



**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI OZMOLİTLER VE POTASYUM UYGULAMASININ PAMUK
(*Gossypium hirsutum* L.) BİTKİSİNDE VERİM, VERİM UNSURLARI VE LİF
KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

**Rozerin KOŞAR
TARLA BİTKİLERİ**

**ŞANLIURFA
2026**



**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI OZMOLİTLER VE POTASYUM UYGULAMASININ PAMUK
(*Gossypium hirsutum* L.) BİTKİSİNDE VERİM, VERİM UNSURLARI VE LİF
KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

**Rozerin KOŞAR
TARLA BİTKİLERİ**

DANIŞMAN: Prof. Dr. Hasan HALİLOĞLU

**ŞANLIURFA
2026**

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesinde ve çalışmamın her aşamasında yardımlarını esirgemen, yapıcı ve yönlendirici fikirleri ile bana yol gösteren danışman hocam sayın Prof. Dr. Hasan HALİLOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Denemeyi kurma aşamasında bana yardım eden arkadaşım İshak TURMAK, verilerin ölçümleri sırasında bana yardımcı olan lisans ve lisansüstü öğrencilerine teşekkür ederim. Her daim beni destekleyen ve hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	3
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÇİZELGELER DİZİNİ	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
KISALTMALAR	vii
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	10
3. GEREÇ ve YÖNTEM	16
3.1. Gereç	16
3.1.1. Deneme yeri ve yılı	16
3.1.2. Deneme yerinin iklim ve toprak özellikleri	16
3.1.3. Denemede kullanılan pamuk çeşidinin özellikleri	17
3.1.4. Denemede kullanılan ozmolitler ve potasyumun özellikleri	18
3.1.4.1. Askorbik asit ($H_2C_6H_6O_6$)	18
3.1.4.2. Glisin betain ($C_5H_{11}NO_2$)	18
3.1.4.3. Salisilik asit ($C_7H_6O_3$)	19
3.1.4.4. Sodium nitroprusside ($Na_2 [Fe(CN)_5NO].H_2O$)	19
3.1.4.5. Potasyum sülfat (K_2SO_4)	20
3.2. Yöntem	20
3.2.1. Deneme deseni ve ekim	20
3.2.2. Arazi hazırlığı, sulama, gübreleme, ilaçlama ve diğer kültürel uygulamalar ..	21
3.2.3. İncelenen özellikler ve yöntemleri	22
3.2.3.1. Kütlü pamuk verimi ($kg\ da^{-1}$)	22
3.2.3.2. Bitki boyu (cm)	22
3.2.3.3. Odun dalı sayısı (adet bitki ⁻¹)	22
3.2.3.4. Meyve dalı sayısı (adet bitki ⁻¹)	23
3.2.3.5. Koza sayısı (adet bitki ⁻¹)	23
3.2.3.6. Koza ağırlığı (g)	23
3.2.3.7. Koza kütlü pamuk ağırlığı (g)	23
3.2.3.8. Çırçır randımanı (%)	23
3.2.3.9. 100 Tohum ağırlığı (g)	23
3.2.3.10. Lif indeksi (g)	23
3.2.3.11. Lif uzunluğu (mm)	24
3.2.3.12. Lif inceliği (micronaire)	24
3.2.3.13. Lif kopma dayanıklılığı ($g\ tex^{-1}$)	24
3.2.3.14. Kısa lif oranı (SFI) (%)	24
3.2.3.15. Lif kopma uzaması (%)	24
3.2.3.16. Lif üniformite indeksi (%)	24
3.2.3.17. İplik olabilirlik indeksi (SCI)	25
3.2.3.18. Lif parlaklığı (Rd)	25
3.2.3.19. Lif sarılık değeri (+b)	25
3.3. Verilerin Değerlendirilmesi	25
4. BULGULAR	26

4.1. Kütllü Pamuk Verimi (kg da^{-1})	26
4.2. Bitki Boyu (cm)	27
4.3. Odun Dalı Sayısı (adet bitki^{-1})	29
4.4. Meyve Dalı Sayısı (adet bitki^{-1})	30
4.5. Koza Sayısı (adet bitki^{-1})	32
4.6. Koza Ağırlığı (g)	34
4.7. Koza Kütllü Pamuk Ağırlığı (g)	35
4.8. Çırçır Randımanı (%)	37
4.9. 100 Tohum Ağırlığı (g)	38
4.10. Lif İndeksi (g)	40
4.11. Lif Uzunluğu (mm)	41
4.12. Lif İnceliği (micronaire)	42
4.13. Lif Kopma Dayanıklılığı (g tex^{-1})	44
4.14. Kısa Lif Oranı (%)	45
4.15. Lif Kopma Uzaması (%)	47
4.16. Lif Üniformite İndeksi (%)	48
4.17. İplik Olabilirlik İndeksi (SCI)	50
4.18. Lif Parlaklığı (Rd)	51
4.19. Lif Sarılık Değeri (+b)	53
5. TARTIŞMA	55
5.1. Kütllü Pamuk Verimi	55
5.2. Bitki Boyu	56
5.3. Odun Dalı Sayısı	56
5.4. Meyve Dalı Sayısı	57
5.5. Koza Sayısı	57
5.6. Koza Ağırlığı	58
5.7. Koza Kütllü Pamuk Ağırlığı	58
5.8. Çırçır Randımanı	59
5.9. 100 Tohum Ağırlığı	60
5.10. Lif İndeksi	61
5.11. Lif Uzunluğu	62
5.12. Lif İnceliği	63
5.13. Lif Kopma Dayanıklılığı	64
5.14. Kısa Lif Oranı	65
5.15. Lif Kopma Uzaması	65
5.16. Lif Üniformite İndeksi	66
5.17. İplik Olabilirlik İndeksi	67
5.18. Lif Parlaklığı	67
5.19. Lif Sarılık Değeri	68
6. SONUÇLAR	69
7. ÖNERİLER	72
KAYNAKLAR	74
ÖZ GEÇMİŞ	81

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI OZMOLİTLER VE POTASYUM UYGULAMASININ PAMUK (*Gossypium hirsutum* L.) BİTKİSİNDE VERİM, VERİM UNSURLARI VE LİF KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Rozerin KOŞAR

HARRAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
TARLA BİTKİLERİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hasan HALİLOĞLU

Yıl: 2026, Sayfa: 81

Bu çalışma farklı ozmolitler ve potasyum uygulamasının pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) bitkisinde verim, verim unsurları ve lif kalite özelliklerine etkisini saptamak amacıyla yapıldı. Çalışma 2024 pamuk yetiştirme sezonunda yürütüldü. Çalışmada Candia pamuk çeşidine farklı dönemlerde yapraktan ozmolitler (askorbik asit, glisin betain, salisilik asit ve sodyum nitroprussid) ve potasyum uygulandı. Çalışma tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kuruldu. Ekim deneme mibzeri ile sıra arası 75 cm, sıra üzeri ise 8-10 cm ve her uygulama 4 sıralı olacak şekilde ekildi.

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; En yüksek kütlü pamuk verimi ($429,93 \text{ kg da}^{-1}$), bitki boyu (112,53 cm), meyve dalı sayısı ($14,30 \text{ adet bitki}^{-1}$), koza sayısı ($10,93 \text{ adet bitki}^{-1}$) ve koza kütlü pamuk ağırlığı (5,54 g) Sodyum Nitroprusside uygulamasından, en düşük odun dalı sayısı ($1,03 \text{ adet bitki}^{-1}$) K_2SO_4 (Potasyum Sülfat) uygulamasından, en yüksek çırcır randımanı (%42,53) ise Askorbik Asit+ K_2SO_4 uygulamasından elde edilmiştir. Koza ağırlığı, 100 tohum ağırlığı, lif indeksi, lif uzunluğu, lif inceliği, lif kopma dayanıklılığı, kısa lif oranı, lif kopma uzaması, lif üniformite indeksi, iplik olabilirlik indeksi, lif parlaklığı ve lif sarılık değerleri arasında istatistiki olarak herhangi bir farklılık bulunamamıştır. Tüm sonuçlar değerlendirildiğinde; Kütlü pamuk verimi, meyve dalı sayısı, koza sayısı ve koza kütlü pamuk ağırlığı bakımından yapraktan Sodyum Nitroprusside'nin uygulanmasının önerilebileceği, lif kalite özellikleri üzerine farklı ozmolitler ve potasyum uygulamasının herhangi bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

ANAHTAR KELİMELEER: Verim, Potasyum, Pamuk, Ozmolit, Lif özellikleri

ABSTRACT

MASTER'S THESIS

THE EFFECT OF DIFFERENT OSMOLYTES AND POTASSIUM APPLICATION ON YIELD, YIELD COMPONENTS AND FIBER QUALITY TRAITS OF COTTON (*Gossypium hirsutum* L.)

Rozerin KOŞAR

HARRAN UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL
FIELD CROPS

Thesis Advisor: Prof. Hasan HALILOĞLU

Year: 2026, Page: 81

This study was carried out to evaluate the effects of different osmolytes and potassium application on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) yield, yield components and fiber quality traits of cotton. The experiment was conducted during 2024 cotton growing season. Candia variety was used as material. Osmolytes (ascorbic acid, glycine betaine, salicylic acid, and sodium nitroprusside) and potassium were applied to the foliage at different growth stages. The experiment was conducted according to a randomized complete block design with three replications. Inter and intra-row spacing was 75 and 8-10 cm, respectively, and each plot consisted of four rows.

Sodium nitroprusside significantly increased lint yield (429.93 kg ha⁻¹), plant height (112.53 cm), number of fruiting branches (14.30 plant⁻¹), number of bolls (10.93 plant⁻¹), and boll seed cotton weight (5.54 g), while the lowest count of vegetative branches (1.03 plant⁻¹) was noted for K₂SO₄ (Potassium Sulfate). The combined application of ascorbic acid and K₂SO₄ resulted in the highest ginning outturn (42.53%). Boll weight, 100 seed weight, fiber index, fiber length, fiber fineness, fiber strength, short fiber index, fiber elongation, fiber uniformity index, spinning consistency index, degrees of reflectance (Rd), and fiber yellowness (+b) remained unaffected. Overall, foliar application of sodium nitroprusside may be recommended to improve seed cotton yield, number of fruiting branches, number of bolls, and boll seed cotton weight. In contrast, different osmolyte solutions and potassium applications did not significantly affect on fiber quality.

KEYWORDS: Yield, Potassium, Cotton, Osmolite, Fiber properties

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1.	Şanlıurfa iline ait 2024 yılı yetiştirme sezonuna ait iklim verileri	16
Çizelge 3.2.	Deneme alanı topraklarına ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler	17
Çizelge 3.3.	Uygulamalar	20
Çizelge 4.1.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen kütü pamuk verimi (kg da^{-1}) değerlerine ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri	26
Çizelge 4.2.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen kütü pamuk verimi değerleri (kg da^{-1}) ile Tukey testine göre belirlenen gruplar	26
Çizelge 4.3.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen bitki boyu (cm) değerlerine ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri	27
Çizelge 4.4.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen bitki boyu (cm) değerleri ile Tukey testine göre belirlenen gruplar . .	28
Çizelge 4.5.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen odun dalı sayısı (adet bitki $^{-1}$) değerlerine ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri	29
Çizelge 4.6.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen odun dalı sayısı değerleri (adet bitki $^{-1}$) ile Tukey testine göre belirlenen gruplar	29
Çizelge 4.7.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen meyve dalı sayısı (adet bitki $^{-1}$) değerlerine ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri	31
Çizelge 4.8.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen meyve dalı sayısı değerleri (adet bitki $^{-1}$) ile Tukey testine göre belirlenen gruplar	31
Çizelge 4.9.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen koza sayısı (adet bitki $^{-1}$) değerlerine ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri	32
Çizelge 4.10.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen koza sayısı değerleri (adet bitki $^{-1}$) ile Tukey testine göre belirlenen gruplar	33
Çizelge 4.11.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen koza ağırlığı (g) değerlerine ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri	34
Çizelge 4.12.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen koza ağırlığı değerleri (g) ile Tukey testine göre oluşan gruplar	34
Çizelge 4.13.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen koza kütü pamuk ağırlığı (g) değerlerine ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri	35
Çizelge 4.14.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen koza kütü pamuk ağırlığı değerleri (g) ile Tukey testine göre belirlenen gruplar	36
Çizelge 4.15.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen çırçır randımanı (%) değerlerine ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri	37
Çizelge 4.16.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen çırçır randımanı (%) değerleri (%) ile Tukey testine göre belirlenen gruplar	37

Çizelge 4.17.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen 100 tohum ağırlığı değerlerine (g) ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri	38
Çizelge 4.18.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen 100 tohum ağırlığı değerleri (g) ile Tukey testine göre belirlenen gruplar	39
Çizelge 4.19.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif indeksi değerlerine (g) ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri	40
Çizelge 4.20.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif indeksi değerleri (g) ile Tukey testine göre belirlenen gruplar . .	40
Çizelge 4.21.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif uzunluğu değerlerine (mm) ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri	41
Çizelge 4.22.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif uzunluğu değerleri (mm) ile Tukey testine göre belirlenen gruplar	42
Çizelge 4.23.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif inceliği değerlerine (micronaire) ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri	43
Çizelge 4.24.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif inceliği değerleri (micronaire) ile Tukey testine göre belirlenen gruplar	43
Çizelge 4.25.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif kopma dayanıklılığı değerlerine (g tex^{-1}) ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri	44
Çizelge 4.26.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif kopma dayanıklılığı değerleri (g tex^{-1}) ile Tukey testine göre belirlenen gruplar	45
Çizelge 4.27.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen kısa lif oranı değerlerine (%) ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri	46
Çizelge 4.28.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen kısa lif oranı değerleri (%) ile Tukey testine göre belirlenen gruplar .	46
Çizelge 4.29.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif kopma uzaması değerlerine (%) ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri	47
Çizelge 4.30.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif kopma uzaması değerleri (%) ile Tukey testine göre belirlenen gruplar	48
Çizelge 4.31.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif üniformite indeksi değerlerine (%) ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri	49
Çizelge 4.32.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif üniformite indeksi değerleri (%) ile Tukey testine göre belirlenen gruplar	49
Çizelge 4.33.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen iplik olabilirlik indeksi değerlerine (SCI) ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri	50

