramlarda bu genotiplere, aksesyon numarası yanında ayrıca tanımlayıcı numaralar eklenmiştir (ör: TR 69723-1). Genotiplerin gruplamalarının hangi özelliklere göre yapılacağını belirlemek ise araştırmacıya kalmaktadır (Düzyaman ve Vural 2002). Hierarchical Cluster analizinde genotipler benzerliklerine göre 'hiyerarşik' kümeler veya 'gruplar' altında toplanmakta ve bunlara ilişkin dendogramlar oluşturulmaktadır. Ward's metoduna göre elde edilen dendogramlar sırasıyla Şekil 1 ve 2'de yer almaktadır.

Çizelge 2. 2004 yılı denemesinde yer alan genotiplerde faktör gruplarının açıkladığı varyabilitenin değerlendirilmesi.

Faktörler	Eigenvalue (Özdeğerler)	Açıkladığı Varyasyon (%)	Kümülatif varyasyon (%)
1	3.88	12.92	12.92
2	3.10	10.33	23.25
3	2.60	8.68	31.93
4	2.52	8.38	40.31
5	1.91	6.38	46.69
6	1.73	5.76	52.45
7	1.57	5.25	57.70
8	1.56	5.19	62.88
9	1.48	4.92	67.80
10	1.47	4.89	72.70
11	1.44	4.81	77.50

Çizelge 3. 2005 yılı denemesinde yer alan genotiplerde faktör gruplarının açıkladığı varyabilitenin değerlendirilmesi.

Faktörler	Eigenvalue (Özdeğerler)	Açıkladığı Varyasyon (%)	Kümülatif varyasyon (%)
1	4.19	13.98	13.98
2	3.25	10.84	24.82
3	2.42	8.06	32.89
4	2.41	8.02	40.90
5	2.04	6.81	47.72
6	1.97	6.57	54.29
7	1.52	5.05	59.34
8	1.25	4.15	63.49
9	1.21	4.03	67.53
10	1.20	3.99	71.52

Çizelge 4. 2004 yılı denemesinde kullanılan genotiplerin ait oldukları faktör grupları.

