

Research Article

Bazı Ketencik Genotiplerinde Farklı Tuzluluk Seviyelerinin Agronomik Özelliklere Etkisi

Merve GÖRE *¹¹ Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Programı, Ödemiş Meslek Yüksekokulu, Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye

* Sorumlu yazar: merve.gore@ege.edu.tr

ÖZET

MAKALE
BİLGİSİ

Ketencik (*Camelina sativa* L.), Brassicaceae familyasına ait bir yağ bitkisidir. Bununla birlikte, tuzluluk, yüksek sıcaklık ve kuraklık gibi abiyotik stres faktörlerine karşı etkili bir yapıya sahiptir. Bu çalışma, farklı ketencik genotipleri ve çeşitlerine farklı tuzluluk konsantrasyonlarının uygulanması sonucu agronomik özelliklerdeki değişimleri incelemek amacıyla yapılmıştır. Deneme materyali olarak 3 ketencik genotipi (PI-650142, Ames-304269 ve Russian) ve 1 ketencik çeşidi (Arslanbey) kullanılmıştır. Deneme tesadüf bloklarına göre 4 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir ve 3 farklı NaCl konsantrasyonu (0, 140 ve 280 mM) uygulanmıştır. Bitkiler tomurcuklanma döneminden önce hasat edilmiştir. İncelenen özellikler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. Tuz konsantrasyon düzeyi arttıkça bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak kuru ağırlığı, sap kuru ağırlığı ve bitki kuru ağırlığının azaldığı; sarı yaprak sayısının ise arttığı belirlenmiştir. Tuzlu koşullarda ketencik genotipleri arasında gelişme açısından önemli farklılıklar olduğunu söylemek mümkündür. Ames-304269 genotipinin incelenen parametreler açısından daha üstün sonuçlar ortaya çıkardığı belirlenmiştir. Ketencik bitkilerine uygulanan 140 mM tuz konsantrasyonunun agronomik özellikleri yaklaşık %50 oranında azalttığı ve 280 mM tuz konsantrasyonunun ciddi verim kayıpları ve ölümcül sonuçları ortaya çıkarabileceği tespit edilmiştir. En düşük tuza tolerans indeksi her iki NaCl konsantrasyonunda Arslanbey genotipinden elde edilmiştir. Bu durum Arslanbey çeşidinin tuz stresine karşı yüksek düzeyde hassas olduğunu göstermiştir. Ketencik bitkisinin yetiştirilmesinde yüksek tuzlu koşullarda ortaya çıkan yetersiz fotosentez ve hormon dengesindeki bozukluklar büyümelerini sınırlayabilir. Araştırmada incelenen parametreler, bitkinin tuzluluk koşullarında sergilediği sonuçları tespit etmek için yetersizdir. Bitkilerin morfolojik ve biyokimyasal özellikleri birlikte göz önünde bulundurularak tuza karşı stres tepkilerinin belirlenmesi ileriki araştırmalarda daha yararlı olacaktır.

Geliş:
15.08.2023
Kabul:
01.10.2023**Anahtar kelimeler:** *Camelina sativa*, Tuz stresi, NaCl konsantrasyonu, bitki kuru ağırlığı

The Effect of Different Salinity Levels on Agronomic Parameters in Some Camelina Genotypes

ABSTRACT

ARTICLE
INFO

Camelina (*Camelina sativa* L.) is an oilseed plant belonging to the Brassicaceae family. However, it possesses an effective resistance mechanism against abiotic stress factors such as salinity, high temperature, and drought. This study aimed to investigate alterations in agronomic characteristics resulting from the application of varying salinity concentrations to different camelina genotypes and cultivars. Three camelina genotypes (PI-650142, Ames-304269, and Russian) and one camelina cultivar (Arslanbey) were utilized as experimental materials. The experiment was conducted with four replicates in a randomized block design, employing three different NaCl concentrations (0, 140, and 280 mM). Plant harvesting occurred prior to the budding stage. Statistically significant variations were observed among the assessed parameters. With an increase in salt concentration, there was a decrease in plant height, leaf count, dry leaf weight, stem dry weight, and overall plant dry weight. Additionally, an elevation in the number of yellowing leaves was noted. Substantial differences in development among camelina genotypes in saline conditions were evident. Notably, the Ames-304269 genotype exhibited superior outcomes in the investigated parameters. It has been determined that 140 mM salt concentration applied to camelina plants reduces agronomic properties by approximately 50%, and 280-mM salt concentration may cause serious yield losses and fatal consequences. The lowest salt tolerance index was obtained from Arslanbey genotype at both NaCl concentrations. This showed that Arslanbey variety was highly sensitive to salt stress. Inadequate photosynthesis and disorders in hormone balance that occur in high salt conditions when growing camelina plants may limit their growth. The parameters examined in the research are insufficient to detect the results exhibited by the plant under salinity conditions. Determining the stress responses of plants to salt by considering their morphological and biochemical properties together will be more useful in future research.