Çizelge 4.34.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen iplik olabilirlik indeksi değerleri (SCI) ile Tukey testine göre belirlenen gruplar	50
Çizelge 4.35.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif parlaklığı değerlerine (Rd) ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri	52
Çizelge 4.36.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif parlaklığı değerleri (Rd) ile Tukey testine göre belirlenen gruplar	52
Çizelge 4.37.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif sarılık değeri değerlerine (+b) ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri	53
Çizelge 4.38.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif sarılık değerleri (+b) ile Tukey testine göre belirlenen gruplar .	53

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen kütü pamuk verimi (kg da^{-1}) değerleri	27
Şekil 4.2.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen bitki boyu (cm) değerleri	29
Şekil 4.3.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen odun dalı sayısı (adet bitki ⁻¹) değerleri	30
Şekil 4.4.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen meyve dalı sayısı (adet bitki ⁻¹) değerleri	32
Şekil 4.5.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen koza sayısı (adet bitki-1) değerleri	33
Şekil 4.6.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen koza ağırlığı (g) değerleri	35
Şekil 4.7.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen koza kütü pamuk ağırlığı (g) değerleri	36
Şekil 4.8.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen çırcır randımanı (%) değerleri	38
Şekil 4.9.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen 100 tohum ağırlığı (g) değerleri	39
Şekil 4.10.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif indeksi değerleri (g)	41
Şekil 4.11.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif uzunluğu değerleri (mm)	42
Şekil 4.12.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif inceliği değerleri (micronaire)	44
Şekil 4.13.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif kopma dayanıklılığı değerleri (g tex^{-1})	45
Şekil 4.14.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen kısa lif oranı değerleri (%)	47
Şekil 4.15.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif kopma uzaması değerleri (%)	48
Şekil 4.16.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif üniformite indeksi değerleri (%)	50
Şekil 4.17.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen iplik olabilirlik indeksi değerleri (SCI)	51
Şekil 4.18.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif parlaklığı değerleri (Rd)	53
Şekil 4.19.	Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif sarılık değeri değerleri (+b)	54

KISALTMALAR

°C	Santigrat Derece
da	Dekar

1. GİRİŞ

Pamuk, lifi ile tekstil endüstrimizin, tohumu ile de yağ sanayimizin önemli miktarda ham maddesini karşılayan en önemli bitkilerden biridir. Günümüzde birçok amaçla kullanılan lifler, en çok insanların giyim gereksinimlerini karşılayabilmek amacıyla kullanılmıştır. İnsanlar tarafından kullanılan birçok doğal lif bulunmakta ancak, bunların en önemlisi pamuktur. Pamuğun tüketilen liflerin içindeki payı %28, bitkisel liflerin içindeki payı yaklaşık %75'tir. Pamuk, ülkemizde çok önemli endüstriyel ürünlerinden birisidir ve ülke ekonomisine ciddi miktarda katma değer katmaktadır. Pamuk hem iç ticarete hem de ülkemiz ihracatı içerisinde önemli bir yer tutmaktadır.

Dünya pamuk piyasası 2024/25 sezonunda, iklim koşulları, dalgalanan fiyatlar, ticaret politikaları ve pamuk üretiminde lider ülkelerin ekonomik performansları gibi faktörlerin etkisiyle şekillenmiştir. 2024/2025 sezonunda küresel pamuk üretimi yaklaşık 25,3 milyon ton olarak gerçekleşirken, Türkiye 840 bin ton lif pamuk üretimiyle dünyada 7. sırada yer almıştır. Dünya genelinde iklim dalgalanmaları, artan üretim maliyetleri ve ticaret politikaları sezonun şekillenmesinde ana rolü oynamıştır. Türkiye'de 2024/2025 sezonunda 467 bin ha alanda 2,2 milyon ton kütlü pamuk üretilmiş, bunun karşılığında yaklaşık 840 bin ton lif pamuk elde edilmiştir (Özüdoğru, 2025).

Pamuk bitkisi Türkiye'de en çok Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yetiştirilmektedir. Pamuk üretiminde en büyük paya sahip illerimiz ise birinci sırada %41.1 oranı ile Şanlıurfa ile gelmektedir. Onu Diyarbakır (%17.3), Aydın (%11.0), Hatay (%7.8), İzmir (%7.1) ve Manisa (%3.6) takip etmektedir (Özüdoğru, 2025).

Pamuk yetiştiriciliğinde çevresel faktörler ciddi anlamda önem arz etmektedir. Dolayısıyla pamuğun verimi ve liflerin özellikleri kullanılan pamuğun çeşidine ve genetik potansiyeline bağlı olmakla birlikte, çevre koşullarından da önemli bir şekilde etkilenebilmektedir.

Bitkiler yaşamları süresince, gelişmelerini olumsuz etkileyen farklı koşullarla karşılaşmaktadırlar. Levitt (1980) "canlılar için elverişsiz çevre koşulları" olarak tanımlama yapmıştır. Bu koşullar "stres" olarak isimlendirilmektedir. Stres faktörleri, oluşum durumla-

rına göre biyotik ve abiyotik stres faktörleri olarak iki grupta incelenebilmektedir. Virüs, bakteri ve fungusları içeren patojenler, böcekler ve herbivorlar biyotik stres faktörleri, soğuk, sıcak, kuraklık, tuzluluk, su fazlalığı, radyasyon, oksidatif stres, rüzgâr ve toprakta besin yetersizliği gibi çevresel faktörler ise abiyotik faktörler olarak adlandırılmaktadır. Stres faktörleri, metabolik ve temel fizyolojik olaylarda farklılıklara yol açarak, bitkilerde büyüme ve gelişmeyi olumsuz yönde etkilemekte, ürünün kalite ve miktarının azalmasına sebep olmaktadır (Korkmaz ve Durmaz, 2017).

Bitkiler, kuraklık, aşırı düşük ya da yüksek sıcaklıklar ile su ve tuzluluk gibi olumsuz çevresel koşullarına maruz kaldıklarında, bazı biyosentetik enzimlerin etkinliği sayesinde stresin etkisini azaltmaya yönelik mekanizmalar geliştirirler. Bu süreçte, “osmotik koruyucular” olarak adlandırılan bileşiklerin miktarında artış gözlenir (McNeil vd. 1999).

Osmotik koruyucular, belirli sıcaklık aralıklarında çözünebilen ve hücre içinde belirli derişimlerde birikmelerine rağmen toksik etki göstermeyen maddelerdir. Sitoplazmada ozmotik dengeyi düzenleyerek hücre içi basıncın korunmasına katkı sağlarlar. Ayrıca sıcaklık ve tuzluluk seviyelerinin optimal sınırların dışına çıktığı durumlarda protein yapılarını stabilize ederler. Bu özellikleri sayesinde, bitkilerin olumsuz çevresel koşullarına uyum sağlamasında önemli bir rol oynadıkları gibi kuraklık ve tuzluluk gibi stres faktörlerine karşı dayanıklılığı artırır (McNeil vd. 1999).

Bitkilerde sentezlenen her 1 gram organik madde için, kökler aracılığıyla yaklaşık 500 gram suyun alınması gerekmektedir. Su alımı ve taşınımındaki küçük aksaklıklar dahi su yetersizliğine neden olabilir ve bu durum hücre içindeki birçok metabolik sürecin olumsuz etkilenmesine yol açar. Bu nedenle su dengesinin korunması, özellikle kara bitkileri açısından oldukça önemli ve zorlayıcı bir süreçtir (Taiz ve Zeiger, 2008). Sıcak stresine karşı koruyucu işlevleri olan askorbik asit (AA) ve salisilik asit (SA) gibi bilinen bazı organik bileşikler vardır. Askorbat, bitkilerin yüksek sıcaklık gibi çeşitli çevresel streslere karşı korunmasında kilit rol oynayan önemli bir metabolittir (Vwioko vd. 2008).

Bitki türlerinin yeryüzündeki yayılışı ve yaşamlarını sürdürebilmeleri büyük ölçüde farklı abiyotik stres etmenlerine dayanabilme kapasitelerine bağlıdır. Bitkiler, çevresel streslere karşı hücrel metabolizmalarını yeniden düzenleyerek ve çeşitli savunma

sistemlerini aktive ederek yanıt verirler. Bu süreçte önceden ve stres sonrası indüklenen savunma mekanizmaları devreye girer. Kalsiyum, jasmonik asit, etilen, absisik asit, salisilik asit ve poliaminler gibi bileşikler bitkilerde sinyal iletiminde önemli rol oynayan moleküller arasındadır. Bu savunma stratejilerinden biri de salisilik asidin yüksek düzeylerde birikmesidir. Araştırmalar, stres toleransı yüksek bitkilerde salisilik asit üretiminin arttığını ya da dışarıdan uygulanan salisilik asidin bitki içindeki düzeyini yükselterek savunma mekanizmalarını harekete geçirdiğini ortaya koymuştur (Klessing ve Malamy 1994; Hayat vd. 2010).

Farklı ozmolitler kullanarak bitkinin stres ortamına toleransının artırılması ve iklim değişikliği sonucu ortaya çıkan bu sorununun çözümünde uygulanabilir bir yaklaşımdır (El Sabagh vd. 2017). Bitkilerde çeşitli biyolojik fonksiyonlar için gerekli olan en bol antioksidan bileşiklerinden birisi askorbik asittir (Chaturvedi vd. 2022). Askorbik asit ayrıca hücre bölünmesi ve genişlemesi, ozmotik ayarlama ve hormon biosentezi gibi bitki büyüme ve gelişimi için temel olan süreçlerde önemli bir rol oynar (Smirnoff, 2018; Zheng vd. 2022).

Askorbik asit (AsA), bitkilerde çeşitli biyolojik işlevler için gerekli olan en bol antioksidan bileşiktir (Chaturvedi vd. 2022). Fotosentetik süreçteki fizyolojik rolü, enzimatik bir kofaktör olarak katılımı, bir fotokoruyucu olarak hareket etmeyi ve aşırı ışık enerjisinin tüketimini içerir (Maruta, 2022). AsA ayrıca hücre bölünmesi ve genişlemesi, ozmotik ayarlama ve hormon biyosentezinde, bitki büyümesi ve gelişiminde gerekli olan süreçlerde önemli bir rol oynar (Smirnoff, 2018; Zheng vd. 2022). Sıcak stresi altındaki pamuğun taraklanma ve çiçeklenme dönemlerinde AsA uygulaması antioksidan enzimlerin (CAT, POX ve SOD) aktivitesini ve verimini arttırmaktadır (Kamal vd. 2017).

Askorbik asit, sağlıklı bitki metabolizması için gerekli olan organik bir moleküldür. Yüksek bitkiler gelişmek için eser miktarda askorbik aside (AsA) ihtiyaç duyar. Bitkilerin ihtiyaç duyduğu askorbik asit çok çeşitlidir. Önemli bir enzim kofaktörü ve bir antioksidandır (Zhang, 2013). AsA tüm canlı bitki hücrelerinde bulunur, ancak en çok bitkinin aktif olarak büyüdüğü yaprak ve çiçeklerde bulunur. AsA, hücre bölünmesi ve ozmotik düzenlemede yer alan önemli bir moleküldür (Smirnoff, 2018).

Askorbat, bitkilerde yüksek sıcaklık, tuzluluk vb. gibi çok sayıda çevresel strese

karşı bitki korumasında kilit rol oynayan önemli bir metabolittir (Vwioko vd. 2008). Kloroplastların tilakoid membranları gibi bitki membranlarına zarar veren zararlı oksidanları nötralize ederek stresin bitkiler üzerindeki olumsuz etkilerini azaltma yeteneğine sahiptir (Dolatabadian vd. 2009).

Bu anlamda askorbik asit, olumsuz abiyotik koşullar altında bitki savunma mekanizmalarının potansiyel bir düzenleyicisi olarak hareket ederek bitki gelişimi üzerinde çok sayıda olumlu etkiyi teşvik edebilir. Serbest askorbik asit seviyeleri ve enzimatik kullanımı koza büyümesinin erken aşamalarında daha yüksek olmakta ve yaşla birlikte giderek azalmaktadır (Reine ve Stegink, 1988).

Sıcak mevsim bitkisi olması nedeniyle tüm çevresel faktörler arasında sıcaklık stresi, pamuk bitkisinin (*Gossypium hirsutum* L.) büyümesinde ve veriminin azalmasında kilit bir role sahiptir (Rana vd. 2011). Pamuk tarımının tüm büyüme evreleri yüksek sıcaklıklardan olumsuz etkilenmekte, ancak çiçeklenme ve meyvelenme dönemi bu konuda en hassas olanıdır (Oosterhuis, 2002). Pamuk tarımında en iyi büyüme için günlük standart sıcaklık 27 ile 29 °C arasındadır (Reddy vd. 2004). Diğer taraftan pamuk ürünü ağırlıklı olarak maksimum gün sıcaklığının 48-50 °C'ye ulaştığı yarı kurak koşullarda yetiştirilmektedir (Gür vd. 2010). 32 °C'nin üzerinde, pamuk bitkisinde üreme verimliliği (tozlaşma ve dölleme) ciddi şekilde etkilenir (Snider vd. 2009). 35-40 °C'nin üzerindeki bir sıcaklık pamukta meyve dallarının uzamasını önemli ölçüde kısıtlamaktadır (Reddy vd. 2004).