Agronomik özellikler	Faktör katsayıları										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Meyve et kalınlığı	0,910	-0,027	-0,012	-0,067	-0,117	-0,068	0,026	0,052	0,209	-0,134	-0,126
Bitki yüksekliği	0,689	-0,018	0,127	0,086	0,092	-0,100	-0,274	0,056	0,165	0,081	0,203
Anter uzunluğu	0,673	0,337	-0,008	-0,128	-0,191	-0,095	-0,060	0,137	0,001	0,109	-0,063
Capsaicin	0,638	-0,077	-0,182	0,238	-0,113	0,100	0,042	-0,288	-0,320	-0,014	0,042
Suda çözünür kuru madde	0,629	-0,028	0,097	0,203	0,244	0,274	0,177	0,154	0,037	-0,225	0,150
Yaprak uzunluğu	0,588	-0,058	0,251	-0,016	0,169	0,020	0,068	-0,200	0,433	0,393	-0,037
Verim	0,570	0,358	-0,194	-0,188	-0,094	-0,178	0,441	0,145	0,034	0,146	0,098
Pedisel uzunluğu	0,515	-0,199	-0,014	0,045	0,305	-0,082	0,138	0,475	0,101	-0,054	-0,331
Meyve çapı	-0,017	0,914	0,019	0,073	-0,017	0,128	-0,075	-0,078	-0,005	-0,045	-0,004
Meyve hacmi	0,007	0,856	0,110	0,061	0,012	-0,010	0,192	0,035	-0,109	-0,133	-0,141
Meyve ağırlığı	0,341	0,722	0,190	-0,017	0,034	-0,139	-0,034	0,139	-0,039	0,092	-0,054
Etüvde kuru madde	0,237	-0,687	0,142	0,094	-0,067	0,277	0,071	0,023	0,024	-0,215	-0,301
Meyve olgunlaşma süresi	-0,092	0,075	0,892	0,093	0,001	-0,028	0,175	0,041	0,013	0,086	0,151
Çiçeklenme süresi	0,103	0,089	0,860	0,123	-0,052	0,098	0,105	0,101	0,141	0,090	0,013
Meyvenin bitki üzerinde kalma süresi	0,082	-0,096	0,478	-0,008	0,043	0,186	-0,222	0,017	0,096	-0,352	0,399
Parlaklık	-0,035	0,066	-0,062	0,859	-0,066	0,000	0,070	-0,054	0,003	0,028	-0,056
Renk doygunluğu	0,081	-0,126	0,142	0,840	-0,107	-0,054	-0,177	-0,051	-0,130	0,012	-0,030
Renk niteliği	-0,085	-0,132	-0,410	-0,696	-0,250	0,237	0,028	-0,109	-0,125	-0,121	0,032
pH	-0,138	0,102	0,096	0,466	0,315	-0,127	0,447	0,223	0,285	0,002	0,228
İlk dal yüksekliği	-0,032	0,000	-0,177	-0,049	0,831	0,074	0,164	-0,039	0,041	-0,084	0,173
Meyve randımanı	-0,018	0,230	0,416	0,030	0,612	-0,177	-0,161	0,038	-0,375	0,178	-0,070
Meyve sap uzunluğu	-0,018	-0,076	0,124	-0,010	0,579	0,065	0,255	0,274	0,117	0,319	-0,322
Titre edilebilir asitlik	-0,158	-0,071	0,151	-0,074	0,104	0,843	0,142	0,108	-0,143	0,054	0,042
Meyve uzunluğu	-0,066	0,040	0,101	0,181	0,114	-0,727	0,295	0,252	-0,294	0,007	0,040
Korolla uzunluğu	0,027	-0,026	0,196	-0,076	0,176	0,017	0,765	-0,108	0,062	0,082	-0,013
Gövde çapı	-0,070	-0,013	-0,140	0,075	-0,003	0,053	0,035	-0,811	0,080	-0,037	0,042
Bitki genişliği	0,071	0,274	-0,112	0,311	0,078	0,247	-0,182	0,451	0,261	0,056	0,161
Filament uzunluğu	0,324	-0,176	0,203	-0,009	-0,019	0,022	0,114	-0,010	0,763	-0,057	-0,205
Yaprak genişliği	0,003	0,003	0,116	0,105	0,046	0,050	0,066	0,060	-0,033	0,886	0,172
Vitamin C	0,045	-0,046	0,175	-0,061	0,044	0,002	0,070	-0,039	-0,137	0,174	0,801

Çizelge 5. 2005 yılı denemesinde kullanılan genotiplerin ait oldukları faktör grupları.

