



Araştırma makalesi

Hidroponik Koşullarda Yetiştirilen Farklı Biber Genotiplerinin Bitkisel Gelişim ve Kök Morfolojik Özellikleri Bakımından Karakterizasyonu^a

Firdes ULAŞ^{1*}, Halit YETİŞİR¹, Abdullah ULAŞ²

¹ Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 38039, Melikgazi, Kayseri

² Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak ve Bitki Besleme Bölümü, 38039, Melikgazi, Kayseri

* Sorumlu yazar (Corresponding author): fulas@erciyes.edu.tr

Makale alınış (Received): 22.15.2024 / Kabul (Accepted): 30.05.2024 /Yayınlanma (Published): 30.06.2024

ÖZ

Bu çalışmada Türkiye'nin farklı bölgelerinden elde edilmiş olan sivri ve dolma biber (*Capsicum annuum* L.) kalem saf hatlarının bitkisel büyüme, bitkisel gelişme ve kök morfolojik tepkileri gibi özelliklerinin belirlenmesi, bunların yerel ve yabancı ticari biber anaçları ile karşılaştırılması amacıyla sera koşullarında su kültürü yetiştirme ortamında yetiştirilmesi suretiyle araştırmaktır. Deneme sera koşullarında 3 replikasyonlu olarak, 8 L'lik plastik kovalarda sürekli hava sirkülasyonunun sağlandığı besin solüsyonunda yürütülmüştür. Farklı biber anaçları ile saf hatlarda yapılan karakterizasyon çalışmasında bitkilerde; yaprak klorofil içeriği (SPAD), gövde ve kök kuru ağırlıklar, kök/ gövde oranı, toplam klorofil ve karetenoid içeriği, toplam kök uzunluğu, kök hacmi ve kök çapı değerleri ölçülmüştür. Tarama testinin sonuçlarına göre anaç adayları arasından kök çapı ve SPAD gibi parametreler bakımından 70 YKB F1 genotipi; toplam kök uzunluğu, gövde ve kök kuru ağırlığı gibi parametreler bakımından Yaocali F1 istatistiki olarak en iyi neticeleri sergilemişlerdir. Kalem adayları arasından ise toplam kök uzunluğu, kök hacmi ve kök/gövde oranı gibi parametreler bakımından 29 H-1 saf hattı istatistiki olarak en iyi neticeleri sergilemişlerdir.

Anahtar Kelimeler: Saf hat, Biber, *Capsicum annuum* L., Anaç, Hidroponik

© Kirsehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

^a **Atıf bilgisi / Citation info:** Ulaş F, Yetişir H, Ulaş A (2024). Hidroponik koşullarda yetiştirilen farklı biber genotiplerinin bitkisel gelişim ve kök morfolojik özellikleri bakımından karakterizasyonu. Ahi Ziraat Der/J Ahi Agri 4(1): 11-26

Charecteziation of Different Pepper Genotypes Regarding Plant Development and Root Morphological Parameters under Hydroponic Conditions

ABSTRACT

Different pepper inbred lines that collected from different regions of Türkiye were charecterised with local and hybrid pepper rootstock genotypes regarding growth, development and root morphological response mechanisms under greenhouse conditions. Different pepper inbred lines and rootstock genotypes were tested at the study as plant materials. Greenhouse experiment was conducted in 8 L pots with filled continuously nutrient solution with three replications at Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Erciyes to charecterise different rootstock and inbred line genotypes. At the end of the study shoot and root dry matter, root/ shoot ratio, total chlorophyll and caretenoid content, leaf chlorophyll content (SPAD), total root length, root volume and root diameter were determined. Among rootstock genotypes 70 YKB F1 F1 produced significantly higher root diameter and SPAD as compare to other rootstock genotypes. On the other hand, rootstock genotypes of Yaocali F1 produced significantly higher total root length, shoot and root dry matter. The inbred line of 29 H-1 produced significantly higher total root length, root volume and root/ shoot ratio as compare to other scion genotypes.

Keywords: Inbred lines, Pepper, *Capsicum annuum* L., Rootstock, Hydroponic

© Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture

Giriş

Dünyada toplam 34.4 milyon ton biber üretilmektedir ve üretilen bu miktarın yaklaşık olarak %8.2'si ülkemizde üretilmektedir. Dünya biber üretiminde toplam 16 810 519 ton üretimle Çin birinci sırada iken, bunu sırasıyla toplam 3 113 244 ton üretimle Meksika ve 3 020 262 ton ile Endonezya takip etmektedir. Türkiye 3 018 755 ton üretim ile Çin, Meksika ve Endonezya'dan sonra dördüncü sırada yer almaktadır (FAO, 2022).

Solanaceae familyasında yer alan biberin anavatanı Amerika'nın tropik ve subtropik ülkeleri olduğu ve taksonomik çalışmalar sonucunda türlere göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Şalk ve ark., 2008). *Capsicum* genusunda yer alan beş adet tür (*C. annuum*, *C. baccatum*, *C.*

chinense, *C. frutescens* ve *C. pubescens*) kültüre alınmıştır. İçerisinde en yaygın yetiştirilen tür *Capsicum annuum* L.'dir (Andrews, 1999). Biberler (*Capsicum* spp.) hem dünyada hem de Türkiye'de sevilerek tüketilmektedir. İçeriğinde bulunan yüksek derecede mineral madde ve vitamin bakımından beslenmeye pozitif katkısı olan bir sebzedir (Karaağaç ve Balkaya, 2010). Tohumunda %25-28 oranında yağ ihtiva etmesinin yanı sıra acılık veren Capsaicin ($C_{18}H_{27}NO_3$) barındırmaktadır (Günay, 2005). Meyveleri bünyesinde yüksek oranda antioksidan, C ve E vitamini ihtiva etmesinin yanı sıra antibiyotik içerdiğinden ilaç endüstrisinde kullanılmaktadır (Hoppe, 1981). Gıda endüstrisinde turşu, turşu suyu, salça, konserve, közleme, toz-pul biber, acı sos, ketçap, dondurulmuş olarak, taze ve kuru tüketimi, yemek olarak da değerlendirilmesinin yanısıra süs bitkisi olarak, boya ve ilaç sanayinde farklı işleme yöntemleri ile değerlendirilmektedir (Aybak, 2002).