Biyostimülanlar; bitki beslenmesini desteklemek, büyüme ve gelişmeyi teşvik etmek, ürün verimi ile kaliteyi artırmak ve bitkilerin stres koşullarına karşı dayanıklılığını güçlendirmek için kullanılan organik veya inorganik maddelerdir. Bu bileşikler tohumlara ön uygulama şeklinde ya da bitkilere yaprak ve toprak yoluyla verilebilmektedir. Bitkiler, gelişim süreçlerini düzenlemek ve çevresel streslere karşı dirençlerini artırmak için aminoasitlerden yararlanır. Nitekim bazı aminoasitlerin dışarıdan uygulanmasıyla bitkilerin abiyotik streslere karşı korunduğu ve metabolik sinyal yollarının aktive edildiği belirlenmiştir. Glisin betain ise protein yapısına katılmayan, ancak dışsal uygulamalarla bitkilere verilebilen önemli aminoasit türevlerinden biri olarak öne çıkmaktadır (Külahtaş ve Çokuysal, 2016).

Glisin Betain (GB), glisinin tamamen N-metil ile ikame edilmiş bir türevidir ve çok

çeşitli mikroorganizmalarda, yüksek bitki ve hayvanlarda bulunur (Rhodes ve Hanson, 1993). GB, “çözünen maddeler” olarak bilinen bir bileşik grubuna aittir. Suda çok çözünür olan ve yüksek konsantrasyonlarda toksik olmayan küçük organik metabolitlerdir. GB birçok halotolerant (yüksek tuz yoğunluğuna dayanıklı mikroorganizma) bitkinin kloroplastlarında ve plastidlerinde birikir. Bu bitkiler abiyotik strese karşı yüksek düzeyde GB biriktirir (Allard vd. 1998; Kishitani vd. 1994). Birikmiş GB seviyeleri genellikle stres toleransının boyutuyla ilişkilidir (Rhodes ve Hanson, 1993). GB enzimlerin ve karmaşık proteinlerin dördüncül yapılarını etkili bir şekilde stabilize eder ve fizyolojik olmayan sıcaklıklarda ve tuz konsantrasyonlarında membranların yüksek düzeyde düzenli durumunu korur. GB’nin doğal olarak GB biriktirmeyen bitkilere uygulanması bu tür bitkilerin çeşitli abiyotik stres faktörlerine karşı toleransını artırır.

Glisin betain; kuraklık, tuzluluk, yüksek sıcaklık, ağır metal stresi ve UV radyasyonu gibi negatif çevre koşullarına karşı bitkilerde sentezlenen önemli bir ozmolit olarak öne çıkmaktadır. Bitki dokularında bulunan kuaterner amonyum bileşikler arasında, özellikle kuraklık stresine yanıt olarak en yüksek düzeyde biriken bileşik GB’dir. Büyük oranda kloroplastlarda bulunan bu madde, fotosentetik mekanizmanın sürekliliğinin sağlanmasında kritik bir işlev üstlenir. Bununla birlikte, birçok bitki türünde stres koşullarında doğal olarak biriken GB miktarı, zararlı etkileri tamamen gidermeye yetmemektedir. Bu nedenle, GB’nin dışarıdan uygulanmasının, çevresel streslerin bitkiler üzerindeki olumsuz etkilerini minimize etmede etkili bir yaklaşım olduğu bildirilmektedir (Mansour, 1998; Ashraf ve Foolad, 2007).

Güçlü bir ozmotik tolerans sağlayıcı olan GB, ozmotik stres koşullarında dışarıdan uygulandığında yaprak dokuları tarafından kolaylıkla absorbe edilir. Kloroplastlarda birikerek fotosentetik etkinliğin devamlılığını destekler, hücre zarlarının bütünlüğünü korur ve membran hasarını sınırlar. Bunun yanı sıra, potasyum (K) alımını teşvik eder ve klorofil içeriğinin artmasına katkıda bulunur.

Glisin betain uygulanan bitkilerde, yüksek tuzluluk düzeyleri ve gelişmeyi sınırlandıran sıcaklık koşulları altında enzimlerin ve hücre zarlarının ozmotik dengesinin korunduğu belirlenmiştir. GB, kuraklık, tuzluluk, ağır metal stresi ve yüksek sıcaklık gibi çevresel faktörlere karşı bazı bitki türlerinde sentezlenip biriken önemli bir organik ozmolit olarak

tanımlanmaktadır (Ashraf ve Foolad, 2007).

Tuzluluk ve yüksek sıcaklık gibi çevresel stres koşullarında GB, bitki dokularındaki ozmotik dengeyi düzenleyerek bitkinin bu olumsuz etmenlere karşı dayanıklılığını artırmaktadır (Korteniemi, 2007). Ayrıca, glisin betainin hücrelerde birikimi hücre ölümünü azaltmakta ve bu durum bitkinin özellikle kuraklık stresine karşı geliştirdiği önemli bir adaptasyon mekanizması olarak değerlendirilmektedir (Bhardwaj ve Yadav, 2012).

Salisilik asit (SA) bitkiler tarafından sentezlenen, biyotik ve abiyotik birçok stres faktörlerine karşı toleransı sağlayan mekanizmada sinyal görevi yapan bir moleküldür. Salisilik asidin (SA) bitkilerin farklı fizyolojik ve biyokimyasal aktivitelerini etkilediği ve büyüme ve verimlerini düzenlemede kilit bir rol oynayabileceği bilinmektedir (Hayat, 2010). Olgunlaştıkça fotosentez yapma kabiliyeti azalan bitkiler, yapraktan salisilik asit desteğiyle fotosentez yapımını artırmaktadır. Büyümeye doğrudan değil, dolaylı etkisi olan salisilik asit, bağışıklığı güçlendirmekte ve hastalık direncini artırmaktadır. Ayrıca, salisilik asit kullanılan bitkilere, daha az parazit dadandığı fark edilmektedir. Bitkilerin doğal savunma mekanizmasını uyaran madde sayesinde, bitkilerde daha az bakteri, mantar ve viral hastalık görülmektedir. Bir bitki hormonu olan salisilik asidin antioksidan üretimini arttırdığı, aynı zamanda kuraklığa toleransı teşvik ettiği ve buğdayda verimi arttırdığı da bildirilmiştir (Singh ve Usha, 2003; Waseem vd. 2007).

Pamuk bitkisi üzerinde yapılan çalışmalarda, salisilik asit uygulamasının verimi artırdığını ortaya koyuyor. Salisilik asit, pigment biyosentezi ve lignin, alelopati, abiyotik ve biyotik stres yanıtlarını düzenliyor. Bu madde, çevresel strese dayanıklılık için hücreyi uyarıyor. Böylelikle, kuraklık, soğuk, sıcaklık gibi stres koşullarına karşı, bitkinin dayanma kabiliyeti artıyor. SA uygulaması (püskürtme) pamuğun büyümesini ve verimliliğini artırmada etkili olduğu bildirilmiştir (Noreen vd. 2013).

Bitkilere uygulandığında çeşitli fizyolojik ve biyokimyasal süreçleri etkileyerek önemli faydalar sağlayabilen diğer bir ozmolit sodyum nitroprussid (SNP)'dir. Öncelikle, bitkilerin kuraklık, tuzluluk, soğuk gibi abiyotik stres faktörlerine karşı toleransını artırarak hayatta kalma ve verimliliğini yükseltebilir. Bu bileşik, bitkilerde nitrik oksit (NO) salınımına neden olur ki NO, hücrel sinyalizasyon ve savunma mekanizmalarında kritik bir rol oynar.

Yaşlanma genellikle tarımsal üretimi, özellikle de verimi etkilemektedir. Diğer birçok bitkide olduğu gibi, erken yaşlanma genellikle pamuk verimini ve kalitesini düşürür (Wright, 1998). Guo vd. (2009) SNP'nin yaprak Na içeriğini azaltarak ve yaprak K/Na oranını artırarak bitkinin tuz toleransını artırabileceğini bildirmişlerdir. Tuz stresinin bir sonucu olarak erken yaşlanmaya genellikle azalan klorofil içeriği, fotosentetik verimlilik (F_v/F_m) ve yüksek H_2O_2 seviyesi eşlik eder (Lim vd. 2007; Allu vd. 2014). Sodyum nitroprussid (SNP) ile muamele, yaprak yaşlanmasını geciktirdiği (Guo ve Crawford 2005; Jasid vd. 2009), ancak bununla birlikte, SNP'nin tuzluluğun neden olduğu pamuk yaprağı yaşlanmasını geciktirip geciktirmediği ve nasıl geciktirdiği konusunda henüz çok az şey bilinmektedir.

Potasyum, lif oluşumu üzerinde belirleyici etkisi bulunan ve bitkilerin normal büyüme ile gelişimi açısından vazgeçilmez bir makro besin elementidir. Bitkilerde su ilişkilerinin düzenlenmesinde, yeni dokuların oluşumunda ve gelişiminde, fotosentetik süreçlerde önemli görevler üstlenir. Ayrıca karbonhidrat ve şekerlerin taşınmasında rol oynar ve pek çok metabolik süreçte görev alan enzimlerin aktivasyonunda etkili olmaktadır (Coker vd. 2009).

Birçok pamuk üretim bölgesi toprakta yeterli potasyuma sahiptir. Ancak aşırı magnezyum ve sodyum nedeniyle pamuk bitkileri toprak çözeltisinden potasyum almakta zorlanmaktadır. Yapraklarda belirtiler görüldüğünde, verim ve lif kalitesi kaybolur ve geri kazanılamaz. Yaprak eksikliği belirtileri arasında damarlar arasında ve yaprak kenarlarında kahverengiye dönen ve ölen sarımsı lekeler bulunur. Erken yaşlanma ve koza gelişiminde azalma meydana gelir.

Potasyum noksanlığı; kumlu, suya doymuş, tuzlu, asidik ve organik maddesi fazla olan topraklarda çok daha yaygın olarak ortaya çıkmaktadır (Goulding ve Loveland, 1986). Bununla birlikte, üretim alanlarında toprakta yeterli düzeyde potasyum bulunsa dahi potasyumlu gübre uygulamalarının, bitki gelişimi ve fizyolojik süreçler üzerinde önemli olumlu etkiler sağladığı bildirilmektedir (IPI, 2017). Ayrıca bu uygulamaların, kuraklık (Gupta vd. 1989) ve tuzluluk (Gökboğa, 2014; Karaaslan, 2016) gibi stres koşullarına karşı bitki dayanıklılığını artırdığı ifade edilmektedir.

Potasyum gereksinimi genellikle ekim öncesinde toprağa karıştırılarak ya da ekim sonrasında toprağa uygulanarak karşılanmaktadır. Bununla birlikte, yapraktan uygulama

yöntemi özellikle ekim sonrası dönemlerde ve toprak uygulamalarının yeterince etkili olmadığı, özellikle koza oluşumuna yakın süreçlerde bitkinin potasyum ihtiyacını kısa sürede (yaklaşık 20 saat içinde) karşılayabilme imkânı sağlamaktadır (Abaye, 2009). Toprakтан yapılan gübrelemeye ek olarak, erken koza oluşumu ve koza gelişiminin en yoğun olduğu dönemlerde iki kez gerçekleştirilen yaprakтан potasyum uygulamasının, pamuğun verim ve lif kalite özelliklerini artırdığı bildirilmektedir (Dewdar ve Rady, 2013).

Bitkiler yaşamlarını sürdürdükleri ortamlarda, gelişimlerini sınırlandıran çeşitli olumsuz çevresel koşullarla karşı karşıya kalmaktadır. Bitkilerde büyüme, gelişme ve metabolik faaliyetleri olumsuz yönde etkileyen ya da kısıtlayan bu durumlar genel olarak stres olarak tanımlanmaktadır (Gürel ve Avcıoğlu, 2001).

Dünya çapında önemli bir lif ürünü olan pamuk, kuraklık stresinin olumsuz etkilerine karşı özellikle savunmasızdır. Kuraklık stresi pamuğun büyümesini, su içeriğini, fotosentezini ve verimini azaltmaktadır (Shavkiev vd. 2020). Kuraklık stresi ayrıca nitrat redüktaz ve glutamin sentetaz dâhil olmak üzere temel enzim aktivitelerini azaltarak pamuğun azot metabolizmasını bozabilir, bu da azot alımının ve kullanımının azalmasına neden olur (Qiao vd. 2019). Ayrıca, kuraklık stresi altında bozulmuş azot metabolizması, bitkideki oksidatif stresi artırarak kuraklık stresi etkilerini şiddetlendirebilir (Begum vd. 2019).

Tüm çevresel faktörler arasında sıcaklık stresi, pamuk bitkisinin (*Gossypium hirsutum* L.) büyümesinde ve veriminin azalmasında kilit bir role sahiptir (Rana vd. 2011). Pamuk tarımının tüm büyüme evreleri yüksek sıcaklıklardan olumsuz etkilenmekte, ancak çiçeklenme ve meyvelenme dönemi bu konuda en hassas olanıdır (Oosterhuis, 2002). Sıcaklıktaki her 1 °C'lik artış pamuk verimini %10-17'ye kadar etkilemektedir (Pettigrew, 2008). Dabbert ve Gore (2014), yakın gelecekte pamuk üretiminin uzun süreli aşırı yüksek sıcaklık gibi abiyotik stresten etkileneceğini bildirmiştir. Özellikle Harran ovasında tuzluluk ve yüksek sıcaklıklar önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sorunlardan dolayı oluşabilecek verim ve kalite kayıpları en aza nasıl indirilebilir sorusuna kısmen cevap bulmak amacıyla bu çalışma yapılmıştır.