Agronomik özellikler	Faktör katsayıları									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Meyve çapı	0,920	-0,094	-0,023	-0,018	-0,129	-0,003	0,034	-0,011	-0,025	-0,068
Meyve ağırlığı	0,907	0,045	-0,099	0,012	-0,024	0,111	0,080	0,026	0,004	0,027
Meyve hacmi	0,872	0,017	0,038	-0,009	-0,079	0,027	-0,028	-0,078	-0,032	-0,033
Meyve et kalınlığı	0,701	-0,041	-0,075	0,030	0,072	0,107	0,017	0,065	-0,230	0,168
Meyve randımanı	0,496	0,189	-0,079	0,314	0,244	-0,128	0,024	-0,282	0,212	0,156
Suda çözünür kuru madde	-0,455	-0,387	0,171	0,086	0,114	-0,042	-0,266	-0,180	0,201	-0,129
Etüvde kuru madde	-0,454	-0,304	0,038	-0,179	0,081	0,065	-0,400	0,049	-0,076	0,328
Pedisel uzunluğu	-0,041	0,862	0,087	0,010	0,152	0,188	-0,027	-0,164	-0,033	0,013
Meyve uzunluğu	0,030	0,821	0,135	0,004	0,189	0,166	0,047	-0,238	0,036	0,146
pH	-0,005	0,760	0,029	-0,005	0,066	-0,029	-0,001	0,086	-0,023	-0,054
Renk doygunluğu	-0,229	0,235	0,871	-0,058	-0,037	-0,064	-0,050	0,121	0,080	-0,108
Parlaklık	-0,138	0,402	0,778	-0,079	-0,004	-0,047	0,052	0,129	0,102	0,012
Renk niteliği	-0,198	0,240	-0,761	0,050	-0,221	-0,091	-0,083	0,054	-0,030	-0,075
Çiçeklenme süresi	0,020	-0,023	-0,072	0,956	-0,007	0,119	-0,021	0,035	-0,068	-0,023
Meyve olgunlaşma süresi	0,020	-0,023	-0,072	0,956	-0,007	0,119	-0,021	0,035	-0,068	-0,023
Vitamin C	0,027	0,009	0,000	0,547	0,153	0,015	0,115	0,041	0,474	0,236
Bitki yüksekliği	-0,254	0,239	0,161	0,038	0,714	0,042	0,046	-0,041	-0,117	-0,028
Gövde uzunluğu	0,093	0,281	-0,014	0,010	0,651	0,089	-0,351	-0,130	0,046	0,046
Bitki genişliği	-0,260	-0,085	0,094	0,044	0,566	-0,188	0,291	0,107	-0,130	0,023
Yaprak genişliği	0,239	-0,020	-0,334	-0,042	0,471	0,220	0,354	0,135	0,278	-0,077
Yaprak uzunluğu	0,311	0,180	-0,418	0,123	0,444	0,357	-0,043	0,223	0,157	-0,041
Filament uzunluğu	0,010	-0,163	0,047	0,155	0,006	0,781	0,093	0,102	-0,318	-0,014
Korolla uzunluğu	0,206	0,194	-0,097	0,168	0,114	0,675	0,080	0,038	0,112	-0,272
Meyve sap uzunluğu	-0,017	0,275	-0,016	0,004	-0,031	0,656	0,200	-0,158	0,123	0,169
Anter uzunluğu	0,046	-0,028	0,042	0,042	-0,016	0,188	0,787	-0,052	-0,063	0,053
Verim	0,112	0,249	0,074	-0,158	0,290	0,210	0,424	-0,097	-0,075	-0,066
Gövde çapı	-0,106	-0,217	0,096	0,114	-0,013	0,042	-0,122	0,760	0,090	0,123
Titre edilebilir asitlik	-0,227	-0,500	-0,053	0,059	-0,049	0,123	-0,132	-0,508	0,113	0,009
Capsaicin	-0,272	-0,112	0,176	-0,100	-0,158	-0,048	-0,152	0,039	0,717	-0,005
Meyvenin bitki üzerinde kalma süresi	0,098	0,077	-0,015	0,053	-0,016	-0,052	0,012	0,087	0,046	0,884

Denemede yer alan genotiplerin agronomik özelliklerine ait dendogramlar oluşturulmuş, cluster analizine göre 2004 yılı verileri kullanılarak yapılan grupta genotipler meyve et kalınlıkları başta olmak üzere aşağıda açıklanan bazı agronomik özelliklere göre gruplanmıştır. Genotipler meyve et kalınlığı bakımından üç farklı grup oluşturmuş, ilk grupta genotiplerin %45'inin bulunduğu ince meyve etli genotipler yer almıştır. Bu grupta yerel ticari çeşitlerin büyük kısmının bulunduğu kısa ve orta bitki boylu genotiplerin varlığı göze çarpmaktadır. Ayrıca meyve eti kalınlığı bakımından ilk grubu oluşturan bu genotiplerin capsaicin içeriği diğer iki gruba göre oldukça düşüktür. Bu genotiplerde SKM miktarı düşük, yapraklar orta veya uzundur. TR 69723-1 genotipi bu genellemenin dışında kalarak kalın meyve etli, yüksek bitki boyu ve yüksek capsaicin içerikli genotiptir. Genel olarak kalın meyve etine sahip biberlerde meyve ağırlığıda yüksektir.

İkinci grup en kalın meyve etli genotiplerden oluşmuş, yüksek boylu bitkilerle birlikte capsaicin ve SKM içeriği oldukça yüksek, uzun yapraklara sahip genotiplerdir. Ancak grup içerisinde istisnai olarak TR 66678-1 ve TR 66299-1 genotipleri capsaicin içeriği düşük tatlı biber genotipleridir. Bu grup içerisinde kontrol amacıyla kullanılan yerel ticari çeşitlerden hiçbir genotipin yer almaması ilgi çekici bir durumdur. Bu durum kullanılan ticari çeşitlerin genetik bakımdan farklı incelenen aksesyonlardan olduğu konusunda fikir vermektedir.