Biber ülkemizde yetiştiricilik bakımından birçok bölgede arazi koşullarında ve ya sera koşullarında üretimi yapılmaktadır. Arazi koşullarında yetiştirildiğinde Şubat- Mart aylarında üretimi yapılırken, sera koşullarında tek ürün yetiştirildiğinde ise tohum ekimi Ağustos- Eylül aylarında yapılmaktadır. Biber meyve ve bitkinin morfolojik-agronomik özellikleri bakımından büyük varyasyona sahiptir ve bu nedenle meyve yapısı ve şekline göre değişik şekillerde tüketilmektedir (Bozokalfa ve ark., 2009). Ülkemiz koşullarında tek yıllık yetiştirilen biberde özellikle üreticiler tarafından yetiştirilen yerel popülasyonlara 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.

Bu çalışmada Türkiye'nin farklı bölgelerinden elde edilmiş olan sivri ve dolma biber kalem saf hatlarının büyüme, gelişme ve kök morfolojik tepkileri gibi özelliklerinin belirlenmesi, bunların yerel ve yabancı ticari biber anaçları ile karşılaştırılması amacıyla sera koşullarında su kültürü yetiştirme ortamında yetiştirilmesi suretiyle araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Deneme Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü sera koşullarında yürütülmüştür. Bitki materyali olarak test edilen genotip ismi, açıklaması ve kaynağı Tablo 1'de verilmiştir. Çimlendirilen tohumlar 4 yapraklı fide aşamasına geldiğinde sera koşullarında besin solüsyonunda 6 hafta boyunca yetiştirilmiştir. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre

3 replikasyonlu olarak sürdürülmüştür. Besin çözeltisindeki besin elementlerinin konsantrasyonu şu şekilde ayarlanmıştır: 1500 µM Ca(NO₃)₂, 10 µM H₃BO₃, 0.4 µM CuSO₄, 500 µM K₂SO₄, 250 µM KH₂PO₄, 0.4 µM ZnSO₄, 80 µM Fe EDTA, 325 µM MgSO₄, 0.4 µM MnSO₄, 0.4 µM Na₂MoO₄, 650 µM MgSO₄ ve 50 µM NaCl. Yetiştirme çözeltisi haftada bir değiştirilmiştir.

Tablo 1. Genotip ad/kodları ve alındığı yerler

Genotip no	Genotip adı	Genotip açıklaması	Alındığı kaynak
1	17 H-2-3	Dolmalık (kalem)-saf hat	Hayati Kar
2	17 H-3-1	Dolmalık (kalem)- saf hat	Hayati Kar
3	21 H-1-1	Dolmalık (kalem)- saf hat	Hayati Kar
4	21 H-1-2	Dolmalık (kalem)- saf hat	Hayati Kar
5	24 H-6	Dolmalık (kalem)- saf hat	Hayati Kar
6	24 H-5	Dolmalık (kalem)- saf hat	Hayati Kar
7	29 H-10	Dolmalık (kalem)- saf hat	Hayati Kar
8	29 H-1	Dolmalık (kalem)- saf hat	Hayati Kar
9	33 H-1-2	Dolmalık (kalem)- saf hat	Hayati Kar
10	33 H-3-1	Dolmalık (kalem)- saf hat	Hayati Kar
11	64 KB F1	Kıl (anaç)	KTAE
12	46 KB F1	Kıl (anaç)	KTAE
13	90 KB F1	Kıl (anaç)	KTAE
14	33 MKILH F1	Kıl (anaç)	KTAE
15	5 MSİVH F1	Sivri (anaç)	KTAE
16	9 SB F1	Sivri (anaç)	KTAE
17	70 YKB F1	Kapya (anaç)	KTAE
18	42 YKB F1	Kapya (anaç)	KTAE
19	6 YKB F1	Kapya (anaç)	KTAE
20	Güçlü F1	Ticari (anaç)	Graines Voltz
21	Foundation F1	Ticari (anaç)	Rijk Zwaan
22	Scarface F1	Ticari (anaç)	Enza Zaden
23	Yaocali F1	Ticari (anaç)	Enza Zaden
24	1000×1838 F1	<i>Capsicum annuum</i> X <i>C. chilense</i>	Doç. Dr. Hasan Pınar

25	Küheylan F1	Ticari (anaç)	Anamas Tohum
26	Lodos F1	Ticari (anaç)	Anamas Tohum
27	Tufan F1	Ticari (anaç)	Anamas Tohum
28	Albayrak F1	Ticari (anaç)	Anamas Tohum
29	Antep dolma	Ticari (anaç)	Zaden Samen Graines
30	11B14	Ticari (anaç)	Biogen Tohumculuk
31	ERÜ 1227	Sivri (kalem)- saf hat	Doç. Dr. Hasan Pınar
32	ERÜ 462	Sivri (kalem)- saf hat	Doç. Dr. Hasan Pınar

KTAE (Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü)

Araştırmada Yapılan Bitkisel Ölçüm ve Analizler

Gövde ve Kök Kuru Ağırlığı (g/bitki)

Hasatta gövde ve kök örnekleri kuru ağırlığı alınmak üzere etüvde 70 °C sıcaklıkta kurumaya bırakılmıştır. Bitki örnekleri kuruduktan sonra hassas terazi yardımıyla tartılarak gövde (sap + yaprak) ve kök kuru ağırlıkları kaydedilmiştir. Kök kuru ağırlığının gövde kuru ağırlığa oranlanmasıyla Kök/ Gövde Oranı hesaplanmıştır.