Bu çalışma, Harran Ovası koşullarında farklı ozmolitler ve potasyum uygulamasının

pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) bitkisinde verim, verim unsurları ve lif kalite özelliklerine etkisini belirlemek, pamuk büyümesi ve verim üzerindeki etkilerini değerlendirmek ve çiftçilere öneriler sunmak amacıyla yapılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Heitholt v.d. (2001), yaprak üzerinden uygulanan salisilik asidin pamuğun (*Gossypium hirsutum* L.) çiçeklenmesi, koza tutkunluğu ve verimi üzerindeki etkilerini belirlemek için 1995 yılında Mississippi’de iki farklı lokasyonda ve 1997 yılında ise bir lokasyonda yapmış oldukları çalışmalarında; 1995 yılında, çiçeklenmeden iki ila üç hafta önce tek bir sodyum salisilat (0,17.1, 51.3 veya 171 g ha⁻¹) uygulaması yaptıklarını, 1997 yılında, ilk çiçek tomurcukları ortaya çıktığında başlayıp ilk çiçek açıldığında biten dokuz defa sodyum salisilat (51,3 g ha⁻¹) veya salisilik asit (44,3 g ha⁻¹) veya kontrol çözeltisi (Tween 20, polioksietilen sorbitan monolaurat) uygulaması yaptıklarını bildirmişlerdir. 1995 yılında bir lokasyonda ve 1997 yılındaki tek lokasyonda pamuğa dışarıdan uygulanan salisilik asidin her ne kadar başka çalışmalarda pamuğun fizyolojik tepkiler verdiği bildirilmiş olsa da, bu çalışmada çiçek oluşumu, koza tutkunluğu ve verimin önemli ölçüde etkilenmediğini ifade etmişlerdir.

Shakirova vd. (2003), tarafından Rusya’da yürütülen bir çalışmada, farklı dozlarda salisilik asit buğday bitkisine uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, salisilik asit uygulaması buğday fidelerinde gelişme parametrelerini artırmış; daha uzun başaklar, daha yüksek tane verimi ve artan 1000 tane ağırlığı değerleri elde edilmiştir. Araştırma bulguları, salisilik asidin buğdayda büyümeyi ve gelişmeyi pozitif olarak teşvik ettiğini ortaya koymaktadır.

Iqbal vd. (2005), dışarıdan uygulanan GB’nin kuraklık stresine maruz kalan ayçiçeği bitkisinin yağ içeriği ve üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, su stresi bin tane ağırlığı ve tohum yağ içeriği üzerinde olumsuz etkiler yaratmıştır. Kuraklık stresinin tohum yağı yüzdesine olan olumsuz etkilerini hafifletmek amacıyla yapılan GB uygulamasının etkili olmadığı belirlenmiş, ancak yapraktan püskürtme yöntemiyle uygulanan GB’nin, su stresinin bin tane ağırlığı üzerine yapmış olduğu olumsuz etkilerini azaltmada etkili olduğu belirlenmiştir. Öte yandan, tohumun GB ile muamele edilmesi, hem normal sulanan hem de su kısıtı altındaki bitkilerde yağ oranı ve bin tane ağırlığında kayda değer bir değişim yaratmamıştır.

Kaydan ve Yağmur (2006) tarafından Van ilinde yürütülen çalışmada, buğday ve mer-

cimek çeşitlerine yönelik salisilik asidin tohum ile uygulaması ve yapraktan püskürtülmesi yöntemlerinin verim ve verim öğeleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bulgular, yapraktan püskürtme yoluyla gerçekleştirilen uygulamanın buğday veriminde %24,8, mercimek veriminde ise %35 oranında artış sağladığını ortaya koymuştur. Araştırmacılar, salisilik asidin her iki bitkide de büyüme ve gelişmeyi pozitif olarak teşvik ettiğini raporlamışlardır.

Cha-um (2006) tarafından Tayland'da gerçekleştirilen çalışmada, tuz stresine maruz kalan çeltik bitkilerine farklı dozlarda glisin betain uygulanmış ve bu uygulamanın bitki büyümesi üzerindeki etkileri sistematik olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, glisin betain uygulamasının stres altındaki bitkilerde birikimini artırarak su kullanım etkinliğinde iyileşme sağladığını ortaya koymuştur. Ayrıca, uygulama fotosentetik pigmentlerin stres kaynaklı parçalanmasını engellemiş ve bitkilerin kontrol grubuna kıyasla daha yüksek fotosentez hızına ulaşmasını desteklemiştir.

Chen ve Murata (2008) tarafından yürütülen çalışmalarda, bitkilerin çevresel stres koşullarına karşı dayanıklılığının, hem glisin betainin genetik biyosentezi hem de dışarıdan yapılan uygulamalar yoluyla artırılabilirdiği belirlenmiştir. Bulgular, glisin betainin birçok bitkide plastit ve kloroplastlarda abiyotik strese yanıt olarak yüksek düzeyde biriktiğini ve bu birikimin stres toleransı ile doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca, abiyotik stres koşullarında yapılan dışarıdan glisin betain uygulamalarının verimi artırdığı ve kontrol grubu ile kıyaslandığında bitki büyümesini belirgin şekilde iyileştirdiği raporlanmıştır.

Coker vd. (2009), topraktaki nem eksikliğinin topraktan ve yapraktan yapılan potasyum uygulamalarına bitkilerin tepkisinin henüz yeterince bilinmediğini vurgulamışlardır. Bu kapsamda, 1999-2002 yılları arasında A.B.D. Arkansas'ta yürütülen çalışmalarında, pamuğa topraktan ve yapraktan uygulanan potasyumun verim ve verim öğeleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Denemeler, sulanan ve sulanmayan alanlarda kurulmuş; ekim öncesi dekara 0-9 kg K olacak şekilde KCl uygulanmış, yapraktan ise ilk çiçek görüldükten bir hafta sonra başlayarak dört hafta süresince dekara 0,4 kg K olacak şekilde KNO₃ püskürtülmüştür. Sonuçlar, topraktan yapılan potasyum uygulamasının lif verimini artırdığını, ancak açan koza sayısı, koza ağırlığı, tohum ağırlığı, çırcır randımanı ve lif indeksi üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığını göstermiştir. Buna karşın, yapraktan yapılan potasyum uygulamasının

lif verimi, koza ağırlığı ve tohum ağırlığını artırdığını, fakat koza sayısı, çırcır randımanı ve lif indeksi üzerinde anlamlı bir değişiklik sağlamadığını bildirmişlerdir.

El-Hak vd. (2012) tarafından Mısır'da yürütülen çalışmada, bezelye bitkisinin büyüme ve bitkisel özellikleri incelenmiştir. Araştırmada bitkilere yapraktan 200 ppm salisilik asit uygulanmış ve uygulamanın etkileri değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, salisilik asit uygulamasının bitki kuru ağırlığı, meyve büyüklüğü, meyve sayısı, 1000 tane ağırlığı ve yeşil meyve verimi gibi parametrelerde belirgin artışlar sağladığını göstermiştir.

Shallan vd. (2012). Kuraklık stresi, dünya çapında tarımda en önemli abiyotik streslerden biridir. Bu çalışma, sodyum niroprusside (SNP), putrescine (Put) ve glisin betain (GB) maddelerinin pamuk bitkilerinde kuraklık stresinin hafifletilmesindeki etkisini araştırmak amacıyla gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında üç farklı konsantrasyonda SNP (0,05, 0,1 ve 1 mM), Put (200, 400 ve 600 ppm) ve GB (400, 600 ve 800 ppm) ile ön işlemden geçirilen pamuk bitkilerini daha sonra kuraklık stresine maruz bırakmışlardır. Çalışmada; Kuraklık stresi, kontrol grubuna kıyasla büyüme özelliklerini, verim özelliklerini, pigmentleri, toplam çözünür şekerleri, toplam serbest amino asitleri, toplam fenoller, toplam çözünür proteinleri ve katalaz aktivitesini azaltırken, prolin içeriğini, toplam antioksidan kapasitesini ve peroksidaz aktivitesini artırmıştır. Çalışma sonucunda, kuraklık stresi altındaki pamuk bitkilerinin SNP, Put veya GB ile ön işlemden geçirilmesinin büyüme ve verim özelliklerinin artmasına ve pigment içeriği, toplam çözünür şekerler, prolin içeriği, toplam serbest amino asitler, toplam fenoller, toplam çözünür proteinler, toplam antioksidan kapasitesinin ve antioksidan enzim aktivitelerinin artmasına neden olduğunu, pamuk bitkilerinde kuraklık stresini hafifletmek için SNP, Put ve GB'nin optimum konsantrasyonlarının sırasıyla 0,05 mM, 600 ppm ve 800 ppm olduğunu, SNP, Put veya GB'nin yaprak uygulaması pamuk bitkilerinin kuraklık toleransını artırdığını bildirmişlerdir.

Ullah vd. (2012) tarafından Pakistan'da yürütülen çalışmada, doğal koşullarda yetiştirilen ve kuraklık stresine maruz kalan kanola bitkilerinde Salisilik Asit (SA) ve Putresin (Put) uygulamalarının büyüme ve yağ kalitesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Kuraklık stresi, Rainbow ve Dunkeld çeşitlerinde çiçeklenme döneminde (ekimden 90 gün

sonra) toprak nem içeriği %22'den %9'a düşene kadar 10 gün süreyle uygulanmıştır. Büyüme düzenleyicileri olan SA ve Putresin, kuraklık stresinin başlamasından 3 gün sonra yapraklara 10 mol L^{-1} konsantrasyonunda püskürtülmüştür. Elde edilen sonuçlar, bu düzenleyicilerin her iki kanola çeşidinde de kuraklık stresinin olumsuz etkilerini azaltmada etkili olduğunu, uygulamanın su içeriğini koruduğunu, ozmolit prolin birikimini artırdığını ve fotosentetik pigmentleri stresin zararlarından koruduğunu göstermiştir.

Razaji vd. (2014), simüle edilmiş kuraklık stresi koşulları altında kolza (*Brassica napus* L.) bitkisinin morfolojik ve biyokimyasal özelliklerinin iyileştirilmesinde askorbik asit ile ön işlemin etkilerini değerlendirmek amacıyla yürütülen çalışmada, kontrol grubu ile farklı askorbik asit dozlarının verim ve verim öğeleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Araştırmada dört farklı askorbik asit dozu uygulanmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, askorbik asit uygulamalarının çimlenme yüzdesi, fide yaş ve kuru ağırlığı, bitki boyu ile kök uzunluğunu kontrol grubuna kıyasla artırdığını göstermiştir.

Kong vd. (2016), Nitrik oksidin pamukta tuz kaynaklı yaprak yaşlanmasını geciktirdiği görüşünden yola çıkarak, beş gerçek ana gövde yaprağına sahip tek tip pamuk fidelerini 20 gün boyunca hidroponik (su ortamı) ortamda 150 mM NaCl 'ye maruz bırakıp yetiştirdikleri fidelere daha sonra bir nitrik oksit donörü olan $300 \mu\text{M}$ sodyum nitroprussid (SNP) yapraktan püskürttüklerini, SNP'nin yaprak yaşlanması ve yaşlanmayla ilgili genlerin üzerindeki etkileri incelediklerini belirtmişlerdir. SNP ile yapraktan püskürtmeyle, tuz stresinden 22 gün sonra klorofil içeriğinin arttığını ve yaprak yaşlanmasını önemli ölçüde geciktirdiğini, yapraktan SNP püskürtme ile yaprak yaşlanmasını geciktirmede potansiyel olarak yararlı olabileceğini ve böylece tuz stresi altında pamuğun ekonomik verimini artırabileceğini ifade etmişlerdir.

Kamal vd. (2017), yapraktan uygulanan askorbik asidin sıcaklık stresi altında yetiştirilen pamuk bitkisi üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla 2013 ve 2014 yıllarında Pakistan, Faysalabad Tarım Üniversitesi, Tarımsal Araştırma Alanı'nda; pamuk materyaline ısı stresi uygulaması (H_0 = Sıcaklık uygulaması yok, H_1 = Taraklanma başlangıcında sıcaklık uygulaması, H_2 = Çiçeklenme başlangıcında sıcaklık uygulaması) ve yapraktan uygulanan askorbik asit seviyeleri (A_0 = kontrol/su püskürtme, A_1 = 20 mg L^{-1} , A_2 = 40 mg L^{-1} ve A_3 =

60 mg L⁻¹) ile yapmış oldukları çalışmalarında, pamuk bitkisine, çiçeklenme ve meyvelenme dönemlerinde 5 gün boyunca polietilen örtü ile kapatılarak sıcaklık uyguladıklarını, sonuç olarak sıcaklık stresinin pamuk bitkisinin verim ve ilgili bileşenlerini kötü bir şekilde etkilediğini gösterdiğini, hücre zarı termostabilitesi (CMT) de yüksek sıcaklık stresi altında azaldığını, yapraktan 40 mg L⁻¹ askorbik asit uygulamasının hücre zarı termostabilitesinde ve ısı stresi altındaki pamuk veriminde önemli bir iyileşme gösterdiğini bildirmişlerdir.

Sarwar vd. (2018), 2012 ve 2013 yıllarında Pakistan Faisalabad Tarım Üniversitesi Agronomi Bölümü'nde farklı ekim zamanlarında (Nisan, Mayıs, Haziran) yapraktan hidrojen peroksit (30 ppm), salisilik asit (50 ppm) ve askorbik asit (70 ppm)'i taraklanma başlangıcı, çiçeklenme başlangıcı ve koza oluşum döneminde uyguladıkları çalışmaları sonucunda; kontrole göre en yüksek lif mukavemeti, meyve dalı sayısı ve koza ağırlığının 70 ppm uygulamasından alındığını belirtmişlerdir. Ayrıca pamuk bitkisinin çiçeklenme ve meyvelenme dönemlerinde yüksek sıcaklığa maruz kaldığında lif kalitesi yanında verimde de önemli düşüşler yaşandığını, bu verim düşüşünün, sıcaklık stresi altındaki bitkilerde yaprak fotosentezinin yetersizliği ile ilişkili olan daha düşük meyve dalı sayısı ve koza ağırlığının bir sonucu olduğunu ifade etmişlerdir.