Received:
15.08.2023
Accepted:
01.10.2023**Keywords:** *Camelina sativa*, Salt stress, NaCl concentration, plant dry weight

Cite this article as: Göre, M. (2023). Bazı Ketencik Genotiplerinde Farklı Tuzluluk Seviyelerinin Agronomik Özelliklere Etkisi. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 13(2), 119-125. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1343969>

GİRİŞ

İnsanoğlu var olduğundan beri temel beslenme ihtiyacını öncelikli olarak bitkilerden karşılamıştır. Artan bir hızla azalan doğal kaynaklar, tarım dahil birçok alanda yeni arayışları beraberinde getirmektedir. Sanayileşme ve kentleşme, tarım alanlarını daraltırken, buna karşılık bu alanlardan beslenen insan sayısı hızla artmaktadır. Bu bağlamda yürütülen araştırmalar, birim alandan elde edilen verimi en üst seviyeye çıkarma odaklı olarak yoğunlaşmaktadır (Erdem ve ark. 2010). Bu amaçla geleneksel ıslah çalışmaları ile birlikte ikinci dünya savaşından sonra mutagenез ve genetik mühendisliği gibi yeni biyoteknolojik yöntemler de kullanılmaya başlanmış ve seleksiyona dayalı ıslah yöntemi kullanılarak arzu edilen özelliklere sahip yeni türler ve çeşitler geliştirilmiş ve yetiştirilmiştir (Arvas ve Kocaçalışkan 2020). Bu yeniliklerin ve dünya genelindeki eğilimlerin yanı sıra Türkiye, özellikle su kaynaklarının azalması, kuraklık ve çölleşme gibi ekolojik sorunlarla mücadele etmek durumunda kalan ülkeler arasında olup küresel ısınmanın potansiyel etkileri açısından risk grubu ülkeler arasındadır. Küresel iklim değişikliği, kurak ve yarı kurak bölgelerin genişlemesi yanı sıra kuraklık sürekliliği ve şiddetindeki artışlar, çölleşme süreçlerini, tuzluluk ve erozyonu da tetikleme potansiyeline sahip olduğu rapor edilmiştir (Türkeş 1994).

Abiyotik stres faktörlerinden olan tuzluluk hem tarım alanlarını olumsuz etkilemekte hem de tuzluluk potansiyeli yüksek olan topraklarda yetişen bitkilerde agronomik, morfolojik, fizyolojik ve birçok olumsuzluklara neden olmaktadır (Yılmaz ve ark. 2011). Türkiye'nin tarım alanı 23 milyon ha (bunun %34.8'i sulanabilir alanlardır) olmakla birlikte tarım alanlarının %20'si tuzluluk sorunuyla karşı karşıyadır (Anonymous 2023a). Dünya üzerinde ise 800 milyon hektardan fazla karasal alan tuzluluktan etkilenmektedir ve bu alan dünyanın tüm karasal alanlarının %6'sından fazladır (Anonymous, 2023b). Tarımsal alanlarda giderek artacak olan tuz birikimi, ürün verimi ve kalitesindeki azalmaya bağlı olarak büyük ekonomik kayıplara da neden olacağı çeşitli araştırmacılar tarafından tahmin edilmektedir (Bartels ve Sunkar 2005; Mahajan ve Tuteja 2005).

Tuzluluk sorununun ele alınması hem maliyet açısından zorlayıcı hem de zaman gerektiren bir süreçtir. Bu bağlamda, en etkili stratejinin tuzlulukla mücadelede, özellikle tuz stresine dayanıklı bitki çeşitlerinin geliştirilerek üretimde kullanılması olduğu görülmektedir. Bu yaklaşım, tuzluluk sorunu yaşanan bölgelerde bitkilerin yaşam döngüsü ve verimini daha az etkileyen çeşitlerin üretilmesini içerir. Özellikle son yıllarda, taşımacılık yakıtlarına olan talep, karbon ayarı ve enerji arzıyla ilgili artan endişeler, tuz direncine sahip bitki türlerine olan ilgiyi artırmıştır. Bu bitkiler sadece tuzluluk sorununa karşı dayanıklılık sağlamakla kalmaz, aynı zamanda hammadde veya yakıt olarak da kullanılabilir potansiyeli sunar. Enerji yakıtı elde etmek için ise başta Ketencik, aspir ve kanola olmak üzere birçok yağ bitkisi yetiştirilmekte ve bu bitkilerin su ihtiyaçları nispeten düşüktür (Miyamoto ve ark. 2012).