Yaprak Klorofil ve Karatenoid İçeriği

Taze bitki yapraklarında ihtiva eden toplam karatenoid ve klorofil (Klorofil-a + Klorofil-b) miktarı tüm pigment ekstraktında UV-VIS spektroskopik yöntemi ile analiz edilmiştir (Lichtenthaler, 1987). Hasat edilmiş yapraklar başlangıçta sıvı nitrojenin içinde daha sonra soğuk şekilde kurumaya bırakılarak (Kuru doku) makas yardımıyla küçük parçalar şeklinde kesilmiş, kesilen bitki örneklerinden homojen olarak 5 mg doku örneği alınıp test tüpüne aktarılmıştır. Tüpe 100 µl saf su koyulup bitki örneğinin hidrate olması için 10 dakika süre ile bekletilmiştir. Sonra üzerine 8.0 ml etanol çözeltisi (%96'lık) eklenerek çalkalama işlemine tabii tutulmuştur. Tüp alüminyum folyo ile kaplanıp gece boyunca oda sıcaklığında çeker ocak altında inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra tüp çalkalanarak veya santrifüj edilmek suretiyle partiküllerin çökmesi sağlandıktan sonra üstte kalan sıvı spektrofotometrede 470, 648.6 ve 664.2 nm dalga boylarında okunmuştur. Klorofil-a (Ka), Klorofil-b (Kb), toplam klorofil (Ka+b) ve toplam Karatenoid (Kx+c) miktarı aşağıda yer alan formül ile hesaplanması yapılmıştır:

$$K_a \text{ (mg/g KDA)} = [(13.36D_{664.2} - 5.19D_{648.6}) \times 8.1] / \text{KDA}$$

$$K_b \text{ (mg/gKDA)} = [(27.43D_{664.2} + 8.12D_{664.2}) \times 8.1] / \text{KDA}$$

$$K_{a+b} \text{ (mg/g KDA)} = [(5.24 D_{664.2} + 22.24 D_{648.6}) \times 8.1] / \text{KDA}$$

$$K_{x+c} \text{ (mg/g KDA)} = [(4.785 D_{470} + D_{664.2} - 12.76 D_{648.6}) \times 8.1] / \text{KDA}$$

Not: D_{648.6} = 648.6 nm dalga boyunda okuma değeri,

D_{664.2} = 664.2 nm dalga boyunda okuma değeri,

D₄₇₀ = 470 nm dalga boyunda okuma değeri,

KDA = Kuru doku ağırlığı (mg) (Lichtenthaler, 1987).

Yaprak Klorofil (SPAD) İçeriği

SPAD her hafta her tekrürde toplam iki ölçüm olacak şekilde SPAD cihazı (SPAD-502, Minolta corporation, Ltd., Osaka, Japan) ile ölçüm yapılmıştır (Konica Minolta Sensing, Inc. 2003).

Kök Morfolojisi

Kök morfolojisi olarak bitkilerde toplam kök uzunluğu (m), toplam kök hacmi (cm³) ve ortalama kök çapı (mm) gibi parametreler kök görüntüleme programı ile (WinRhizo Regular LA2400, Regent Instruments) analiz edilmiştir (Ulaş, 2010).

İstatistiksel Değerlendirme

İncelenen karakterlere ait verilerin istatistiksel analizleri, tesadüf blokları deneme desenine uygun olarak SAS istatistik programı ile varyans analizine (F-Test) tabii tutulmuştur. Ortalama değerler arasındaki karşılaştırmalarda Tukey-Test kullanılmıştır. Ortalamalar 0.001, 0.01, ve 0.05 önem derecesinde kıyaslanmıştır. Verilerin tamamına ait Tablolardaki * simgeli F değerleri %5, ** simgeli F değerleri %1, *** simgeli F değerleri %0.1 ihtimal sınırında önemli olarak değerlendirilmiştir. F değeri %5 ihtimal sınırının üzerinde olanlar önemsiz bulunmuş ve 'ö.d.' olarak belirlenmiştir. Benzer harfler ortalamalar arasında fark olmadığını, farklı harfler %5 ihtimal sınırında ortalamaların birbirinden farklı olduğunu göstermektedir.

Bulgular ve Tartışma

Gövde ve Kök Kuru Ağırlıkları, Kök: Gövde Oranı

Gövde ve kök kuru ağırlıkları ve kök:gövde oranı değerleri Tablo 2’de yer almıştır. Gövde ve kök kuru ağırlıkları ve kök:gövde oranı değerleri bakımından ticari anaçlar, sivri ve dolmalık ticari çeşitler, ve saf hatlar arasında istatistiki açıdan önemli farklılıklar bulunmuştur. Biber genotiplerine bağlı olarak gövde kuru ağırlığı değişmiştir. Gövde kuru ağırlığı bakımından anaçlar dikkate alınarak gövde kuru ağırlığı açısından bakıldığında Yaocali F1 anacı 10.45 g ile en yüksek gövde kuru ağırlığı değeri sergilerken, 70 YKB F1 anacı 4.30 g ile en düşük kuru gövde ağırlığını değeri sergilemiştir. ERÜ 1227 kalemi 9.67 g ile en yüksek gövde kuru ağırlığı değeri sergilerken, 21H-1-2 dolmalık biber saf hat kalem adayı 4.62 g ile en düşük kuru gövde ağırlığı değeri sergilemiştir. Ticari anaçlar, sivri ve dolmalık ticari çeşitler, ve farklı saf hatların gövde kuru ağırlık ortalamaları 7.34 g olarak hesaplanmıştır. Anaçlar içerisindeki en yüksek gövde kuru ağırlığı ile en düşük kuru ağırlık arasındaki fark 6.15 g iken; kalem adayları arasındaki en yüksek gövde kuru ağırlığı ile en düşük kuru ağırlık arasındaki fark ise 5.05 g olarak hesaplanmıştır. Genel olarak gövde kuru ağırlık değerleri bakımından anaçlar (ticari, sivri ve dolmalık ticari çeşitler) saf hatlara kıyasla göre daha iyi bir performans sergilemiştir (Tablo 2).