Birinci yıl denemesinde yer alan genotiplerden meyve eti kalınlığı yönünden orta düzeyde yer alan, orta ve uzun boylu bitkilerden oluşan genotipler üçüncü grubu oluşturmaktadır. Bu grupta yerel ticari çeşitlerden sadece Doruk Dolmalık, Yunan Biberi ve Yalova Yağlık genotipleri yer almıştır. Meyve eti kalınlıklarında olduğu gibi capsaicin ve SKM miktarı orta düzeyde yapraklar uzundur.

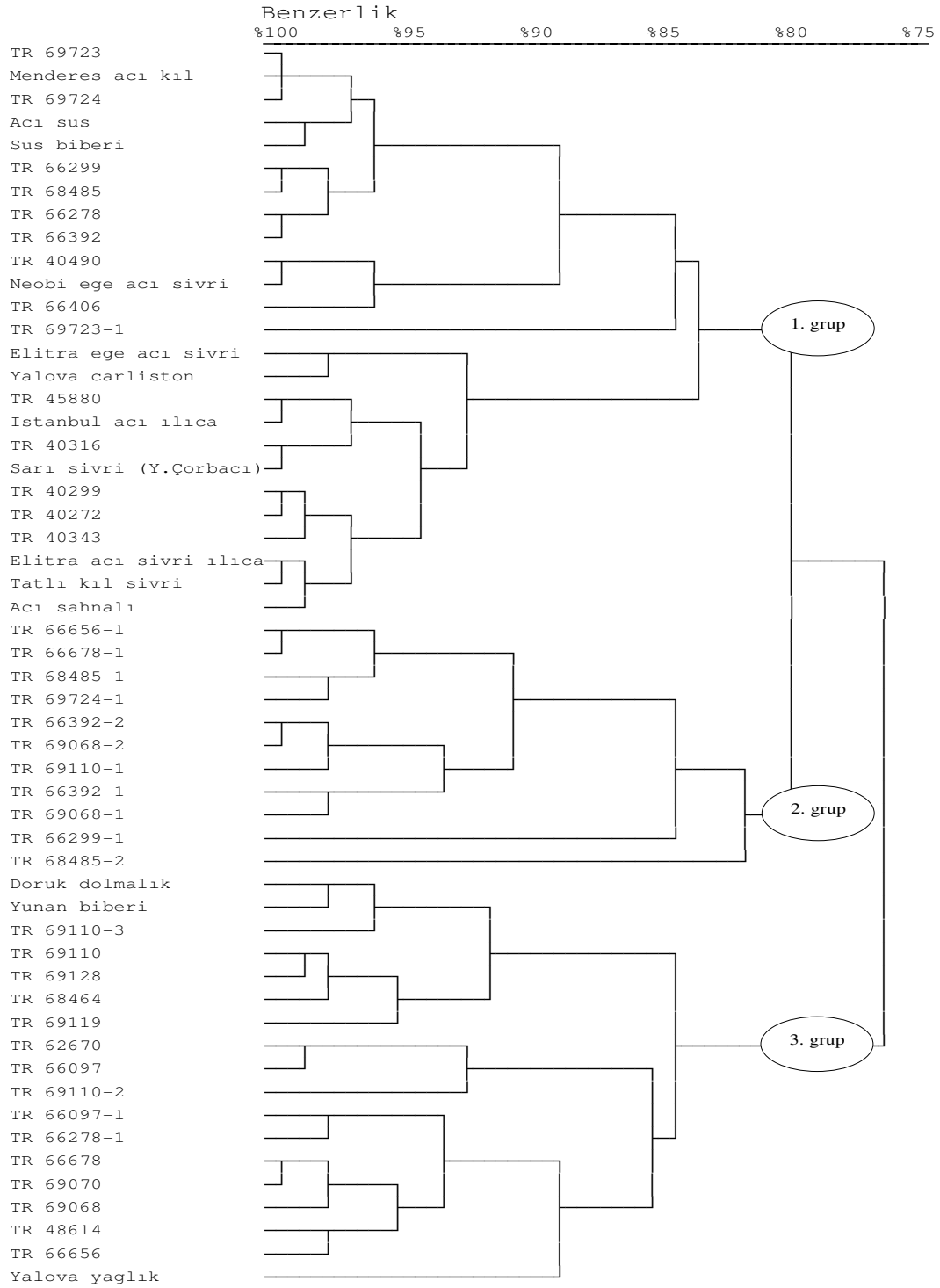
2005 yılı genotipleri incelenen 30 agronomik karakter yönünden 10 PC ekseni oluşturmuştur. Bu 10 PC ekseni toplam varyasyonun %71.5'ini temsil etmektedir. İlk PC ekseninde meyve çapı, meyve hacmi, meyve