Çevresel faktörler ve fizyolojik etkilerle birlikte meydana gelen tuza tolerans özelliğinin esas kaynağı ise kalıtsal unsurlardır. Tuza tolerans bakımından bitkiler arasında önemli farklılıklar olduğu kadar, aynı türe ait genotipler arasında da tuza tolerans bakımından farklılıklar bulunduğu bilinmektedir (Kuşvuran 2010). Ketencik bitkisi, tuzluluğun yanı sıra yüksek sıcaklık ve kuraklık gibi abiyotik stres faktörlerine karşı da etkili bir yapıya sahiptir (Gugel ve Falk 2006). Ketencikteki kütikül tabakasının yağlı ve mumsu yapısı stomadan su kaybını engellemekte ve böylece bitkinin çeşitli abiyotik stres faktörlerine karşı direnç göstermesini sağlamaktadır (Razeq ve ark. 2014). Hızla artan dünya nüfusunun gıda güvenliğini sağlamak için ketencik gibi tuza dayanıklı ürünlerin geliştirilmesi önemlidir.

Bu araştırma, ketencik bitkisine ait farklı genotiplere uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının neden olduğu agronomik değişimleri belirlemek ve bu değişimler neticesinde ketencik bitkisinin en duyarlı olduğu genotip ve tuz konsantrasyonunu belirlemek amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırma 2020 yılında Radboud Üniversitesi Bitki Ekolojisi Bölümü Sera koşullarında (51° 49' 15.459", 5° 52' 2.8812") gündüzleri 17.5°C (06:00-22:00), geceleri 16°C sıcaklıkta ve %75-80 bağıl nemde yürütülmüştür. Ayrıca serada gündüz saatlerinde, bulutlu havalarda, alacakaranlıkta ve şafakta ışık sıkıntısı olduğu zamanlarda sodyum lambalar kullanılmıştır.

Deneme materyali olarak 3 ketencik genotipi (PI-650142, Ames-304269 ve Russian) ve 1 ketencik çeşidi (Arslanbey) kullanılmıştır. Deneme tesadüf bloklarına göre 4 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir ve 3 farklı NaCl konsantrasyonu (0, 140 ve 280 mM) uygulanmıştır. Her saksıya 100 ml olacak şekilde sulama ile tuz konsantrasyonları uygulanmıştır. Ekim, 1/3 turba, 1/3 vermikülit ve 1/3 toprak karışımı içeren viyollere yapılmıştır. Viyollerde çıkışını tamamlayan fideler, her saksıda bir bitki olacak şekilde 1 litrelik saksılara (11 cm x 11 cm x 12 cm) aktarılmıştır. Bitkiler gelişme aşamasına geldiğinde iki gün arayla Hoagland solüsyonu ile sulanmış olup (Hoagland ve Amon,1950) (Çizelge 1), viyollerden saksılara transferden yaklaşık 4 hafta sonra 8 yapraklı dönemine ulaşmıştır. Bu büyüme döneminde toplam tuz miktarına 7 sulamada ulaşılmıştır. Toplam tuz miktarına ulaşıldığında (140 mM için 5.72 g ve 280 mM için 11.44 g) tuz uygulamalarına son verilmiştir ve bitkiler 10 gün süreyle tarla kapasitesinde (100 ml/gün) sulanmıştır. Deneme toplamda yaklaşık 65 gün sürmüş ve bitkiler tomurcuklanma döneminden önce hasat edilmiştir. Bitki kuru ağırlığı, sap kuru ağırlığı, yaprak kuru ağırlığı, çiçek kuru ağırlığı, bitki boyu ve yaprak sayısına ait veriler elde edilmiştir. Tuza tolerans indeksi aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

Tuza tolerans indeksi = (Sx'deki toplam yaş ağırlık / S0'daki toplam yaş ağırlık) x 100. Sx: Tuz konsantrasyonu, S0: Kontrol (Kuşvuran ve ark. 2015).