Kök kuru ağırlığı değerleri bakımından Yaocali F1 anacı 4.40 g ile en yüksek değer sergilerken, Foundation anacı 1.70 g ile en düşük değeri sergilemiştir. Kalemler arasında ise 17 H-2-3 3.83 g ile en yüksek değer sergilerken, 24 H-6 dolmalık saf hat 2.00 g ile en düşük değeri sergilemiştir. Ticari anaçlar, sivri ve dolmalık ticari çeşitler, ve farklı saf hat ortalaması 2.62 g olarak hesaplanmıştır. Anaçlar içerisindeki en yüksek ile en düşük değerler arasındaki fark 2.7 g iken; kalemler içerisindeki en yüksek ile en düşük kuru ağırlık arasındaki fark ise 1.83 g şeklinde hesaplanmıştır.

Tablo 2. Gövde ve kök kuru ağırlığı, kök:gövde oranı değerlerine ait bulgular

Biber Genotipleri	Gövde Kuru Ağırlığı (g/bitki)	Kök Kuru Ağırlığı (g/bitki)	Kök: Gövde Oranı (g/g)
17 H-2-3	9.20 bc	3.83 ab	0.42 b-g
17 H-3-1	6.55 ı-n	2.40 f-l	0.37 d-j
21 H-1-1	8.57 b-e	2.32 g-m	0.27 klm
21 H-1-2	4.62 op	2.20 h-m	0.48 abc
24 H-6	7.02 g-k	2.00 klm	0.29 j-m
24 H-5	8.45 cde	3.20 b-e	0.38 d-ı
29 H-10	7.25 g-k	3.03 c-f	0.42 b-g
29 H-1	7.53 e-ı	3.78 ab	0.50 ab
33 H-1-2	5.68 mno	2.15 ı-m	0.38 d-ı
33 H-3-1	6.15 k-n	2.22 h-m	0.36 d-k
64 KB F1	7.08 g-k	2.23 h-m	0.32 ı-l
46 KB F1	8.07 d-g	2.18 h-m	0.27 klm
90 KB F1	6.28 j-n	2.15 ı-m	0.34 f-k
33 MKILH F1	6.92 h-l	2.10 j-m	0.30 ı-m
5 MSİVH F1	8.43 cde	2.77 e-ı	0.33 g-k
9 SB F1	8.58 b-e	2.88 d-g	0.34 f-k
70 YKB F1	4.30 p	2.35 g-l	0.55 a
42 YKB F1	5.33 nop	1.77 lm	0.33 g-k
69 YKB F1	6.22 j-n	2.60 e-k	0.42 b-g
Güçlü F1	7.65 e-ı	3.45 bcd	0.45 bcd
Foundation F1	7.75 d-h	1.70 m	0.22 m
Scarface F1	8.80 bcd	3.43 bcd	0.39 c-ı
Yaocalı F1 (E21R 10144)	10.45 a	4.40 a	0.42 b-f
1000X 1838 F1	9.20 bc	2.13 ı-m	0.23 lm
Küheylan F1	7.28 f-j	2.40 f-l	0.33 g-k
Lodos F1	6.77 h-m	2.25 g-m	0.33 f-k
Tufan F1	6.57 ı-m	2.70 e-j	0.41 b-h
Albayrak F1	5.35 nop	1.83 lm	0.34 e-k
Antep Dolma Biber	5.87 lmn	2.08 j-m	0.36 e-k
11 B 14	8.85 bcd	2.82 d-h	0.32 h-k
ERÜ 1227	9.67 ab	2.75 e-ı	0.28 j-m
ERÜ 462	8.38 c-f	3.65 bc	0.44 b-e
Minimum	4.30	1.70	0.22
Maksimum	10.45	4.40	0.55
Ortalama	7.34	2.62	0.36
F-Test	***	***	***

* İşaretli F değerleri %5, ** işaretli F değerleri %1, *** işaretli F değerleri %0.1 ihtimal sınırında önemlidir.

Kuru kök ağırlığının kuru gövde ağırlığına oranlanmasıyla elde edilen kök:gövde oranı değerleri kıyaslandığında ise 70 YKB F1 anacı 0.55 ile en yüksek kök:gövde oranına sergilerken, Foundation anacı 0.22 ile en düşük kök:gövde oranına sahip olmuştur. Kalemler arasında 29 H-1 0.50 ile en yüksek kök:gövde oranına sahip olurken, 21 H-1-1 0.27 ile en düşük kök:gövde oranına sahip olmuştur. Ticari anaçlar, sivri ve dolmalık ticari çeşitler, ve farklı saf

hatlarının kök:gövde oranı değerlerinin ortalaması 0.36'dır. Anaçlar içerisindeki en yüksek kök/gövde oranı ile en düşük kök:gövde oranı arasındaki fark 0.33 iken; kalemler içerisindeki en yüksek kök:gövde oranı ile en düşük kök:gövde oranı arasındaki fark ise 0.23 olarak hesaplanmıştır (Tablo 2).