ağırlığı, meyve et kalınlığı gibi özellikle biber gıda sanayinde değerlendirilecek biber çeşitlerinde oldukça önemli agronomik özellikler yer almış, oluşturulan dendogramlarda meyve çap ve bu değer kullanılarak elde edilen meyve hacim değerlerine göre genotipler gruplanmıştır. Meyve çap ve hacmine göre yapılan bu grupta 7 grup oluşmuş, ilk grupta meyve çap değerleri bakımından dar, meyve hacmi oldukça düşük ince biberler yer almıştır.

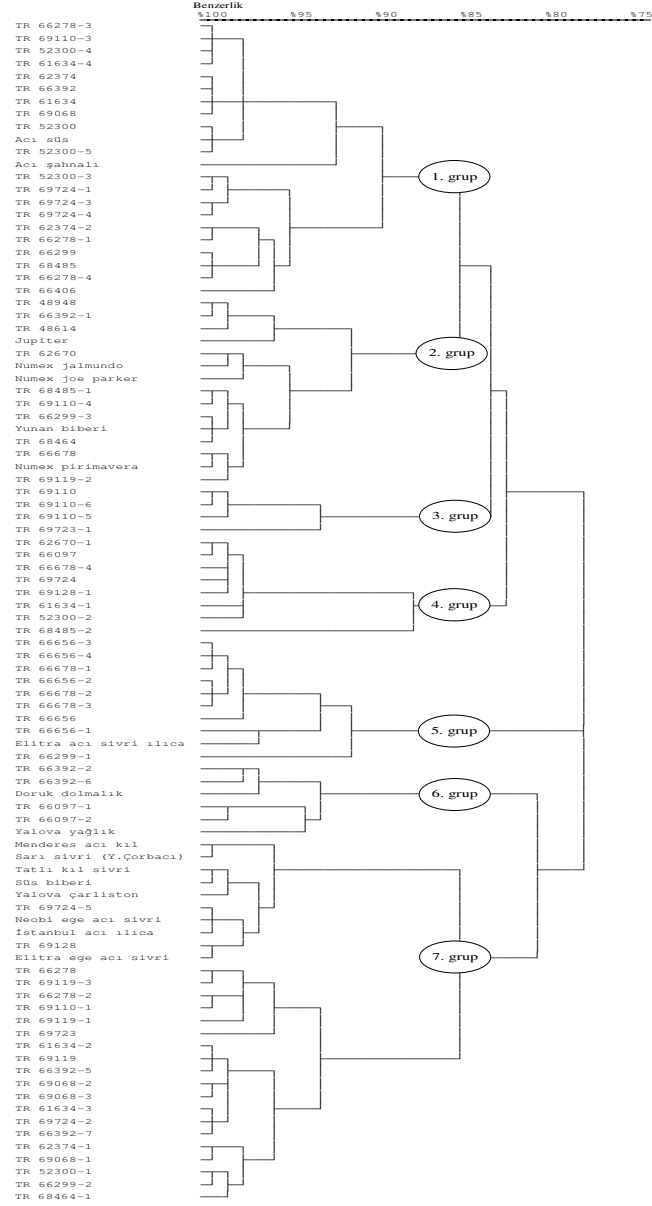
Bu gruba giren biberlerde meyve eti orta kalınlıkta ve SKM kısmen yüksektir. Meyve rengi açık yeşil ile koyu yeşil arasında değişirken renk doygunluğu düşük, parlak meyvelere sahip genotipler bulunmaktadır. Meyve eti kalınlıklarına göre ikinci grubu yabancı ticari çeşitler ile birlikte yerel genetik kaynaklardan sağlanan genotipler ve yabancı orijinli olduğu bilinen ancak yerel ticari çeşitler arasında yer alan Yunan Biberi oluşturmaktadır. İkinci yılda değerlendirilen genotipler içinde en kalın meyve etli ve yüksek meyve hacmine sahip genotipler bu grubu oluşturmuştur.