Verilerin istatistiksel analizi, JMP istatistiksel yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Veri analizinde iki yönlü ANOVA yöntemi kullanılarak, konular arasındaki farklılıklar tespit edilmiş olup Grupların ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığı Tukey testi kullanılarak belirlenmiştir.

Çizelge 1. Hoagland besin solüsyonunun içeriği

Bileşenler	Stok solüsyonunun konsantrasyonu (mM)	Final solüsyonun stok solüsyon hacmi (ml/L)
Makro besinler		
KNO ₃	1000.00	7.00
Ca (NO ₃) ₂ . 4H ₂ O	1000.00	5.00
KH ₂ PO ₄	1000.00	2.00
MgSO ₄ . 7H ₂ O	1000.00	1.00
Mikro besinler		
KCL	25.00	2.00
H ₃ BO ₃	12.50	
MnSO ₄ . H ₂ O	1.00	
ZnSO ₄ . 7H ₂ O	1.00	
CuSO ₄ . 5H ₂ O	0.25	
MoO ₃	0.25	
Fe Na EDTA	64.00	1.00

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada incelenen parametrelerin istatistiki olarak önemlilikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Bitki boyu, yaprak sayısı, sap kuru ağırlığı ve bitki kuru ağırlığı parametrelerinin genotip, tuz konsantrasyonu ve ikili interaksiyon açısından önemlilik gösterdiği belirlenmiştir (P<0.05). Sarı yaprak sayısı ve yaprak kuru ağırlığı parametrelerinin ise sadece tuz konsantrasyonu bakımından önemlilik gösterdiği tespit edilmiştir.

Çizelge 2. Bazı Ketencik Genotiplerinde Farklı Tuzluluk Seviyelerinde incelenen parametrelere ait varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Bitki boyu	Yaprak sayısı	Sarı Yaprak Sayısı	Yaprak kuru ağırlığı	Sap kuru ağırlığı	Bitki kuru ağırlığı
Genotype (G)	18,58**	5,36**	1,502	2,85	42,26**	15,31**
NaCl	93,56**	207,95**	84,47**	180,54**	121,10**	221,03**
G*NaCl	4,34**	3,97**	0,46	0,99	13,82**	7,05**
CV (%)	0,28	0,21	0,41	0,28	0,38	0,27

Genotiplere göre sonuçlar incelendiğinde en yüksek bitki boyu (28,91 cm), yaprak sayısı (31.83 adet), sap kuru ağırlığı (0.84 g) ve bitki kuru ağırlığı (1.90 g) Ames-304269 genotipinde belirlenmiştir. En düşük bitki boyu (11.25 cm), yaprak sayısı (23.08 adet), sap kuru ağırlığı (0.22 g) ve bitki kuru ağırlığı (0.88 g) Russian genotipinde belirlenmiştir (Çizelge 3). Tuz konsantrasyonlarına göre analiz sonuçları değerlendirildiğinde tüm parametrelerin en yüksek değerleri kontrol grubundan; en düşük sonuçlar 280 mM grubundan elde edilmiştir.

Çizelge 3. Tuz uygulamalarının ketencik genotipinin bazı parametreleri üzerine etkileri ve Tukey testi gruplandırması