Bavani ve ark. (2015) tarafından sera koşullarında yürütülen çalışmada farklı biber genotipleri (*Capsicum annuum* L.) tuza toleransları (100 mM NaCl) bakımından fizyolojik parametreler açısından screen etmişler ve genotipler arasında tuza tolerans bakımından genotipik farklılıklar tespit etmişlerdir. Bitkisel materyal olarak Ethem (Petoseed), Dulce (Petoseed), Shanghai (SQ-Y) (Petoseed), Luzon (Bruinsma), PaxRGH (Bruinsma), Paramo (Bruinsma), Lorca F1 (Bruinsma), Mentor (Bruinsma), Snooker (Syngenta), Efests (Nunhems), Semerkant (Nunhems), SPADI (Vilmorin), ACX 270 (ABBOT& COBB), Exp. 10 (Vilmorin), Tyson (Vilmorin), Daytona (Nunhems), Magic (Axia), Defender (Nunhems), Figaro (Vilmorin), Radin (Axia), ACX 248 (ABBOT& COBB), Maral (Axia), Wanado (Axia), Octavio (Vilmorin), Sereno (Vilmorin), ve Exp. 4 (Vilmorin) kullanmışlardır. Çalışmalarının sonucuna göre farklı genotipler tuz stresine farklı seviyelerde tepki vermişlerdir. Tuz stresi koşullarında gövde kuru ağırlığında genotiplerin hepsinde istatistiksel olarak azalmalar tespit etmişlerdir. En yüksek gövde kuru ağırlığı Parano, Efests ve Sereno genotiplerinde gözlemlenirken, en düşük değer ise PaxRGH, Mentor ve Exp. 10 genotiplerinde gözlemlenmiştir. Gövde kuru ağırlığında olduğu gibi kök kuru ağırlığında da tuz stresinde istatistiksel olarak azalmalar olmuştur. En yüksek kök kuru ağırlığı Parano, Sereno ve Snooker genotiplerinde, en düşük değer ise PaxRGH, Mentor ve Ethem genotiplerinde tespit edilmiştir. Toplam bitki biyomasi incelendiğinde en yüksek biyomas Paramo, Efests ve Sereno genotiplerinde; en düşük değerler ise PaxRGH, Mentor ve Exp. 10 genotiplerinde tespit edilmiştir. Bavani ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmaya benzer şekilde bizim çalışmamızda da biber genotipleri arasında genotipik farklılıklar nedeniyle toplam bitki biyomasi, gövde ve kök kuru ağırlık değerleri farklılık göstermiştir.

Yaprak Klorofil İçeriği (SPAD), Toplam Klorofil (a+b) ve Karotenoid İçeriği

Yaprak klorofil içeriği, toplam klorofil (a+b) ve karotenoid içeriği değerlerine ait neticeler Tablo 3'de verilmiştir. SPAD, toplam klorofil (a+b) ve karotenoid içeriği açısından bakıldığında ticari anaçlar, sivri ve dolmalık ticari çeşitler, ve farklı saf hatlar arasında istatistiksel açıdan önemli farklılıklar bulunmuştur. Bu ölçümler sonucunda anaçlar dikkate alınarak en fazla yaprak klorofil içeriği 51.96 SPAD ile Küheylan anacında gözlemlenirken, en

düşük yaprak klorofil içeriği ise 38.04 SPAD ile Yaocali F1 anacında gözlemlenmiştir. Kalem adaylarında ise en fazla yaprak klorofil içeriği 53.70 SPAD ile 33 H-1-2 saf hattında tespit edilmiştir. Toplam 32 adet ticari anaçlar, sivri ve dolmalık ticari çeşitler, ve farklı saf hatların yaprak klorofil içeriği bakımından ortalaması 46.68 SPAD olarak tespit edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Yaprak klorofil içeriği (SPAD), toplam klorofil ve karatenoid içeriği değerlerine ait bulgular

Biber Genotipleri	SPAD	Toplam Klorofil İçeriği (a+b) (mg/ g)	Toplam Karatenoid İçeriği (mg/ g)
17 H-2-3	49.63 abc	2.00 d-h	0.26 ij
17 H-3-1	44.93 abc	1.49 lmn	0.41 a-g
21 H-1-1	45.13 abc	2.19 a-e	0.45 a-d
21 H-1-2	45.47 abc	1.92 f-ı	0.46 abc
24 H-6	47.60 abc	2.33 a	0.42 a-f
24 H-5	41.83 abc	1.96 fgh	0.46 abc
29 H-10	48.47 abc	2.06 d-g	0.38 b-ı
29 H-1	48.67 abc	2.01 d-g	0.43 a-e
33 H-1-2	53.70 a	2.09 b-g	0.33 d-j
33 H-3-1	49.37 abc	1.61 klm	0.34 c-j
64 KB F1	47.10 abc	1.93 f-h	0.30 f-j
46 KB F1	45.43 abc	1.64 j-m	0.37 c-ı
90 KB F1	50.20 abc	1.69 jkl	0.33 d-j
33 MKILH F1	47.17 abc	1.84 hij	0.51 a
5 MSİVH F1	47.40 abc	2.00 d-h	0.39 a-h
9 SB F1	48.57 abc	2.28 abc	0.39 a-ı
70 YKB F1	46.60 abc	2.30 ab	0.41 a-g
42 YKB F1	47.00 abc	2.21 a-d	0.32 e-j
69 YKB F1	48.20 abc	1.81 h-k	0.29 g-j
Güçlü F1	47.07 abc	1.81 h-k	0.45 a-d
Foundation F1	44.37 abc	2.11 b-g	0.33 d-j
Scarface F1	37.77 bc	1.74 ijk	0.33 d-j
Yaocali F1 (E21R 10144)	38.40 c	1.39 n	0.31 e-j
1000X 1838 F1	45.57 abc	1.43 mn	0.29 g-j
Küheylan F1	51.97 ab	2.08 c-g	0.45 a-d
Lodos F1	50.47 abc	1.99 e-h	0.41 a-g
Tufan F1	42.07 abc	1.67 jkl	0.22 j
Albayrak F1	44.47 abc	1.97 fgh	0.31 e-j
Antep Dolma Biber	46.73 abc	1.92 ghı	0.38 b-ı
11B14	48.73 abc	2.13 a-f	0.49 ab
ERÜ 1227	45.43 abc	2.11 b-g	0.28 hij
ERÜ 462	48.37 abc	1.84 hij	0.36 c-ı
Minimum	37.77	1.39	0.22
Maksimum	53.70	2.33	0.51
Ortalama	46.68	1.92	0.37
F-Test	***	***	***

* İşaretli F değerleri %5, ** işaretli F değerleri %1, *** işaretli F değerleri %0.1 ihtimal sınırında önemlidir.