Adak (2019), iki değişik çilek çeşidine su stresi koşullarında dışarıdan farklı Glisin Betain (GB) konsantrasyonları (0 µm, 10 µm, 20 µm) uygulayarak morfolojik etki, verim, kalite ve biyokimyasal özelliklerini incelediği çalışmasının sonucunda, tüm GB uygulamalarının bitki büyüme ve gelişmesini ve meyve verimini arttırdığını, en yüksek klorofil indeksi, en iyi meyve ağırlığı ve veriminin 10 µm GB uygulamasında görüldüğünü, sonuç olarak dışarıdan uygulanan GB'nin verim ile birlikte kalitede de artış sebebi olarak görüldüğünü ve su stresi toleransının çeşitlere göre değişkenlik gösterdiğini bildirmiştir.

Aslam vd. (2020) tarafından Hindistan'ın Rahim Yar Khan bölgesinde 2018 ve 2019 yıllarında yürüttükleri çalışmalarında, topraktan ve yapraktan potasyum uygulamalarının pamuğun verim ve gelişimi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Araştırmada beş farklı gübre dozu uygulanmıştır: (1) önerilen NP dozu, (2) önerilen NPK dozu, (3) önerilen NPK dozu + ekimden sonraki 80. günde %2 K₂O (K₂SO₄ formunda) yaprak uygulaması, (4) önerilen NPK dozu + ekimden sonraki 105. günde %2 K₂O yaprak uygulaması ve (5) önerilen

NPK dozu + ekimden sonraki 80. ve 105. günlerde %2 K₂O yaprak uygulamasının iki kez uygulanması. Elde edilen sonuçlara göre, önerilen NPK dozu ile ekimden sonraki 80. ve 105. günlerde yapılan iki kez yaprak uygulamasının bitki boyu, koza sayısı, koza ağırlığı ve kütü pamuk verimini önemli ölçüde artırdığını göstermiştir.

Acar vd. (2020) tarafından yürütülen çalışmada, kuraklık stresine maruz kalan iki buğday çeşidine 5 µM glisin betain (GB) uygulanarak kök ve fide uzunluğu, bağıl su içeriği, klorofil miktarı, hücre zarı geçirgenliği, hidrojen peroksit düzeyi ve enzim aktiviteleri üzerindeki etkiler incelenmiştir. Çalışmada 14 farklı doz dışarıdan GB uygulaması gerçekleştirilmiş ve her iki çeşidin kuraklık nedeniyle oluşan kloroz ve kök uzamasındaki inhibisyonundan korunduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, lipid peroksidasyonu ve hidrojen peroksit miktarında belirgin azalma saptanmıştır. Elde edilen bulgular, dışarıdan GB uygulamasının her iki buğday genotipinde kuraklık stresine bağlı oksidatif zarara karşı koruyucu etki sağladığını göstermektedir.

Rehman ve Wei (2022), Pakistan Punjab Üniversitesi botanik bölümünde tarla denemesi olarak iki buğday çeşidi (Chakwal-50 ve Ujala-16)'ne NPK gübrelemesine ek olarak 100 mg L⁻¹ ve 200 mg L⁻¹ askorbik asidi yapraktan uyguladıkları çalışmalarında; 200 mg L⁻¹ askorbik asidin uygulamasının bitki boyu, yaprak boyu, tane verimi, klorofil içeriği ve bin tane ağırlığını önemli miktarda artırdığını bildirmişlerdir.

Akin ve Kaya (2024), Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma alanında 2022 yılında tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde üç tekerrürlü olarak kurmuş oldukları çalışmalarında; İki sulama düzeyi (%100 ve %50) ve kontrol, asparagine (Asn;20 mM), sodium nitroprusside (SNP; 0.2 mM) ve Asn+SNP uyguladıkları çalışmalarında; Kütü pamuk verimi, koza sayısı, koza kütü pamuk ağırlığı ve çırçır randımanının Asn veya SNP'nin yapraktan uygulamalarıyla önemli ölçüde iyileştiğini ve en yüksek değerlerin Asn+SNP birlikte uyguladığında alındığını, kuraklık stresi altında, Asn+SNP'nin birlikte uygulanması, tek başına kuraklık stresindekilere kıyasla yukarıda belirtilen parametreleri sırasıyla %54, %94, %5 ve %14 oranında artırdığını, Asn veya SNP'nin tek başına uygulanmasıyla bitki sıcaklığının düştüğünü bildirmişlerdir.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Gereç

3.1.1. Deneme yeri ve yılı

Deneme Şanlıurfa ili Akçakale ilçesi sınırlarında bulunan GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Koruklu Talat DEMİRÖREN araştırma istasyonunda 2024 yılı pamuk yetiştirme sezonunda yürütülmüştür.

3.1.2. Deneme yerinin iklim ve toprak özellikleri

Akçakale ilçesi, step iklimi özellikleri göstermektedir. İlçede yıl boyunca yağış miktarı düşüktür ve yıllık ortalama yağış 320 mm civarındadır. En kurak ay Temmuz olup bu dönemde yağış miktarı 0 mm'ye düşerken, en fazla yağış Ocak ayında ortalama 61 mm ile kaydedilmektedir. Yılın en sıcak ayı Temmuz ayı olup ortalama sıcaklık 29,8 °C, en düşük sıcaklık ortalaması ise Ocak ayında 6,1 °C olarak gözlemlenmiştir. Yıl boyunca en kurak ve en yağışlı ay arasındaki yağış farkı 61 mm olup, ortalama sıcaklık yıllık olarak yaklaşık 23,7 °C dolaylarında değişim göstermektedir (MGM, 2025). Şanlıurfa iline ait 2024 yılı iklim verileri Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Şanlıurfa iline ait 2024 yılı yetiştirme sezonuna ait iklim verileri

Aylar	Ort. Sıc. (°C)	Mak. Sıc. (°C)	Min. Sıc. (°C)	Yağış (kg m ⁻²)	Ort. Nisbi Nem (%)
Mayıs	22,3	40,3	2,5	27,0	44,6
Haziran	28,2	44,1	8,3	4,2	32,6
Temmuz	32,0	46,8	15,0	2,0	29,3
Ağustos	31,5	46,2	16,0	3,0	32,0
Eylül	27,2	43,9	10,0	4,6	35,0
Ekim	20,6	37,8	1,90	25,6	44,1

Kaynak: MGM, 2025.

Çalışma alanı, yarı kurak iklim koşullarına sahip Harran Ovası sınırları içinde yer almaktadır. Uzun yıllar sıcaklık ortalamaları incelendiğinde, yaz aylarının sıcak ve kurak, kış aylarının ise az yağışlı ve soğuk geçtiği görülmektedir. Uzun dönemli iklim verileri değerlendirildiğinde, en yüksek ve en düşük sıcaklık değerleri, nispi nem oranları ve yıllık

toplam yağış miktarları yaklaşık olarak benzer seviyelerde kaydedilmiştir (MGM, 2025).

Şanlıurfa, yüksek sıcaklık değerlerine sahip olmasına rağmen yağış miktarları bakımından düşük seviyeler göstermektedir. Yıllık ortalama yağış miktarı 460 mm olarak kaydedilmiştir. Kış ve ilkbahar aylarında yağış miktarları bir miktar artarken, yaz ve sonbaharın ilk aylarında oldukça düşük değerler gözlemlenmektedir (MGM, 2025).

Harran Ovası, Şanlıurfa'nın güneyinden Suriye sınırına kadar geniş ve düz bir alan olarak uzanmaktadır. Tektonik açıdan bir çöküntü alanı özelliği gösteren ova, denizden ortalama 400 metre yükseklikte yer almakta ve toplamda 225.109 hektarlık bir alanı kapsamaktadır. Harran Ovası'nın kuzeyi Germüş, doğusu Tektek, batısı Fatik ve Cudi dağları ile çevrilmiş olup, güneyinde Türkiye-Suriye sınırı bulunmaktadır (Dinç vd. 1998).

Deneme alanından alınan toprak örneğinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Deneme alanı topraklarına ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler

Derinlik (cm)	Organik Madde (%)	Toplam Tuz (%)	pH	Kireç (%)	P ₂ O ₅ (kg da ⁻¹)	K ₂ O (kg da ⁻¹)
0-30	1,53	0,79	7,64	29,60	3,87	207,9

Kaynak: GAP TAEM, 2024.

3.1.3. Denemede kullanılan pamuk çeşidinin özellikleri

Denemede, materyal olarak Candia pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) çeşidi kullanılmıştır.

Bitki, yüksek verim potansiyeline sahiptir ve vejetasyon süresi orta-geç sınıfta değerlendirilmektedir. Koza bağlama yalnızca ana gövdede gerçekleştiği için sık ekim ve makineli hasat uygulamalarına son derece uygundur. Çırcır randımanı %43–45 arasında değişmektedir. Hasat döneminde meydana gelebilecek olumsuz hava koşullarına karşı elyaf dökümüne toleransı yüksektir. Su kaynaklı stres koşullarına dayanıklılığı güçlü olup, su kısıtından kaynaklanan tarak ve çiçek dökülmelerine karşı da yüksek tolerans göstermektedir. Sahip olduğu elyaf kalitesi ile tekstil sektöründe öncelikli tercih edilmektedir (BASF, 2023).

3.1.4. Denemede kullanılan ozmolitler ve potasyumun özellikleri

3.1.4.1. Askorbik asit ($H_2C_6H_6O_6$)

C vitamini, diğer adıyla askorbik asit, suda çözünebilen ve vücutta çeşitli işlevleri bulunan bir vitamindir. Çoğu hayvan ve bitki, gerekli C vitaminini glukozdan kendi bünyelerinde sentezleyebilirler.

Askorbik asit, monosakkarit türevlerinden biri olup yapısal olarak glikoza ve diğer altı karbonlu monosakkaritlere benzerlik gösterir. Renksiz veya beyaz, dikdörtgen kristaller hâlinindedir ve hafif, karakteristik bir kokuya sahiptir. Ekşi tadı vardır ve asidik özellik gösterir. Ticari olarak üretilen C vitamini genellikle askorbik asit kristalleri veya askorbik asidin kalsiyum ya da sodyum tuzları şeklinde bulunmaktadır.

C vitamininin kesin ölçümü hem onun biyokimyasal hem de farmakokinetik özellikleri için zorunludur. Biyolojik sistemlerde askorbik asidin rolü, C vitamininin fonksiyon ve gerekleri iki faktörle birlikte ele alınmalıdır. C vitamininin hem antioksidan hem de bir enzim kofaktörü olarak hareket etme yeteneği dâhil biyokimyasal özellikleridir (AS KİMYA, 2024).

Askorbik asidin hücresel faaliyetlerde yer aldığı, çevresel strese karşı dirençli olduğu, fotosentez, antosiyanin, etilen, gibberellin sentezinde önemli rol oynadığı saptanmıştır (Smirnof ve Wheeler, 2000). Ayrıca askorbik asit bir antioksidandır ve oksijen çıkışları detoksifikasyondan sorumludur (Conklin, 2001).

3.1.4.2. Glisin betain ($C_5H_{11}NO_2$)

Molekül ağırlığı $117.23 \text{ g mol}^{-1}$ 'dır. Glisin betain (N, N, N-trimetil glisin) nötr pH'ta çalışan, suda eriyebilen ve üç metil gruptan oluşmaktadır. Glisin betainin (GB) moleküler yapısına bağlı olarak GB'nin enzim ve protein kompleksleri gibi moleküllerle hidrofobik ve hidrofilik yapılarla etkileşmesini sağlar. Osmotik koruyucu olan glisin betain, birçok bitki tür ve çeşitlerinde doğal olarak oluşmaktadır. Glisin betain hücre dokularında osmotik dengeyi

sağlamakta ve osmotik koruyucu görevi görmektedir (Korteniemi, 2007). Çoğu bitkide doğal olarak oluşan glisin betainin stres toleransında önemli bir rol oynadığı Mickelbart vd. (2006) tarafından belirtilmiştir. Ayrıca, su stresine karşı koruyucu etkisi Iqbal vd. (2005) tarafından rapor edilmiştir. Giriya vd. (2002) ise tuzluluk stresine maruz kalan bitkilerde osmotik koruyucuların, özellikle prolin ve glisin betainin, sentezlenip biriktiğini bildirmektedir.

3.1.4.3. Salisilik asit ($C_7H_6O_3$)

Salisilik asit, stres koşullarına maruz kalan bitkilerde büyüme, gelişme ve savunma mekanizmalarında rol oynayan önemli bir bitki sinyal molekülüdür. Bitkilerde büyüme düzenleyicisi olarak metabolik ve fizyolojik yanıtlar oluşturmakta ve bitki büyüme ile gelişim süreçlerinde etkin rol oynamaktadır (Hayat vd. 2010).

Hücrelerde sentezlenen salisilik asit, dokular, hücreler ve organlar içinde ve dışında serbestçe hareket edebilme özelliğine sahiptir. Bu hareketlilik reaktif oksijen türleri tarafından düzenli bir şekilde kontrol edilmektedir. Biyotik ve abiyotik streslere karşı savunma mekanizmalarında kritik bir işlev üstlenmektedir (Zhang vd. 2011).

Ayrıca, salisilik asit bitkilerin hastalıklara karşı savunma mekanizmalarında ve zamanla kazanılan dirençte önemli bir rol oynamaktadır (Alvarez, 2000). Bu molekül, stres kaynaklı durumlara karşı bitkilerin dayanıklılığını artırarak düzenleyici bir işlev görmektedir (Shirasu vd. 1997).