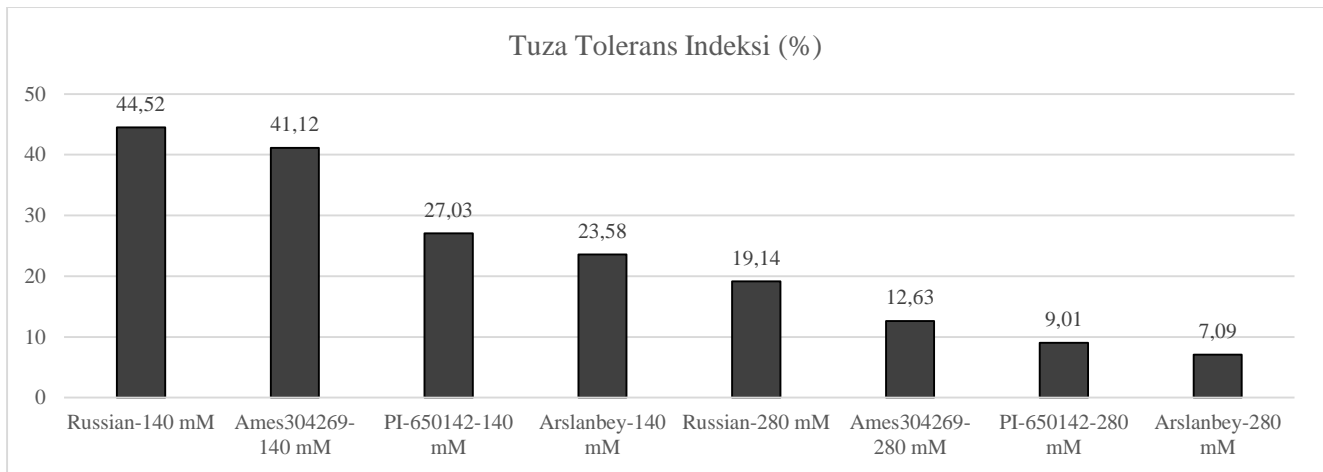
		Bitki Boyu (cm)	Yaprak Sayısı (adet)	Sarı Yaprak Sayısı (adet)	Yaprak Kuru Ağırlığı (g)	Sap Kuru Ağırlığı (g)	Bitki Kuru Ağırlığı (g)
Genotip	Arslanbey	21,58 b	28,66 ab	2,91	0,73	0,56 b	1,33 b
	Ames-304269	28,91 a	31,83 a	3,91	1,00	0,84 a	1,90 a
	PI-650142	22,16 b	25,25 b	3,33	0,81	0,54 b	1,42 b
	Russian	11,25 c	23,08 c	2,91	0,88	0,22 c	0,88 c
NaCl Konsantrasyonu	Control	35,87 a	50,18 a	0,06 a	1,74 a	1,07 a	2,92 a
	140 mM	19,37 b	21,56 b	3,56 b	0,61 b	0,29 b	0,96 b
	280 mM	7,68 c	9,87 c	6,18 c	0,11 c	0,09 b	0,27 c
Genotip x NaCl İnteraksiyonu	Arslanbey-0 mM						
	Arslanbey-140 mM	39,00 b	59,25 a	0,00	1,64	1,33 a	3,12 a
	Arslanbey-280 mM	18,75 d	18,75 e	3,00	0,39	0,29 b	0,73 c
		7,00 ef	8,00 f	5,75	0,15	0,06 c	0,16 e
	Ames-304269-0 mM						
	Ames-304269-140 mM	46,50 a	55,25 a	0,25	1,91	1,70 a	3,78 a
	Ames-304269-280 mM	29,50 c	27,50 d	4,75	0,85	0,60 b	1,55 b
		10,75 e	12,75 f	6,75	0,24	0,24 b	0,38 d
	PI-650142-0 mM	41,25 a	48,50 b	0,00	1,79	1,26 a	3,18 a
	PI-650142-140 mM	18,00 d	18,75 e	3,25	0,50	0,29 b	0,86 c
	PI-650142-280 mM	7,25 ef	8,50 f	6,75	0,15	0,07 c	0,24 d
		16,75 d	37,75 c	0,00	1,62	0,12 c	1,62 b
Russian-0 mM	11,25 e	21,25 de	3,25	0,72	0,09 c	0,72 c	
Russian-140 mM	5,75 f	10,25 f	5,50	0,31	0,05 c	0,31 d	
	Russian-280 mM						

Genotip x NaCl interaksiyonu değerlendirildiğinde ise en yüksek bitki boyu Ames-304269 genotipinin kontrol grubundan (46.50 cm) ve PI-650142 genotipinin kontrol grubundan (41.25 cm) elde edilmiştir. En düşük bitki boyu ise Russian genotipinin 280 mM konsantrasyonunda (5.75 cm) belirlenmiştir. En yüksek yaprak sayısı Arslanbey ve Ames-304269 genotiplerinin kontrol grubundan sırasıyla 59.25 ve 55.25 adet ile elde edilirken; en düşük yaprak sayısı tüm genotiplerin 280 mM konsantrasyonunda (Arslanbey 8.00 adet, Ames 304269 12.75 adet, PI-650142 8.50 adet ve Russian 10.25 adet) belirlenmiştir. İnteraksiyon bakımından en yüksek sap kuru ağırlığı değerlendirildiğinde Arslanbey, Ames-304269 ve PI-650142 genotiplerinin kontrol grubundan (sırasıyla 1.33, 1.70 ve 1.26 g) belirlenmiştir. En düşük sap kuru ağırlığı

Arslanbey çeşidinin 280 mM konastrasyonu (0.06 g), PI-650142 genotipinin 280 mM konastrasyonu, Russian genotipinin 0, 140 ve 280 mM konastrasyonlarında (sırasıyla 0.12, 0.09 ve 0.05 g) belirlenmiştir. En yüksek bitki kuru ağırlığı, Ames-304269, Arslanbey ve PI-650142 genotiplerinin kontrol grubundan sırasıyla 3.78, 3.12 ve 3.18 g olarak tespit edilmiştir. En düşük bitki kuru ağırlığı ise Arslanbey çeşidi 280 mM tuz konastrasyonundan 0.16 g olarak saptanmıştır.