Toplam klorofil miktarları açısından bakıldığında anaçlar dikkate alınarak en fazla klorofil miktarı 2.30 mg gr⁻¹ ile 70 YKB F1 anacında, en düşük klorofil miktarı 1.39 mg gr⁻¹ ile Yaocali F1 anacında bulunmuştur. Kalemlerde ise en yüksek klorofil miktarı 2.33 mg gr⁻¹ KDA ile 24 H-6 saf hattında, en düşük klorofil miktarı ise 1.49 mg gr⁻¹ KDA ile 17 H-3-1 saf hattında bulunmuştur. Ticari anaçlar, sivri ve dolmalık ticari çeşitler, ve farklı saf hatların toplam klorofil miktarı bakımından ortalaması 1.92 mg gr⁻¹ olarak bulunmuştur. Anaçlar arasındaki en fazla klorofil miktarı ile en az klorofil miktarı arasındaki fark 0.91 mg gr⁻¹ iken; kalemler arasındaki en fazla klorofil miktarı ile en az klorofil miktarı arasındaki fark ise 0.84 mg gr⁻¹ olarak bulunmuştur. Geriye kalan anaç ve kalemler ise bu iki değer arasında klorofil miktarına sergilemişlerdir (Tablo 3).

Bavani ve ark. (2015), biber genotiplerini tuz stresine toleransları (100 mM NaCl) açısından fizyolojik parametreler bakımından screen etmişler ve genotipler arasında tuza tolerans bakımından genotipik farklılıklar bulmuşlardır. Asimilasyon oranı, stomata iletkenliği, transpirasyon ve CO₂ oranı, fotosentetik su kullanım etkinliği, mesofil iletkenliği, yaprak klorofil ve oransal yaprak su içeriği, büyüme ve gelişme parametreleri araştırılmıştır. Tuz stresinde toplam klorofil içeriği (TChl), klorofil a (Chl. a) ve b (Chl. b) değerlerinde azalmalar meydana gelmiş ve genotipik farklılıklar sebebiyle genotipler tuza farklı oranlarda tepki vermiştir. Klorofil b miktarındaki düşüş oransal olarak tuz stresinde klorofil a'dan daha fazla olmuş, ancak genotipler arasında istatikselsel olarak genotipik farklılık bulunmamıştır. TChl tuzlu koşullar altında kontrole kıyasla düşüş olmuştur. Biber genotipleri arasında TChl'de geniş bir varyasyon tespit edilmiştir. En yüksek Chl. a ve TChl. içeriği Parano, Sereno, ve ACX 270 genotiplerinde; en düşük Chl. a ve TChl. içeriği ise PaxRGH, Luzon ve Radin genotiplerinde bulunmuştur. En yüksek Chl. b içeriğine Paramo, ACX 270 ve ACX 248 genotiplerinde; en düşük içerik ise PaxRGH, Radin ve Ethem'de bulunmuştur. Farklı genotipler arasında genotipik farklılıklar nedeniyle Chl. a., Chl. b. ve TChl. değerlerindeki farklı oranlarda azalmalar tespit edilmiştir. Bizim çalışmamızda da Bavani ve ark. (2015) çalışmasına benzer olarak 26 farklı *Capsicum annuum* L. genotipleri arasında genotipik farklılıklar mevcut olduğundan Chl. a., Chl. b. ve TChl. değerleri 32 farklı biber genotipi arasında farklılık göstermiştir.

Toplam karatenoid miktarları açısından bakıldığında anaçlar dikkate alınarak en fazla değer 0.51 mg gr⁻¹ ile 33 MKILH F1 anacında, en düşük değer ise 0.22 mg gr⁻¹ ile Tufan anacında bulunmuştur. Kalemlerde en yüksek değer 0.46 mg gr⁻¹ ile 24H-5 ve 21H-1-2 saf hatlarında, en düşük değer ise 0.26 mg gr⁻¹ ile 17H-2-3 saf hattında bulunmuştur. Ticari biber anaçları,

sivri ve dolmalık ticari çeşitler, ve farklı saf hatların toplam karatenoid bakımından ortalaması 0.37 mg gr⁻¹ olarak tespit edilmiştir (Tablo 3).

Kök Morfolojisi

Kök morfolojisi parametreleri bakımından kök uzunluğu, hacmi ve ortalama kök çapı değerlerine ait bulgular Tablo 4'te yer almaktadır. Kök morfolojisi değerleri bakımından ticari anaçlar, sivri ve dolmalık ticari çeşitler, ve farklı saf hatlar arasında istatistiksel anlamda önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Anaçlar arasında en fazla kök uzunluğu 279.1 m ile Yaocali F1'da, en düşük kök uzunluğu ise 68.88 m ile Foundation'da bulunmuştur. Kalemlerde ise en fazla kök uzunluğu 279.43 m ile 29H-1 saf hattında, en düşük kök uzunluğu ise 110.1 m ile 24 H-6 saf hattında tespit edilmiştir. Ticari anaçlar, sivri ve dolmalık ticari çeşitler, ve farklı saf hatların kök uzunluğu değerleri açısından ortalaması 186.33 m'dir. Anaçlar içerisinde en fazla kök uzunluğu ile en düşük uzunluk arasındaki fark 210.22 m iken; kalemlerde bu değer 169.33 m'dir (Tablo 4).