3.1.4.4. Sodium nitroprusside ($Na_2 [Fe(CN)_5NO].H_2O$)

Bitki büyümesi ve gelişimi üzerinde olumlu etkileri vardır; kök gelişimi, yaprak genişlemesi ve çiçeklenme gibi süreçlerde önemli rol oynar. Ayrıca, sodyum nitroprussid (SNP), bitkilerde antioksidan savunma sistemlerini aktive ederek reaktif oksijen türlerine (ROS) karşı koruma sağlar ve oksidatif stresi azaltır. Bu bileşik, bitki hormonlarının (özellikle absisik asit ve etilen) düzenlenmesinde de etkili olup, bitkilerin büyüme ve gelişim süreçlerini olumlu yönde etkiler. Sonuç olarak, sodyum nitroprussid'in bitkilerdeki etkileri, bitki türüne, uygulama dozuna ve mevcut çevresel koşullara bağlı olarak değişiklik gösterebilir

ve bu bileşiğin bitkilere uygulanması, araştırma ve tarımsal uygulamalar açısından büyük potansiyel taşımaktadır (Jabeen vd. 2021).

3.1.4.5. Potasyum sülfat (K_2SO_4)

Potasyum sülfat, %50 K_2O içeriğine sahip granül veya toz formunda bir gübre çeşididir. İçeriğinde ayrıca ortalama %16-20 oranında kükürt bulunur; kükürt sülfat (SO_4) formunda olup bitkiler tarafından doğrudan alınabilmektedir. Klor ve benzeri maddeler içermemesi nedeniyle, her türlü tarım uygulamasında güvenle kullanılabilir. Türkiye toprakları genel olarak potasyum açısından zengin olmasına karşın, özellikle yağışın fazla ve sulamanın yoğun yapıldığı bölgelerde potasyum takviyesi yapılması önerilmektedir. Bitkiler, üretim süresi boyunca potasyuma ihtiyaç duymaktadır; potasyum uygulamaları meyve dökümünü en aza indirir ve hastalık ile zararlılara karşı direnci artırır (EGE GÜBRE, 2024).

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme deseni ve ekim

Deneme, 16 Mayıs 2024 tarihinde pnömomatik mibzer ile tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak ekilmiştir. Uygulama şekilleri Çizelge 3.3.'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Uygulamalar

Sıra No	Uygulamalar	Taraklanma Başlangıcı	Çiçeklenme Başlangıcı
1	Kontrol	-	-
2	Askorbik Asit	100 mg L ⁻¹	100 mg L ⁻¹
3	Glisin Betain	100 mg L ⁻¹	100 mg L ⁻¹
4	Salisilik Asit	100 mg L ⁻¹	100 mg L ⁻¹
5	Sodium Nitroprusside	100 mg L ⁻¹	100 mg L ⁻¹
6	K_2SO_4 (Potasyum Sülfat)	0.5% K_2SO_4	%0.5 K_2SO_4
7	Askorbik Asit+ K_2SO_4	100 mg L ⁻¹ +%0.5 K_2SO_4	100 mg L ⁻¹ +%0.5 K_2SO_4
8	Glisin Betain+ K_2SO_4	100 mg L ⁻¹ +%0.5 K_2SO_4	100 mg L ⁻¹ +%0.5 K_2SO_4
9	Salisilik Asit+ K_2SO_4	100 mg L ⁻¹ +%0.5 K_2SO_4	100 mg L ⁻¹ +%0.5 K_2SO_4
10	Sodium Nitroprusside+ K_2SO_4	100 mg L ⁻¹ +%0.5 K_2SO_4	100 mg L ⁻¹ +%0.5 K_2SO_4

Her parsel, 10 metre uzunluğunda ve 4 sıra halinde ekilmiş olup, bakım işlemlerinin kolaylıkla yapılabilmesi amacıyla bloklar arasında 3 m boşluk bırakılmıştır. Denemede sıra

arası mesafe 75 cm, sıra üzeri mesafe ise 8-10 cm olacak şekilde düzenlenmiştir.

Yaprağa uygulamalar için her parselde uygulanması gereken su miktarı için gerekli olan kalibrasyon yapıldıktan sonra parsellere atılacak olan her ozmolit ve potasyum miktarı suya karıştırılıp sırt pompasına konulup yapraklara püskürtülmüştür. Taraklanma başlangıcı (1 metrede 1-2 tarak) ve çiçeklenme başlangıcı (1 metrede 1-2 çiçek) dönemleri Chen vd. (1997)'ne göre belirlenmiştir. Taraklanma başlangıcı 01.07.2024 ve çiçeklenme başlangıcı 16.07.2024 tarihleri olarak belirlenmiştir. Her parsel için gerekli olan ozmolitler (25 lt da^{-1} su olacak şekilde) suda çözdürülmüş, daha sonra sırt pompasına konulup yapraklara püskürtülmüştür. Uygulamalar akşam havaların serinlemeye başladığı saat 20'den sonra yapılmıştır. Kontrol parsellerine ise sadece su uygulanmıştır.

3.2.2. Arazi hazırlığı, sulama, gübreleme, ilaçlama ve diğer kültürel uygulamalar

Deneme yeri sonbaharda pulluk ile işlenmiştir. Mart ayının ilk haftasında kültivatör ile orta derinlikte sürülmüş ve daha sonra diskaro çekilmiştir. Ekimden hemen önce tapan çekilmiştir.

Denemede, toprak analizleri doğrultusunda ekim sırasında dekara saf 10 kg N ve P (20-20-0 kompoze) gübresi uygulanmış; üst gübrelemelerde ise dekara 12 kg saf N (%46 üre) kullanılmıştır. Azotun yarısı ve fosforun tamamı ekimle birlikte verilirken, kalan azot, %46 üre formunda ilk sulama ve ilk taraklanma dönemlerinde iki uygulama şeklinde bitkilere sağlanmıştır. Denemede yapılan bakım işlemleri, yörede geleneksel olarak uygulanan yöntemler temel alınarak yürütülmüştür.

Denemede çıkıştan sonra 6 kez karık sulama ve 2 defa da traktör çapası yapılmıştır. Denemede 2 kez yabancı ot temizliği yapılmıştır. Sezon boyunca bir hastalık görülmemiştir. Sezon boyunca, ekonomik zarar eşikleri göz önünde bulundurularak zararlılara karşı gerekli ilaçlama uygulamaları gerçekleştirilmiştir.

1.İlaçlama: 18.06.2024 Lambda-cyhalothrin (150 ml da^{-1})+Acetamiprid 20 SP (35 g da^{-1}) + Abamectin (50 ml da^{-1}).

Yeşil kurt, kırmızı örümcek ve beyazsinek için kullanılmıştır.

2.İlaçlama: 21.08.2024 Scout (50 ml da⁻¹)+Acetamiprid 20 SP (35 g da⁻¹)

Yaprak biti ve beyazsinek için kullanılmıştır.

Hasattan önce (04.10.2024) yaprak döktürme amacıyla Ethephon+(Thidiazuron+Diuron) 200 ml da⁻¹ olacak şekilde hasada yardımcı kimyasallar pülverizatör ile atılmıştır.

Hasat; her sıranın başından ve sonundan 1'er metrelik kısmı atılarak ortadaki iki sırada geriye kalan alan (8×1,5=12 m²) üzerinden ortadaki iki sırada elle olmak üzere bir defada 12.12.2024 tarihinde yapılmıştır.

3.2.3. İncelenen özellikler ve yöntemleri

Aşağıdaki özellikler Worley vd. (1976)'nin belirttiği yöntemlere göre belirlenmiştir.

3.2.3.1. Kütlü pamuk verimi (kg da⁻¹)

Her parselde, yanlardaki ikişer sıra ile ortadaki iki sıranın baş ve sonundan 1'er metre kesilerek çıkarılmıştır. Ortadaki iki sıradan (8×1,5=12 m²) tüm bitkilerden kütlü pamuk toplanmış, tartılmış ve dekara kütlü pamuk verimleri hesaplanmıştır.

Her parselin 2. ve 3. sıralarından rastgele seçilen 10 bitki üzerinde çalışmalar yürütülmüş ve aşağıdaki özellikler belirlenmiştir.

3.2.3.2. Bitki boyu (cm)

Kotiledon yapraklarından itibaren bitkinin uç noktasına kadar olan boy ölçümleri yapılmış ve elde edilen değerlerin ortalaması alınmıştır.

3.2.3.3. Odun dalı sayısı (adet bitki⁻¹)

Odun dallarının sayısı belirlenmiş ve her parsel için ortalama değer hesaplanmıştır.

3.2.3.4. Meyve dalı sayısı (adet bitki⁻¹)

Meyve dallarının sayısı belirlenmiş ve her parsel için ortalama değer hesaplanmıştır.

3.2.3.5. Koza sayısı (adet bitki⁻¹)

Koza sayısı belirlenmiş ve her parsel için ortalama değer hesaplanmıştır.

Hasattan önce ortadaki iki sıradan toplanan 30 koza örneği üzerinde çalışılarak;

3.2.3.6. Koza ağırlığı (g)

Toplam koza ağırlığı, koza sayısına bölünerek ortalama koza ağırlığı belirlenmiştir.

3.2.3.7. Koza kütlü pamuk ağırlığı (g)

Toplam koza kütlü pamuk ağırlığı, koza sayısına bölünerek ortalama koza kütlü pamuk ağırlığı belirlenmiştir.

3.2.3.8. Çırcır randımanı (%)

Hasat sonrası, her parselden alınan 500 g kütlü pamuk çırcırlanmış ve aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Çırcır Randımanı (\%)} = (\text{Lif Ağırlığı (g)} / \text{Kütlü Pamuk Ağırlığı (g)}) * 100$$

3.2.3.9. 100 Tohum ağırlığı (g)

Dört set halinde, her biri 100 adet çiğit, 0,01 g hassasiyetindeki terazide tartılmış ve ortalama değeri alınarak belirlenmiştir.

3.2.3.10. Lif indeksi (g)

Aşağıdaki eşitlik yardımıyla saptanmıştır.

Lif İndeksi (g) = T. İ * Ç. R / 100-Ç. R.

T. İ. = Tohum İndeksi (g) Ç. R. = Çırçır Randımanı (%)

Aşağıdaki özellikler USTER, 2021'e göre yöntemleri uyarınca saptanmıştır.

3.2.3.11. Lif uzunluğu (mm)

HVI 1000 cihazı ile saptanmıştır.

3.2.3.12. Lif inceliği (micronaire)

HVI 1000 cihazı ile saptanmıştır.

3.2.3.13. Lif kopma dayanıklılığı (g tex⁻¹)

HVI 1000 cihazı ile saptanmıştır.

3.2.3.14. Kısa lif oranı (SFI) (%)

HVI 1000 cihazı ile saptanmıştır.

3.2.3.15. Lif kopma uzaması (%)

HVI 1000 cihazı ile saptanmıştır.

3.2.3.16. Lif üniformite indeksi (%)

HVI 1000 cihazı ile saptanmıştır.

3.2.3.17. İplik olabilirlik indeksi (SCI)

HVI 1000 cihazı ile saptanmıştır.

3.2.3.18. Lif parlaklığı (Rd)

HVI 1000 cihazı ile saptanmıştır.

3.2.3.19. Lif sarılık değeri (+b)

HVI 1000 cihazı ile saptanmıştır.

3.3. Verilerin Değerlendirilmesi

Yukarıda belirtilen özellikler, ilgili yöntemler doğrultusunda belirlendikten sonra Minitab 21 programı kullanılarak tesadüf blokları deneme deseninde varyans analizleri gerçekleştirilmiş ve ortalamalar %5 güven düzeyinde Tukey karşılaştırma testi ile gruplandırılmıştır. Grafikler ise Microsoft Excel programı kullanılarak hazırlanmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Kütlü Pamuk Verimi (kg da⁻¹)

Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarının kütlü pamuk verimi (kg da⁻¹) üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizleri ve %C.V. değerleri Çizelge 4.1’de, Tukey testine göre belirlenen gruplar ise Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen kütlü pamuk verimi (kg da⁻¹) değerlerine ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	24,4	12,19	0,07	0,931
Uygulamalar	9	8636,4	959,60	5,68	0,001**
Hata	18	3041,4	168,97		
Genel	29	11702,2			
%C.V.	5,17				

** P≤0.01

Çizelge 4.1’den varyans analizine göre; Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen kütlü pamuk verimi değerleri (kg da⁻¹) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların (p≤0,01) bulunduğu gözlemlenmiştir.