Tuz konastrasyonu arttıkça bitki boyunda önemli azalmalar meydana gelmiştir ve 280 mM konastrasyonda bitki boyu kontrol grubuna göre %78.6 azalma göstermiştir. Benzer şekilde tuz konastrasyonu arttıkça yaprak sayısında da ciddi azalmalar meydana gelmiş olup %80.3 azalma tespit edilmiştir. Ortalama bitki boyu ve yaprak sayısı değerleri sırasıyla 20.9 cm ve 27.2 adet olarak belirlenmiştir. Bitki boyu, bir bitkinin tuza toleransının önemli bir göstergesidir. Tuzluluk seviyesi arttıkça bitkilerin su alımı zorlaşabilmektedir (Çulha ve Çakırlar 2011). Bu durum, bitkilerin susuz kalmasına, büyüme durmasına ve bitki boyunun kışalmasına yol açabilir. Ayrıca, yüksek tuz seviyeleri fotosentezi olumsuz etkileyebilmektedir. Fotosentez, bitkilerin güneş ışığı kullanarak enerji ürettiği temel süreçtir. Yetersiz fotosentez yapılması yaprakların büyümesini ve yeni yaprakların oluşumunu engelleyebilir, mevcut yaprakların beslenmesini engelleyerek sararması ve ölmesine yol açabilir (Göre 2023). Nitekim, mevcut araştırmada da tuz konastrasyonu arttıkça sarı yaprak sayısı yaklaşık 6 kat artmıştır. Kontrol grubunda nerdeyse hiç sarı yaprak görülmezken 280 mM konastrasyonda 6.18 adet sarı yaprak sayısı tespit edilmiştir.

Ketencik bitkilerine uygulanan tuz konastrasyonlarına bağlı olarak ortalama yaprak kuru ağırlığı 0.82 g, sap kuru ağırlığı 0.48 g ve bitki kuru ağırlığı 1.38 g olarak belirlenmiştir. Tuz konastrasyonu arttıkça yaprak kuru ağırlığı %93.6, sap kuru ağırlığı %91.5 ve bitki kuru ağırlığı %90.7 oranında azalmıştır. Bu sonuçlar tuzluluk gibi abiyotik stres faktörlerinin yaprak kuru ağırlığı, sap kuru ağırlığı ve bitki kuru ağırlığını önemli ölçüde etkileyebileceğini göstermiştir. Yüksek tuzluluk seviyeleri bitkilerin su alımını ve tutma kapasitesini olumsuz etkiler. Tuzlar, bitki hücrelerinin içindeki suyun dışarı çıkmasına neden olabilir. Su kaybı, yaprakların kurumasına ve kuru ağırlığın azalmasına yol açabilir. Ayrıca, yüksek tuzluluk seviyeleri bitkilerin köklerinden alınan su ve besin maddelerinin emilimini olumsuz etkilemektedir (Negrao ve ark. 2017). Yetersiz besin alımı, bitkinin büyümesini ve gelişmesini sınırlamaktadır, bu da yaprakların normalden daha hafif olmasına neden olabilir. Tuz konastrasyonundaki artış bitkilerde hormonal dengeyi etkilemektedir. Bu dengesizlik, bitki büyümesini, gelişimini ve organ oluşumunu etkileyebilir. Yapraklar ve saplar arasındaki normal büyüme oranları değişebilir, bu da sapın kuru ağırlığının düşmesine yol açabilir (Parihar ve ark. 2015). Tüm bu olumsuz etkiler nedeniyle bitkiler, yüksek tuzluluk seviyeleri altında daha küçük büyüebilir ve genel olarak zayıflayabilir. Bu nedenle, tuzluluk seviyeleri kontrol edilmezse, bitkilerin verimliliği düşebilir veya bitki ölümüne yol açabilir.