Üçüncü grup sadece yerel genotiplerin yer aldığı meyve hacmi orta düzeyde, SKM içeriği yüksek TR 69110 dışında tümü açık sarı renkli ince uzun meyveli genotiplerdir. Dördüncü grup yerel genetik kaynaklardan sağlanan hacmi düşük meyve eti orta kalınlıkta genotipler bulunmaktadır. Bu gruba giren biber meyvelerinin SKM içeriği çok yüksek ve meyve açık yeşil renklidir. Beşinci grup meyve çapları ve meyve hacimleri düşük parlak yeşil renkli genotiplerin bulunduğu biberlerden meydana gelmiştir. Altıncı grupta TR 66392-6 dışında çok kalın meyve etli hacimleri orta ve yüksektir. En parlak meyveli kırmızı ve kırmızımsı meyveli genotiplere sahip doygun renkli meyveler bu grupta yer almaktadır. 2005 yılında değerlendirilen genotiplerin oluşturduğu en büyük grup ince ve orta kalınlıkta meyvelere sahip açık ve koyu renkli parlak meyveli genotiplerin yer aldığı yedinci gruptur.

İki yıllık veriler birlikte değerlendirildiğinde PC analizine göre oluşan dendogramların büyük ölçüde meyve et kalınlığı ve meyve çapı gibi meyvelerin agronomik özelliklere göre gruplandırıldığını göstermektedir.



Şekil 1. 2004 yılı denemesinde yer alan genotiplerde 'gruplar arası benzerlik' dendogramı.



Şekil 2. 2005 yılı denemesinde yer alan genotiplerde 'gruplar arası benzerlik' dendogramı.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Biber ile yapılan varyabilite çalışmalarında genellikle genotipler agronomik ve morfolojik karakterlere göre gruplanırken (Geleta et al., 2005) bazı türlerde bitkinin sadece morfolojik özellikler veya türlere göre değişmekle beraber agronomik özellikler temel alınarak dendogramlar oluşturulabilmekte ve incelenen karakterler dikkate alınarak çeşitli gruplamalar yapılabil-

mektedir. Yapılan çalışmalarda genetik çeşitliliğin veya genotipler arasındaki benzerliklerin ortaya konmasında moleküler yöntemlerin daha güvenilir sonuçlar verdiği bildirilmektedir (Rao and Hodgkin 2002). Nitekim Lucchese et al. (1999) tarafından İtalya'da yaygın olarak yetiştirilen biber kültür çeşitleri üzerine yürütülen çalışmada ana kültür gruplarının morfolojik ve fizyolojik özelliklerine bakılarak karakterize edilebildiğini ve birbirlerinden

ayrılabilirdiği bildirilmektedir. Geleta et al., (2005) morfolojik ve moleküler yöntemlerle biber genotiplerini gruplarken her iki yönteminde genotipleri meyve şekline göre gruplandırdığını bildirmiş Lefebvre et al., (2001) moleküler ve morfolojik tanımlama yöntemleri ile gruplandırdığı biber genotiplerinde iki tanımlama yöntemi arasında yüksek korelasyon belirlemiş ve Geleta et al., (2005) biber genotiplerinin morfolojik özelliklere göre karakterize edilebileceğini bildirmektedir.

Bitki türleri sadece genotipik düzeyde değil ayrıca farklı ülkelerden temin edilen kültür bitkisi çeşitlerinin orijinlere bağlı genetik bir farklılık göstermesi sonuçlarına sıklıkla rastlanmaktadır. Meglic et al. (1996) aralarında Türkiye’inde bulunduğu toplam 46 farklı ülkeden sağladıkları hıyar çeşitlerinde varyabilitenin ülkesel boyutta değiştiğini gözlemiş, Düzyaman ve Vural (2002) bamyaya kültür çeşitlerinde genetik farklılıkların temin edildikleri kıtalara göre değiştiğini bildirmiştir. Düzyaman ve Duman (2004) Türkiye’de yaygın olarak yetiştirilen ve farklı amaçlar için kullanılan biber genotiplerinde incelenen bitkisel özellikler bakımından varyasyon görüldüğünü ve biberlerin kullanım şekillerine göre uygun bitkisel özellikler taşıdığını bildirilmektedir. Elde ettiğimiz sonuçlara göre incelenen biberlerin meyve eti kalınlıklarına göre gruplanması işleme şekline göre benzer gruplamanın yapılabileceğini ortaya koymaktadır. Nitekim ince etli biberler turşu yapımında, ince uzun koyu yeşil meyveler ise sofralık olarak değerlendirilmektedir. Salça yapımında kalın meyve etli yüksek SKM içeriğine sahip biberler tercih edilmektedir.