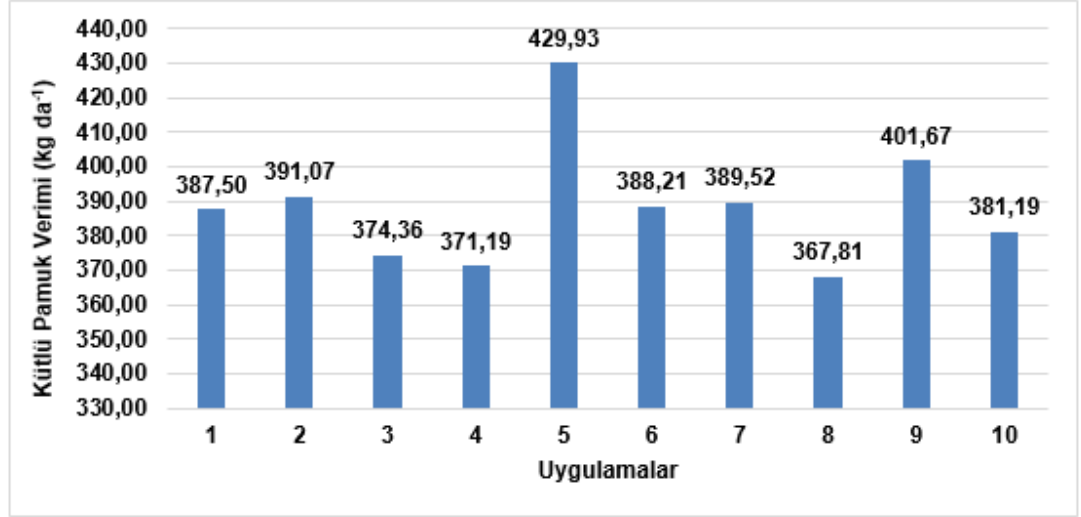
Çizelge 4.2. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen kütlü pamuk verimi değerleri (kg da⁻¹) ile Tukey testine göre belirlenen gruplar

	Uygulamalar	Kütlü Pamuk Verimi (kg da ⁻¹)
1	Kontrol	387,50 b*
2	Askorbik Asit	391,07 b
3	Glisin Betain	374,36 b
4	Salisilik Asit	371,19 b
5	Sodium Nitroprusside	429,93 a
6	K ₂ SO ₄ (Potasyum Sülfat)	388,21 b
7	Askorbik Asit+K ₂ SO ₄	389,52 b
8	Glisin Betain+K ₂ SO ₄	367,81 b
9	Salisilik Asit+K ₂ SO ₄	401,67 ab
10	Sodium Nitroprusside+K ₂ SO ₄	381,19 b
	Ortalama	388,24

*Aynı harf grubuna giren özellikler arasında herhangi bir farklılık yoktur

Çizelge 4.2 ve Şekil 4.1’den görüldüğü gibi kütlü pamuk verimlerinin 367,81

ile 429,93 kg da⁻¹ arasında değiştiği, en düşük kütlü pamuk veriminin 8 nolu (Glisin Betain+K₂SO₄) uygulamadan, en yüksek kütlü pamuk veriminin ise 5 nolu (Sodium Nitroprusside) uygulamadan alındığı görülebilmektedir.



Şekil 4.1. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen kütlü pamuk verimi (kg da⁻¹) değerleri

4.2. Bitki Boyu (cm)

Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarının bitki boyu (cm) üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizleri ve %C.V. değerleri Çizelge 4.3’de, Tukey testine göre belirlenen gruplar ise Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen bitki boyu (cm) değerlerine ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	2,691	1,345	0,47	0,630
Uygulamalar	9	468,320	52,036	18,32	0,000**
Hata	18	51,120	2,840		
Genel	29	522,131			
%C.V.	4,04				

** P≤0.01

Çizelge 4.3’den, yapılan varyans analizine göre; Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen bitki boyu değerleri (cm) arasında istatistiki olarak önemli

düzeyde ($p \leq 0.01$) farklılıklar olduğu görülebilmektedir.

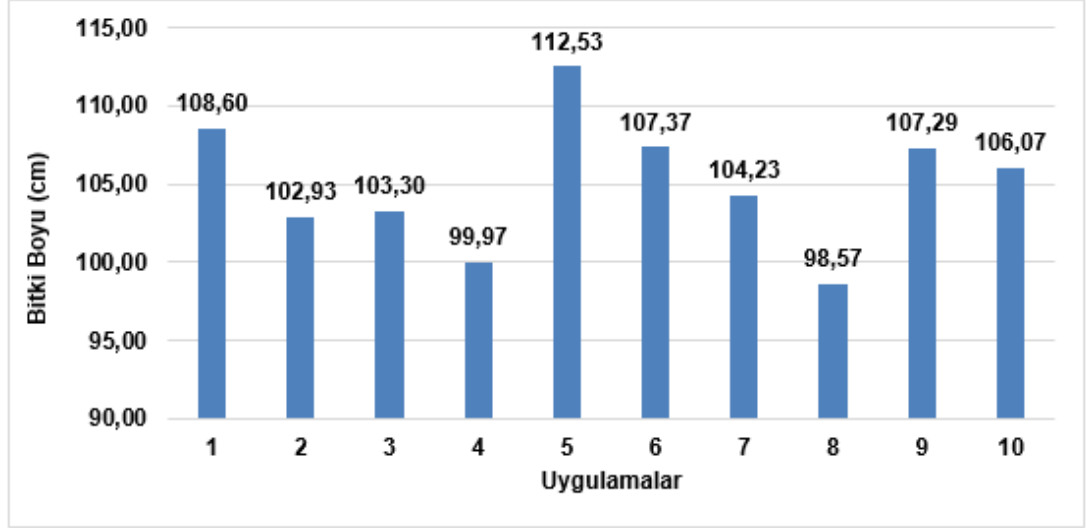
Çizelge 4.4 ve Şekil 4.2.'den görüldüğü gibi bitki boyu değerlerinin 98,57 ile 112,53 cm arasında değiştiği, en düşük bitki boyunun 8 nolu (Glisin Betain+K₂SO₄) uygulamadan, en yüksek bitki boyunun ise 5 nolu (Sodium Nitroprusside) uygulamadan alındığı görülebilmektedir.

Çizelge 4.4. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen bitki boyu (cm) değerleri ile Tukey testine göre belirlenen gruplar

	Uygulamalar	Bitki Boyu (cm)
1	Kontrol	108,60 ab*
2	Askorbik Asit	102,93 cde
3	Glisin Betain	103,30 cde
4	Salisilik Asit	99,97 de
5	Sodium Nitroprusside	112,53 a
6	K ₂ SO ₄ (Potasyum Sülfat)	107,37 bc
7	Askorbik Asit+K ₂ SO ₄	104,23 bcd
8	Glisin Betain+K ₂ SO ₄	98,57 e
9	Salisilik Asit+K ₂ SO ₄	107,29 bc
10	Sodium Nitroprusside+K ₂ SO ₄	106,07 bc
	Ortalama	105,09

*: Aynı harf grubundakiler arasında önemli düzeyde (0.05) bir farklılık yoktur

Bu sonuçlara göre Sodium Nitroprusside'nin taraklanma başlangıcı+çiçeklenme başlangıcı dönemlerinde iki doz halinde atılmasının en iyi sonucu verdiği söylenebilir.



Şekil 4.2. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen bitki boyu (cm) değerleri

4.3. Odun Dalı Sayısı (adet bitki⁻¹)

Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarının odun dalı sayısı (adet bitki⁻¹) üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizleri ve %C.V. değerleri Çizelge 4.5’de, Tukey testine göre belirlenen gruplar ise Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen odun dalı sayısı (adet bitki⁻¹) değerlerine ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	0,8060	0,4030	2,33	0,126
Uygulamalar	9	9,1120	1,0124	5,85	0,001**
Hata	18	3,1140	0,1730		
Genel	29	13,0320			
%C.V.	34,20				

** P≤0.01

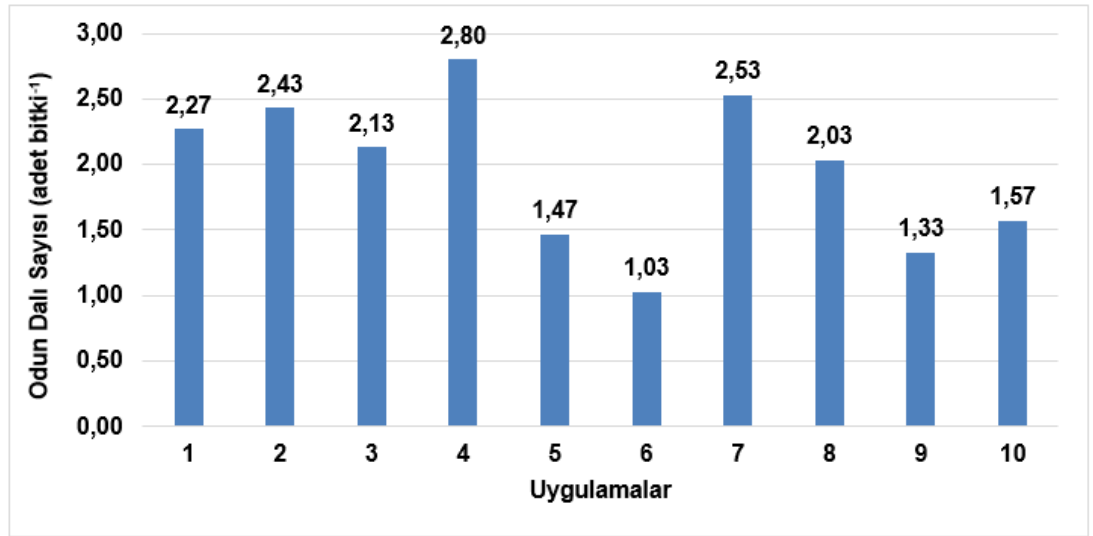
Çizelge 4.5’den, varyans analizine göre; Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen odun dalı sayısı değerleri (adet bitki⁻¹) arasında istatistiki olarak önemli düzeyde (p≤0.01) farklılıklar olduğu görülebilmektedir.

Çizelge 4.6. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen odun dalı sayısı değerleri (adet bitki⁻¹) ile Tukey testine göre belirlenen gruplar

	Uygulamalar	Odun Dalı Sayısı (adet bitki ⁻¹)
1	Kontrol	2,27 ab*
2	Askorbik Asit	2,43 ab
3	Glisin Betain	2,13 abc
4	Salisilik Asit	2,80 a
5	Sodium Nitroprusside	1,47 bc
6	K ₂ SO ₄ (Potasyum Sülfat)	1,03 c
7	Askorbik Asit+K ₂ SO ₄	2,53 ab
8	Glisin Betain+K ₂ SO ₄	2,03 abc
9	Salisilik Asit+K ₂ SO ₄	1,33 bc
10	Sodium Nitroprusside+K ₂ SO ₄	1,57 bc
	Ortalama	1,960

*: Aynı harf grubundakiler arasında önemli düzeyde (0.05) bir farklılık yoktur

Çizelge 4.6 ve Şekil 4.3.'den görüldüğü gibi odun dalı sayısı değerlerinin 1,03 ile 2,80 adet bitki⁻¹ arasında değiştiği, en düşük odun dalı sayısının 6 nolu (K₂SO₄) uygulamadan, en yüksek odun dalı sayısının ise 4 nolu (Salisilik Asit) uygulamadan alındığı görülebilmektedir.



Şekil 4.3. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen odun dalı sayısı (adet bitki⁻¹) değerleri

4.4. Meyve Dalı Sayısı (adet bitki⁻¹)

Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarının meyve dalı sayısı (adet bitki⁻¹) üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizleri ve %C.V. değerleri Çizelge 4.7'de, Tukey testine göre belirlenen gruplar ise Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen meyve dalı sayısı (adet bitki⁻¹) değerlerine ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	2,458	1,2291	2,99	0,076
Uygulamalar	9	30,835	3,4262	8,33	0,000**
Hata	18	7,407	0,4115		
Genel	29	40,700			
%C.V.	9,47				

** P≤0.01

Çizelge 4.7’den, varyans analizine göre; Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen meyve dalı sayısı değerleri (adet bitki⁻¹) arasında istatistiki olarak önemli düzeyde (p≤0.01) farklılıklar oluştuğu görülebilmektedir.

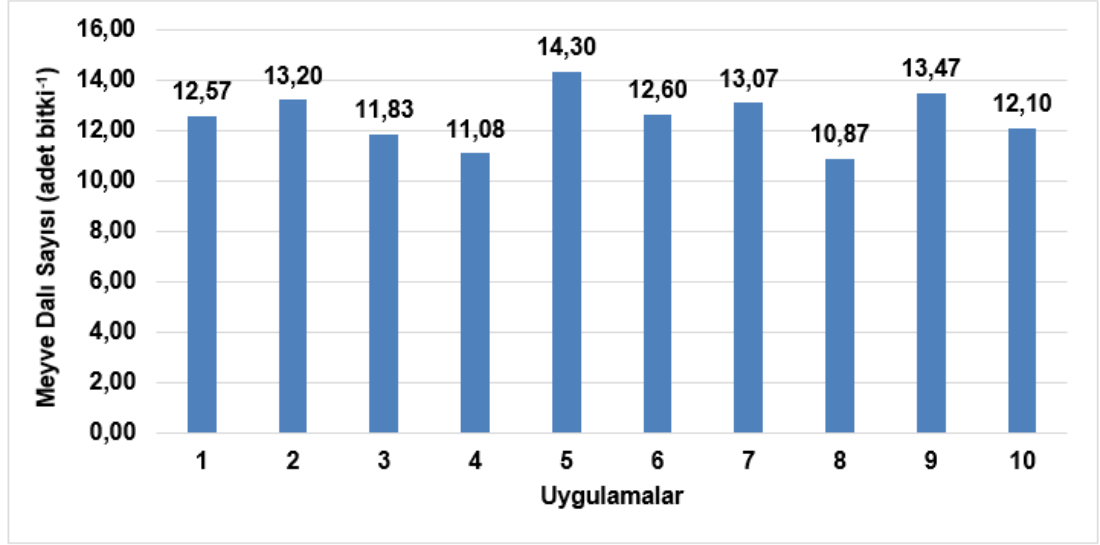
Çizelge 4.8. ve Şekil 4.4’den, ortalama meyve dalı sayısının 10,87 ile 14,30 adet bitki⁻¹ arasında değiştiği, en düşük meyve dalı sayısının 8 nolu (Glisin Betain+K₂SO₄) uygulamadan, en yüksek meyve dalı sayısının ise 5 nolu (Sodium Nitroprusside) uygulamadan alındığı görülebilmektedir.