Şekil 1. Ketencik genotiplerine uygulanan farklı konastrasyonlara karşı tuza tolerans indeksi

Tuza tolerans indeksi uygulanan tuz konastrasyonları ve ketencik genotiplerine göre önemli farklılık göstermiştir (Şekil 1). 140 mM tuz konastrasyonu içerisinde Russian genotipi en yüksek tuza tolerans indeksi ile bu konastrasyon seviyesinde en az etkilenen genotip olmuştur. Araştırmada en düşük tuza tolerans indeksi her iki konastrasyon (140 mM ve 280 mM) bakımından Arslanbey genotipinden elde

edilmiştir. Bu durum Arslanbey çeşidinin tuz stresine karşı yüksek düzeyde hassas olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Tuz stresinden etkilenen birçok farklı bitki türünde hücre fonksiyonlarının bozulduğu, bitki büyüme ve gelişmesinin engellendiği, kök, sap ve yaprak organlarının kuru ağırlığının değiştiği, klorofil miktarının yanı sıra yaprak sayısının da değiştiği birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Aziz ve ark. 2008, Khorasaninejad ve ark. 2010). Mevcut araştırmada ketencik bitkilerine uygulanan 140 mM tuz konsantrasyonunun incelenen özellikler açısından daha az tahribata yol açtığı belirlenmiştir. Ketencik bitkisinin tuza toleransını belirlemek üzere yapılan bir başka araştırmada fide büyümesi için kritik tuz konsantrasyonunun 75 mM olduğu bildirilmiştir (Russo ve Reggiani 2015). Ketencik bitkisinin yakın bir akrabası olan kanola üzerinde yapılan önceki bir çalışma, kanola büyümesinin 150 mM NaCl'ye kadar önemli ölçüde olumsuzlukların inhibe edildiği gösterilmiştir (Liu ve ark. 2013). Daha önce bildirilen sonuçlarla birlikte değerlendirildiğinde bu durum özellikle tuzluluk sorunu olan bölgelerde ketencik bitkilerinin soya fasulyesi, aspir ve kolza bitkilerine tercih edilmesi gerektiğini göstermesi açısından önemlidir.

SONUÇ

Bu araştırmada bazı ketencik genotiplerinde farklı tuzluluk seviyelerinin agronomik özelliklere etkisi incelenmiş ve incelenen parametreler açısından önemli sonuçlar elde edilmiştir. Tuz konsantrasyon düzeyi arttıkça bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak kuru ağırlığı, sap kuru ağırlığı ve bitki kuru ağırlığının azaldığı; sarı yaprak sayısının ise arttığı belirlenmiştir. Tuzlu koşullarda ketencik genotipleri arasında gelişme açısından önemli farklılıklar olduğunu söylemek mümkündür. Ames-304269 genotipinin incelenen parametreler açısından daha üstün sonuçlar ortaya çıkardığı belirlenmiştir. Ketencik bitkilerine uygulanan 140 mM tuz konsantrasyonunun agronomik özellikleri yaklaşık %50 oranında azalttığı ve 280 mM tuz konsantrasyonunun ciddi verim kayıpları ve ölümcül sonuçları ortaya çıkarabileceği tespit edilmiştir. Ayrıca en düşük tuza tolerans indeksi her iki konsantrasyon (140 mM ve 280 mM) bakımından Arslanbey genotipinden elde edilmiştir. Bu durum Arslanbey çeşidinin tuz stresine karşı yüksek düzeyde hassas olduğunu göstermiştir. Ketencik bitkisinin yetiştirilmesinde yüksek tuzlu koşullarda ortaya çıkan yetersiz fotosentez ve hormon dengesindeki bozukluklar büyümelerini sınırlayabilir. Araştırmada incelenen parametreler, bitkinin tuzluluk koşullarında sergilediği sonuçları tespit etmek için yetersizdir. Bitkilerin morfolojik ve biyokimyasal özellikleri birlikte göz önünde bulundurularak tuza karşı stres tepkilerinin belirlenmesi ileriki araştırmalarda daha yararlı olacaktır.

Çıkar Çatışması

Yazar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını tasdik eder.

Yazar Katkısı

Tüm yazarlar eşit katkı sağlamıştır.

Etik Onay

“Bazı Ketencik Genotiplerinde Farklı Tuzluluk Seviyelerinin Agronomik Özelliklere Etkisi” başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel kurallara, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış ve bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir. Çalışmamızda herhangi bir canlıya ait veri bulunmadığından etik kurul izni gerekmemektedir.