Zhenhui and Ming (1995) 5 önemli ana agronomik karakter üzerine kurdukları araştırmada 4 biber çeşidinde varyasyonun belirlenmesi için beş önemli karakter incelenmiş (bitki yüksekliği, dal sayısı, bitki başına meyve sayısı, bitki verimi, dekara verim) bu karakterler bakımından fenotipik varyasyonun genotipik varyasyondan daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Zewdie and Zeven (1997) toplam 67 acı biber aksesyonunu 35 farklı morfolojik ve fizyolojik özellikler yönünden değerlendirmiş, birçok parametre bakımından farklılıklar ortaya koymuştur. Çeşitli özellikler bir arada değerlendirilerek (meyve ağırlığı, 1000 dane ağırlığı ve bitki başına meyve sayısı) 8 farklı cluster oluşturulmuştur.

Genetik çeşitlilik ve populasyonlar arasındaki ilişkilerin belirlenmesi gen kaynaklarının değerlendirilmesi ve korunması bakımından önemlidir. Ayrıca bu kaynaklar içerisinde farklı ıslah programlarında değerlendirilebilecek değişik özelliklere sahip populasyonlar bulunabilmektedir. Gen kaynaklarındaki bu materyallerin tanımlanması ve özelliklerinin belirlenmesi ıslahçılara arayol materyali sağlaması bakımından önemlidir. Ancak populasyon içerisinde çeşitli sebeplerle oluşmuş ve karakterizasyon sırasında ortaya çıkabilecek farklı özelliklere sahip bitkiler titizlikle incelenmeli ve muhtemel varyasyon dikkate alınmalıdır. Bu durum türün az nisbette olduğu düşünülen yabancı döllemeden veya tohum karışıklıklarından kaynaklanabilir. Genotipler arasındaki varyasyon biber seleksiyonu, ıslah başarısı ve biber koleksiyonunun genişlemesi yönünden olumlu katkı sağlarken genotiplerin morfolojik karakterizasyonunu ise güçleştirmektedir.