Toplam kök hacminde ise en yüksek değer 30.03 cm³ ile Küheylan anacında, en düşük değer ise 8.5 cm³ ile Foundation anacında hesaplanmıştır. Kalemlerde ise en yüksek değer 32.26 cm³ ile 29 H-1 saf hattında, en az değer ise 14.39 cm³ ile 24H-6 saf hattında hesaplanmıştır. Ticari anaçlar, sivri ve dolmalık ticari çeşitler, ve farklı saf hatların toplam kök hacmi değerleri bakımından ortalaması 20.33 cm³'dir. Anaçlar arasında en yüksek ve en düşük değer arasındaki fark 21.53 cm³ iken; kalemlerde bu değer 17.87 cm³'dir (Tablo 4).

Ortalama kök çapı değerlerine göre anaçlar dikkate alınarak en yüksek kök çapı 1000X 1838 F1 anacında, en düşük çap ise Yaocali F1, 70 YKB F1 ve 90 KB F1 anaçlarında bulunmuştur. Kalemlerde ise en yüksek çap 17 H-3-1 ve 24 H-6'de, en düşük çap ise 29 H-10'da bulunmuştur. Ticari anaçlar, sivri ve dolmalık ticari çeşitler, ve farklı saf hatların toplam kök çapı bakımından ortalaması 0.38 mm hesaplanmıştır (Tablo 4).

Tablo 4. Toplam kök uzunluğu, toplam kök hacmi ve ortalama kök çapı değerlerine ait bulgular

Biber Genotipleri	Toplam Kök Uzunluğu (m/ bitki)	Toplam Kök Hacmi (cm ³ / bitki)	Ortalama Kök Çapı (mm)
17 H-2-3	261.0 ab	29.61 b	0.37 c-g
17 H-3-1	149.4 ijk	19.31 ij	0.41 a
21 H-1-1	253.4 abc	27.89 bc	0.37 b-g
21 H-1-2	166.9 hi	18.91 ijk	0.39 a-e
24 H-6	110.1 lm	14.39 n-q	0.41 ab
24 H-5	191.2 gh	28.07 bc	0.38 a-e
29 H-10	253.2 abc	23.75 efg	0.35 fg
29 H-1	279.4 a	32.26 a	0.38 a-f
33 H-1-2	132.7 jkl	15.59 mno	0.40 abc
33 H-3-1	200.1 fg	20.85 hi	0.40 abc
64 KB F1	150.5 ijk	16.83 k-n	0.39 a-d
46 KB F1	167.8 hi	15.21 m-p	0.36 d-g
90 KB F1	189.0 gh	18.04 jkl	0.34 g
33 MKILH F1	110.2 lm	14.33 opq	0.36 d-g
5 MSİVH F1	228.9 cde	22.37 gh	0.38 a-f
9 SB F1	214.4 efg	25.03 def	0.37 c-g
70 YKB F1	157.6 ij	12.94 pq	0.34 g
42 YKB F1	114.6 lm	14.76 m-q	0.37 c-g
69 YKB F1	225.6 c-f	18.65 ijk	0.35 efg
Güçlü F1	224.5 def	24.62 d-g	0.36 d-g
Foundation F1	68.9 n	8.50 r	0.40 abc
Scarface F1	236.5 b-e	22.67 fgh	0.35 fg
Yaocali F1 (E21R 10144)	279.1 a	25.91 cde	0.34 g
1000X 1838 F1	96.4 mn	12.49 q	0.41 a
Küheylan F1	243.1 bcd	30.03 ab	0.40 abc
Lodos F1	135.0 jkl	15.61 l-o	0.35 efg
Tufan F1	237.6 b-e	22.55 gh	0.35 fg
Albayrak F1	125.0 kl	12.58 q	0.41 a
Antep Dolma Biber	137.3 jkl	17.00 j-m	0.39 a-d
11B14	194.1 gh	24.45 d-g	0.40 abc
ERÜ 1227	198.1 fg	18.50 ijk	0.37 b-g
ERÜ 462	230.9 cde	26.71 cd	0.38 a-e
Minimum	68.88	8.50	0.34
Maksimum	279.44	32.26	0.41
Ortalama	186.33	20.33	0.38
F-Test	***	***	***

* İşaretli F değerleri %5, ** işaretli F değerleri %1, *** işaretli F değerleri %0.1 ihtimal sınırında önemlidir.

Sonuç

Biber çeşit ve anaçları ile sivri ve dolmalık biber saf hatları büyüme, gelişme ve kök morfolojik tepkileri gibi özelliklerinin belirlenmesi, bunların yerel ve yabancı ticari biber anaçları ile karşılaştırılması amacıyla sera koşullarında su kültürü yetiştirme ortamında kurulan tarama

(Screening) çalışmasında 20 farklı biber anacı ve 12 farklı biber saf hattı (dolmalık ve sivri) tarama testine tabii tutulmuştur. Tarama testinde yaprak klorofil içeriği (SPAD), gövde ve kök kuru ağırlıklar, kök/ gövde oranı, toplam klorofil ve karetenoid içeriği, toplam kök uzunluğu, toplam kök hacmi ve ortalama kök çapı değerleri ölçülmüştür. Çalışmanın sonuçlarına göre anaç adayları arasından kök çapı ve SPAD gibi parametreler bakımından 70 YKB F1 genotipi; toplam kök uzunluğu, gövde ve kök kuru ağırlığı gibi parametreler bakımından Yaocali F1 istatistiki olarak en iyi neticeleri sergilemişlerdir. Kalem adayları arasından ise toplam kök uzunluğu, kök hacmi ve kök/gövde oranı gibi parametreler bakımından 29 H-1 saf hattı istatistiki olarak en iyi neticeleri sergilemişlerdir.

Teşekkür

Bu çalışma; Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda yapmış olduğum "GÜÇLÜ KÖK YAPISINA SAHİP ANAÇLARIN BİBERDE (*Capsicum annuum* L.) BİTKİ GELİŞİM, TOHUM VERİM VE KALİTESİNE ETKİSİ" başlıklı Doktora Tez çalışmasından üretilerek oluşturulmuştur. Çalışma sırasında desteklerinden dolayı Prof. Dr. Halit YETİŞİR'e ve Doç. Dr. Abdullah ULAŞ'a teşekkür ederim.