KAYNAKLAR

- Anonymous (2023a). <https://www.tuik.gov.tr/> Erişim tarihi: June 17, 2023.
- Anonymous (2023b). <http://faostat.fao.org>, Erişim tarihi: June 15, 2023.
- Arvas, Y. E. & Kocaçalışkan, İ. (2020). Genetiği değiştirilmiş bitkilerin biyogüvenlik riskleri. Türk Doğa ve Fen Dergisi , 9 (2) , 201-210 . <https://doi.org/10.46810/tdfd.804336>
- Aziz, E.E., Al-Amiera, H., & Craker, L.E., (2008). Influence of salt stress on growth and essential oil production in peppermint, pennyroyal, and apple mint. Journal of Herbs Spices Medicinal Plants, (14), 3-9. <https://doi.org/10.1080/10496470802341375>
- Bartels D., & Sunkar R. (2005). Drought and salt tolerance in plants. Critical Reviews in Plant Sciences., (24), 23-58. <https://doi.org/10.1080/07352680590910410>

- Çulha, Ş., & Çakırlar, H., (2011). Tuzluluğun bitkiler üzerine etkileri ve tuz tolerans mekanizmaları. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, (11), 11-34.
- Erdem, T., Arın, L., Erdem, Y., Polat, S., Deveci, M., Okursoy, H., & Gültaş, H.T., (2010). Yield and quality response of drip irrigated broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) under different irrigation regimes, nitrogen applications and cultivation periods, *Agricultural Water Management*, 97 (5), 681-688.
- Göre, M., (2023). Salt sensitivity and some physiological and morphological adaptation mechanisms to salt stress in camelina. *Journal of Elementology*, 28 (1), 78-87. <https://doi.org/10.5601/jelem.2022.27.4.2346>
- Gugel R.K., & Falk K.C. (2006). Agronomic and seed quality evaluation of *Camelina sativa* in western Canada. *Canadian Journal of Plant Science*, 86(4), 1047-1058. <https://doi.org/10.4141/P04-081>
- Hoagland, D.R., Arnon, D.I., (1950). The water-culture method for growing plants without soil. Circular. California Agricultural Experiment Station, 347 (2nd edit).
- Khorasaninejad, S., Mousavi, A., Soltanloo, H., Hemmati, K., & Khalighi, A., (2010). The effect of salinity stress on growth parameters, essential oil yield and constituent of peppermint (*Mentha piperita* L.). *World Applied Sciences Journal*, 11(11), 1403-1407.
- Kuşvuran, Ş., (2012). Effects of drought and salt stresses on growth stomatal conductance leaf water and osmotic potentials of melon genotypes (*Cucumis melo* L.). *African Journal of Agricultural Research*, 7(5), 775-781. <https://doi.org/10.5897/AJAR11.1783>
- Kuşvuran, A., Nazlı, R.I., & Kuşvuran, Ş. (2015). The effects of salinity on seed germination in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) varieties. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 2(1): 78-84, 2015.
- Liu, J., Gao, H., Wang, X., Zheng, Q., Wang, C., Wang, X., & Wang, Q. (2014). Effects of 24-epibrassinolide on plant growth, osmotic regulation and ion homeostasis of salt-stressed canola. *Plant Biology*, 16(2), 440-450. <https://doi.org/10.1111/plb.12052>
- Mahajan, S., & Tuteja, N., (2005). Cold, salinity and drought stress: an overview, *Archives of Biochemistry and Biophysics*, (444), 139-158.
- Miyamoto S., Oster M.F., Rostle C.T., & Lenn E.G. (2012). Salt tolerance of oilseed crops during establishment. *Journal of Arid Land*, (22), 147-151.
- Negrão, S., Schmöckel, S. M., & Tester, M. J. A. O. B. (2017). Evaluating physiological responses of plants to salinity stress. *Annals of Botany*, 119(1), 1-11.
- Parihar, P., Singh, S., Singh, R., Singh, V. P., & Prasad, S. M. (2015). Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. *Environmental science and pollution research*, 22, 4056-4075.
- Razeq F.M., Kosma D.K., Rowland O., & Molina I. (2014). Extracellular lipids of *Camelina sativa*: characterization of chloroform-extractable waxes from aerial and subterranean surfaces. *Phytochemistry*, (106), 188-96. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2014.06.018>
- Russo R., & Reggiani R. (2015). Seed Protein in *Camelina sativa* (L.) Crantz var. *calena*. *International Journal of Plant & Soil Science*, 8(2), 1-6. <https://doi.org/10.9734/IJPSS/2015/19003>
- Türkeş, M., (1994). Artan sera etkisinin Türkiye üzerindeki etkileri, *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*, (321), 71-79.
- Yılmaz, E., Tuna, A.L., & Bürün, B., (2011). Bitkilerin tuz stresine karşı geliştirdikleri tolerans stratejileri. *C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, (7), 47-66.