Yapılan morfolojik tanımlama çerçevesinde ülkemizin gen kaynaklarında biber genotipleri açısından büyük çeşitlilik bulunduğu ve bu genotipler içerisindeki varyasyon ile birlikte genetik çeşitliliğin artacağı araştırma sonuçları ile ortaya konmaktadır. Bundan sonra gen kaynaklarının değerlendirilmesi amacıyla yapılacak çalışmalarda genotip içerisinde görülmesi muhtemel büyük varyasyonlar göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca genotiplerin karakterizasyonunda sadece agronomik ve morfolojik özellikler değil, uygulanacak moleküler tanımlama yöntemleri sonuçların daha etkin değerlendirilmesine olanak sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Andryushchenko, V.K., V.I., Zatuliveter, A.P., Samovol, 1983. Biochemical evaluation of the pepper gene pool. *Capsicum Eggplant Newsletter* No 2: 21-23
- Aybak, H.Ç., 2002. Biber yetiştiriciliği. Hasad Yayıncılık 155 s.
- Bozokalfa, M.K., D., Eşiyok, 2006. Biberin anavatanı ve yayılışı. *Dünya Yayıncılık, Gıda, Sayı 07:92-93. Bağcılar-Istanbul.*
- Bozokalfa, M.K., D., Eşiyok, K., Turhan, 2009. Patterns of phenotypic variation in a germplasm collection of pepper (*Capsicum annuum* L.) from Turkey. *Spanish Journal of Agricultural Science* 7(1): 83-95.
- Costa, J., G. Palomares, J., Cuartero, F., Nuez, 1983. Germplasm resources of capsicum from Mexico. *Capsicum Eggplant Newsletter* 2: 15-18.
- Djukic, Z., S., Milutinovic, R., Petrovic, D., Mladenovic, 2002. Morphological characteristics of new pepper lines. *Proc. 2nd Balkan Symp. on Veg & Potatoes Eds. G. Paroussi et al. Acta Horticulturae* 579: 189-191.
- Düzyaman, E., Vural, H. 2002. Farklı ekolojik kökenli bamyaya genotiplerinin morfolojik varyabilitesi üzerine bir araştırma. *E.Ü.Z.F. Derg. Cilt:39(2): 17-24.*
- Düzyaman, E., Duman, İ. 2004. Türkiye’de Yetiştirilen Bazı Önemli biber genotiplerinin morfolojik varyabilitesi üzerine bir araştırma. *E.Ü.Z.F. Derg. Cilt 41(3): 55-66.*
- Eshbaugh, W.H. 1977. The taxonomy of the genus *Capsicum*--Solanaceae, p13-26. In: E. Pochard (Ed.). *Capsicum 77. Comptes Rendus 3me Congres EUCARPIA Pimiento, Avignon-Montfavet, France.*
- Eshbaugh, W.H. 1980. Chili peppers in Bolivia. *Plant Genetic Resources Newsletter* 43: 17-19.
- Geleta L.F., Labuschagne M.T., Viljoen C.D. 2005. Genetic variability in pepper (*Capsicum annuum* L.) estimated by morphological data and amplified fragment length polymorphism markers. *Biodiversity and Conservation* 14: 2361-2375.
- Hunziker, A.T. 1979. South American Solanaceae: a synoptic survey, p. 49-85. In; J.G. Hawkes, R.N. Lester and A.D. Skelding (eds.). *The biology and taxonomy of the Solanaceae. Academic Press, London.*
- Karaçalı, İ. 2002. Bahçe ürünlerinin muhafaza ve pazarlanması. (3. baskı) E.Ü. Ziraat Fakültesi Basımevi, Bornova-İzmir, 2002, 469 s.
- Lefebvre, V., Goffinet, B., Chauvet, J.C., Caromel, B. 2001. Evaluation of genetic distances between peppers inbred lines for cultivation protection purposes: comparison of AFLP, RAPD and phenotypic data. *Theoretical and Applied Genetics* 102: 741-750.
- Lucchese, C., Dinelli, G., Miggiano, A., Lovato, A. 1999. Identification of pepper (*Capsicum* spp.) cultivars by field and electrophoresis tests. *Seed Science Technology* 27: 37-47.
- Meglic, V., Serquen, F., Staub, J.E. 1996. Genetic diversity in cucumber (*Cucumis sativus* L.): I. A Reevaluation of the U.S. Germplasm Collection. *Genetic Resources and Crop Evolution* 43: 553-56.
- Panayotov, N., Gueorguiev, V., Ivanova, I. 2000. Characteristics and grouping of F1 pepper (*Capsicum annuum* L.) hybrids on the basis of cluster analysis by morphological characteristics of fruits. *Capsicum Eggplant Newsletter* No 19:62-65.
- Rao, R.V., Hodgkin, T. 2002. Genetic diversity and conservation and utilization of plant genetic resources. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 68:1-19
- Smith, J.S.C., Smith, O.S. 1989. The description and assessment of distances between lines of maize: The utility of morphological, biochemical and genetic descriptors and a scheme for the testing of distinctiveness between inbred lines. *Maydica* 34: 151-161.
- Sneath, P., Sokal, R.R. 1973. *Numerical taxonomy. W.H. Freeman and Company, San Francisco.*
- Tan, A., T., Taşkın, A., İnal 2004. Bitki genetik kaynakları çalışmaları. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü İzmir. Tanıtım Broşürü No: 3
- Vural, H., D., Eşiyok, İ., Duman, 2000. Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme). E.Ü.Z.F. Bahçe Bitkileri Bölümü, Ege Üniv. Matbaası, İzmir.
- Walton, P.D., 1971. The use of factor analysis in determining characters for yield selection in wheat. *Euphytica* 20: 416-421.
- Zewdie, Y., A.C., Zeven, 1997. Variation in Yugoslavian hot pepper (*Capsicum annuum* L.) accessions. *Euphytica* 97: 81-89.
- Zewdie, Y., N., Tong, P.W., Bosland, 2004. Establishing a core collection of capsicum using a cluster analysis with enlightened selection of accessions. *Genetic Resources and Crop Evolution* 51: 147-151.
- Zhenhui, G., W., Ming, 1995. Analysis on the combining ability of the main quality traits in pepper (*Capsicum annuum* L.). *Acta Horticulturae, Cultivar Improvement of Horticultural Crops* 402: 151-157.