Çıkar Çatışması: Makalenin hiç bir yazarı için bilinen ya da olası bir çıkar çatışması yoktur. / No known or potential conflict of interest exist for any author.

Kaynaklar

Abak K., Sarı N., Dasgan H.Y. (2000). Güneydogu Anadolu Bölgesinde Biber Yetistirciligi. TÜBİTAK, Türkiye Tarımsal Arastırma Projesi Yayınları, 21s.

Andrews J. (1999). The Pepper Trail, History and Recipes from Around the World, University of North Texas Pres, Denton, TX, USA.

Anu A. and Peter K.V. (2000). The chemistry of paprika, Capsicum and Eggplant newsletter,19:19-22.

Aybak H.Ç. (2002). Biber yetiştiriciliği. Hasad Yayıncılık 155 s.

Bavani Mohammad Reza Zare, Gholamali Peyvast, Mahmoud Ghasemnezhad, Akbar Forghani (2015). Assessment of Salt Tolerance in Pepper Using Chlorophyll Fluorescence and Mineral Compositions. Agriculturae Conspectus Scientificus, Vol. 80 No. 3, 2015.

Bayraktar K. (1970). Sebze Yetiştirme (Kültür Sebzeleri). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları, No:169.

Bosland P.W. (1994). Chiles: History, Cultivation and Uses Spices Ed. (G.Charalambous). Herbs and Edible Fungi Elsevier Science, B.V. New Mexico.

Bosland P.W. (1996). Capsicums: Innovative uses of an ancient crop, In J.janick (rd), Progress in new crops, ASHS Press, Arlington, VA: 479-487

Bozokalfa M.K., Eşiyok D., Turhan K. (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.

Demir L. (1996). Kahramanmaraş kırmızı biberinin farklı materyaller üzerine serilerek güneşte kurutulması üzerine bir çalışma. K.S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 91 s.

Doğantan Z.S. (1986). Kahramanmaraş kırmızı biberinin kurutmaya yönelik fiziksel ve kimyasal özelliklerinin saptanması ile doğal koşullarda ve plastik örtüaltı güneş toplayıcılarıyla kurutma üzerine bir araştırma. Çukurova Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 107 s.

FAO, (2022). Food and Agriculture Organization (<http://www.fao.org/faostat/en/#data/qc>; Erişim Tarihi: 07/2019).

Greenleaf W.H. (1986). Pepper Breeding. Breeding Vegetable Crops. A.V.I., 67127.

Günay A. (1992). Özel Sebze Yetiştiriciliği, Cilt 4, Çağ Matbaası, S: 40-48. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü. Ankara.

Günay A. (2005). Sebze Yetiştiriciliği. Cilt II, İzmir, Ankara, 351s.

Hoppe H.A. (1981). Breeding vegetable crops. Industrial Crops and Products, 9: 63-71.

Karaağaç O. ve Balkaya A. (2010). Bafra Kırmızı Biber Populasyonlarının [*Capsicum annuum* L. var. *conoides* (Mill.) Irish] Tanımlanması ve Mevcut Populasyonlarının Değerlendirilmesi. Anadolu Tarım Bilim. Derg., 2010, 25(1):10-20.

Kaygısız H. (2000). Sebzecilik (Genel Teknikler, Özel Uygulamalar). Hasad Yayıncılık, İstanbul, 204 s.

Langer R.H.M., and Hill G.D. (1991). Solanaceae, In Agricultural Plants, Ed 2, Cambridge University Press, pp 308–311.

Lee Y., Howard L.R., Villalon B. (1995). Flavonoids and antioxidant activity of fresh pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars. Journal of Food Science, 60(3): 473476.

Lichtenthaler H.K. (1987). Chlorophylls and Carotenoids: Pigments of Photosynthetic Biomembranes. *Methods in Enzymology*, 148: 350-382.

Maoka T., Mochida K., Kozuka M., Ito Y., Fujiwara Y., Hasmimoto K., Enjo F., Ogata M., Nobukuni Y. and Tokuda H. (2001). Cancer chemopreventive activity of carotenoids in the fruits of red paprika *Capsicum annuum* L. *Cancer Lett* 172:103–9.

McLeod M.J., Guttman S.I., Eshbaugh W.H., Rayle R.E. (1983). An Electrophoretic Study of the Evolution in *Capsicum* (Solanaceae). *Evolution* 37:562-574.

Perucka I. and Materska M. (2007). Antioxidant vitamin contents of *Capsicum annuum* fruit extracts as affected by processing and varietal factors. *Acta SCI. Pol., Technologia Alimentaria* 6 (4), 67-74.

Pickersgill B. (1984). Migrations of chili peppers, *Capsicum* spp., in the Americas, p. 105-123. In: D. Stone (ed.). *Pre-Columbian plant migration. Papers of the Peabody Museum of Archeology and Ethnology. vol. 76.* Harvard Univ. Press, Cambridge, MA.

Şalk A., Arın L., Deveci M., Polat S. (2008). *Özel Sebzeçilik. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi*, 488 s.

TÜİK, 2005-2016, Retrieved in March, 01, 2019 from http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001

Ulaş A. (2010). *Agronomic and Physiological Parameters of Genotypic Nitrogen Efficiency in Oilseed Rape (Brassica napus L.)*, Doktora tezi, Universitaet Hannover, Doğal Bilimler Fakültesi, Bitki Besleme Enstitüsü, Kasım, 2010.

Ulaş A., Schulte Auf'M Erley G., Kamh M., Wiesler F., Horst W.J. (2012). Root-Growth Characteristics Contributing To Genotypic Variation In Nitrogen Efficiency Of Oilseed Rape", *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, vol.175, pp.489-498, 2012.

Vural H., Esiyok D., Duman D. (2000). *Kültür sebzeleri (sebze yetiştirme)*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova, İzmir, 440 s.