Çizelge 4.8. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen meyve dalı sayısı değerleri (adet bitki⁻¹) ile Tukey testine göre belirlenen gruplar

Uygulamalar	Meyve Dalı Sayısı (adet bitki ⁻¹)
1 Kontrol	12,57 abc*
2 Askorbik Asit	13,20 ab
3 Glisin Betain	11,83 bc
4 Salisilik Asit	11,08 c
5 Sodium Nitroprusside	14,30 a
6 K ₂ SO ₄ (Potasyum Sülfat)	12,60 abc
7 Askorbik Asit+K ₂ SO ₄	13,07 ab
8 Glisin Betain+K ₂ SO ₄	10,87 c
9 Salisilik Asit+K ₂ SO ₄	13,47 ab
10 Sodium Nitroprusside+K ₂ SO ₄	12,10 bc
Ortalama	12,518

*: Aynı harf grubundakiler arasında önemli düzeyde (0.05) bir farklılık yoktur

Bu sonuçlara göre Sodium Nitroprusside’nin taraklanma başlangıcı+çiçeklenme başlangıcı dönemlerin iki doz halinde atılmasının en iyi sonucu verdiği söylenebilir



Şekil 4.4. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen meyve dalı sayısı (adet bitki⁻¹) değerleri

4.5. Koza Sayısı (adet bitki⁻¹)

Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarının koza sayısı (adet bitki⁻¹) üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizleri ve %C.V. değerleri Çizelge 4.9'da, Tukey testine göre belirlenen gruplar ise Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen koza sayısı (adet bitki⁻¹) değerlerine ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	1,481	0,7406	3,09	0,070
Uygulamalar	9	68,715	7,6350	31,87	0,000**
Hata	18	4,312	0,2396		
Genel	29	74,508			
%C.V.	19,10				

** P≤0.01

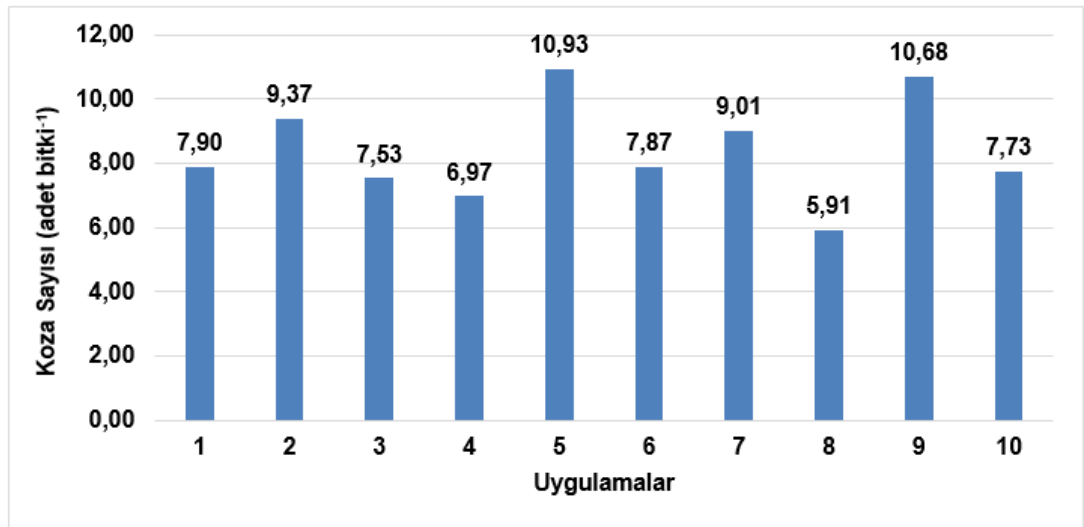
Çizelge 4.9'dan, varyans analizine göre; Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen koza sayısı değerleri (adet bitki⁻¹) arasında istatistiki olarak önemli düzeyde (p≤0.01) farklılıklar olduğu görülebilmektedir.

Çizelge 4.10. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen koza sayısı değerleri (adet bitki⁻¹) ile Tukey testine göre belirlenen gruplar

	Uygulamalar	Koza Sayısı (adet bitki ⁻¹)
1	Kontrol	7,90 de*
2	Askorbik Asit	9,37 bc
3	Glisin Betain	7,53 e
4	Salisilik Asit	6,97 ef
5	Sodium Nitroprusside	10,93 a
6	K ₂ SO ₄ (Potasyum Sülfat)	7,87 de
7	Askorbik Asit+K ₂ SO ₄	9,01 cd
8	Glisin Betain+K ₂ SO ₄	5,91 f
9	Salisilik Asit+K ₂ SO ₄	10,68 ab
10	Sodium Nitroprusside+K ₂ SO ₄	7,73 de
	Ortalama	8,39

*: Aynı harf grubundakiler arasında önemli düzeyde (0.05) bir farklılık yoktur

Çizelge 4.10. ve Şekil 4.5.'den, ortalama koza sayısının 5,91 ile 10,93 adet bitki⁻¹ arasında değiştiği, en düşük koza sayısının 8 nolu (Glisin Betain+K₂SO₄) uygulamadan, en yüksek odun dalı sayısının ise 5 nolu (Sodium Nitroprusside) uygulamadan alındığı görülebilmektedir. Bu sonuçlara göre Sodium Nitroprusside'nin taraklanma başlangıcı+çiçeklenme başlangıcı dönemlerin iki doz halinde atılmasının en iyi sonucu verdiği söylenebilir



Şekil 4.5. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen koza sayısı (adet bitki⁻¹) değerleri

4.6. Koza Ağırlığı (g)

Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarının koza ağırlığı (g) üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizleri ve %C.V. değerleri Çizelge 4.11’de, Tukey testine göre belirlenen gruplar ise Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen koza ağırlığı (g) değerlerine ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	0,3019	0,1509	1,18	0,330
Uygulamalar	9	2,4947	0,2772	2,16	0,078 ^{ö.d.}
Hata	18	2,3056	0,1281		
Genel	29	5,1022			
%C.V.	6,18				

^{ö.d.}: önemli değil

Çizelge 4.11’den, varyans analizine göre; Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen koza ağırlığı (g) arasında istatistiki olarak önemli düzeyde farklılıkların oluşmadığı görülebilmektedir.

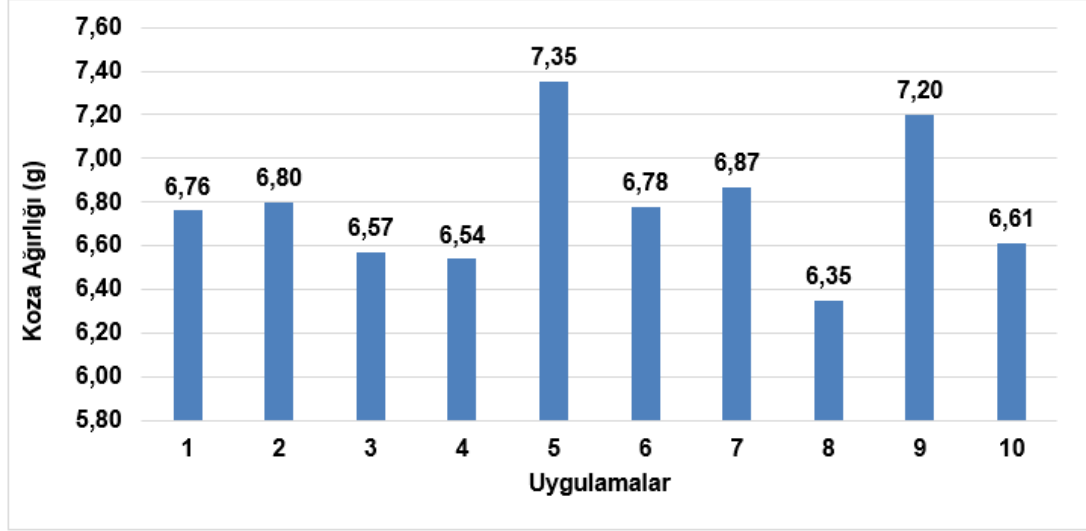
Çizelge 4.12. ve Şekil 4.6.’dan, ortalama koza ağırlığının 6,35 ile 7,35 g arasında değiştiği, en düşük koza ağırlığının 8 nolu (Glisin Betain+K₂SO₄) uygulamadan, en yüksek koza ağırlığının ise 5 nolu (Sodium Nitroprusside) uygulamadan alındığı görülebilmektedir.

Çizelge 4.12. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen koza ağırlığı değerleri (g) ile Tukey testine göre oluşan gruplar

	Uygulamalar	Koza Ağırlığı (g)
1	Kontrol	6,76 ^{ö.d.}
2	Askorbik Asit	6,80
3	Glisin Betain	6,57
4	Salisilik Asit	6,54
5	Sodium Nitroprusside	7,35
6	K ₂ SO ₄ (Potasyum Sülfat)	6,78
7	Askorbik Asit+K ₂ SO ₄	6,87
8	Glisin Betain+K ₂ SO ₄	6,35
9	Salisilik Asit+K ₂ SO ₄	7,20
10	Sodium Nitroprusside+K ₂ SO ₄	6,61
	Ortalama	6,79

^{ö.d.}: önemli değil

İstatistiki olarak uygulamalar ve kontrol parselleri arasında herhangi bir fark bulunamadığından Harran Ovası koşullarında koza sayısı bakımından ozmolit uygulamaya gerek olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 4.6. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen koza ağırlığı (g) değerleri

4.7. Koza Kütlü Pamuk Ağırlığı (g)

Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarının koza kütlü pamuk ağırlığı (g) üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizleri ve %C.V. değerleri Çizelge 4.13’de, Tukey testine göre belirlenen gruplar ise Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen koza kütlü pamuk ağırlığı (g) değerlerine ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	0,4338	0,2169	1,82	0,191
Uygulamalar	9	2,7260	0,3029	2,54	0,044*
Hata	18	2,1494	0,1194		
Genel	29	5,3092			
%C.V.	8,55				

* $P \leq 0.05$

Çizelge 4.13’den, varyans analizine göre; Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen koza kütlü pamuk ağırlığı (g) arasında istatistiki olarak önemli düzeyde

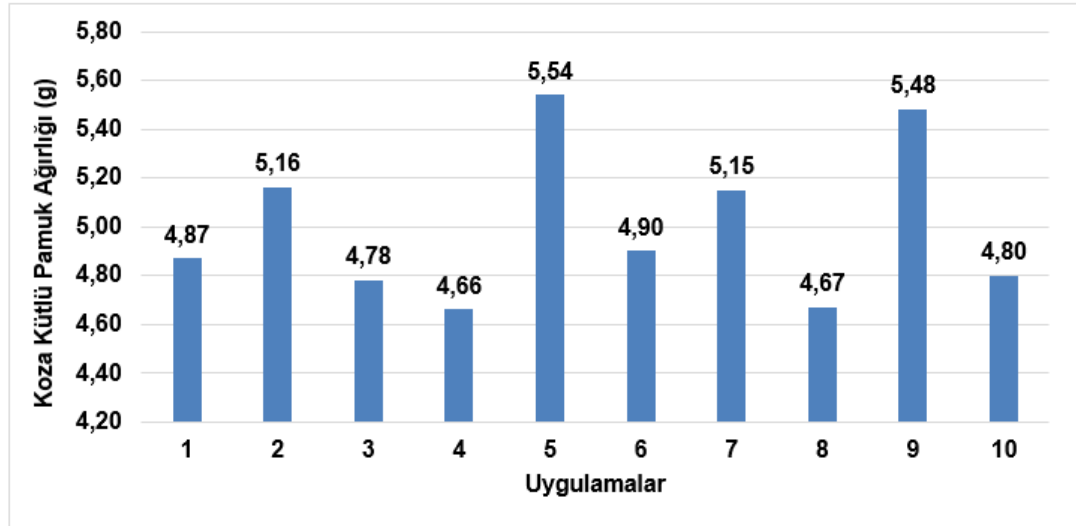
($p \leq 0.05$) farklılıklar olduğu görülebilmektedir.

Çizelge 4.14. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen koza kütlü pamuk ağırlığı değerleri (g) ile Tukey testine göre belirlenen gruplar

	Uygulamalar	Koza Kütlü Pamuk Ağırlığı (g)
1	Kontrol	4,87 c*
2	Askorbik Asit	5,16 abc
3	Glisin Betain	4,78 c
4	Salisilik Asit	4,66 c
5	Sodium Nitroprusside	5,54 a
6	K ₂ SO ₄ (Potasyum Sülfat)	4,90 bc
7	Askorbik Asit+K ₂ SO ₄	5,15 abc
8	Glisin Betain+K ₂ SO ₄	4,67 c
9	Salisilik Asit+K ₂ SO ₄	5,48 ab
10	Sodium Nitroprusside+K ₂ SO ₄	4,80 c
	Ortalama	5,00

*: Aynı harf grubundakiler arasında önemli düzeyde (0.05) bir farklılık yoktur

Çizelge 4.14. ve Şekil 4.7’den, ortalama koza kütlü pamuk ağırlığı değerlerinin 4,66 ile 5,54 g arasında değiştiği, en düşük koza kütlü pamuk ağırlığının 4 nolu (Salisilik Asit) uygulamadan, en yüksek koza kütlü pamuk ağırlığının ise 5 nolu (Sodium Nitroprusside) uygulamadan alındığı görülebilmektedir. Bu sonuçlara göre SNP uygulamasının koza kütlü pamuk ağırlığını arttırdığı sonucu ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.7. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen koza kütlü pamuk ağırlığı (g) değerleri

4.8. Çırçır Randımanı (%)

Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarının çırçır randımanı (%) üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizleri ve %C.V. değerleri Çizelge 4.15’de, Tukey testine göre belirlenen gruplar ise Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.15. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen çırçır randımanı (%) değerlerine ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	2,238	1,1190	1,95	0,171
Uygulamalar	9	13,820	1,5356	2,67	0,036*
Hata	18	10,335	0,5742		
Genel	29	26,393			
%C.V.	2,20				

* $P \leq 0.05$

Çizelge 4.15’den, varyans analizine göre; Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen çırçır randımanı (%) arasında istatistiki olarak önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) farklılıklar olduğu görülebilmektedir.

Çizelge 4.16. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen çırçır randımanı (%) değerleri (%) ile Tukey testine göre belirlenen gruplar

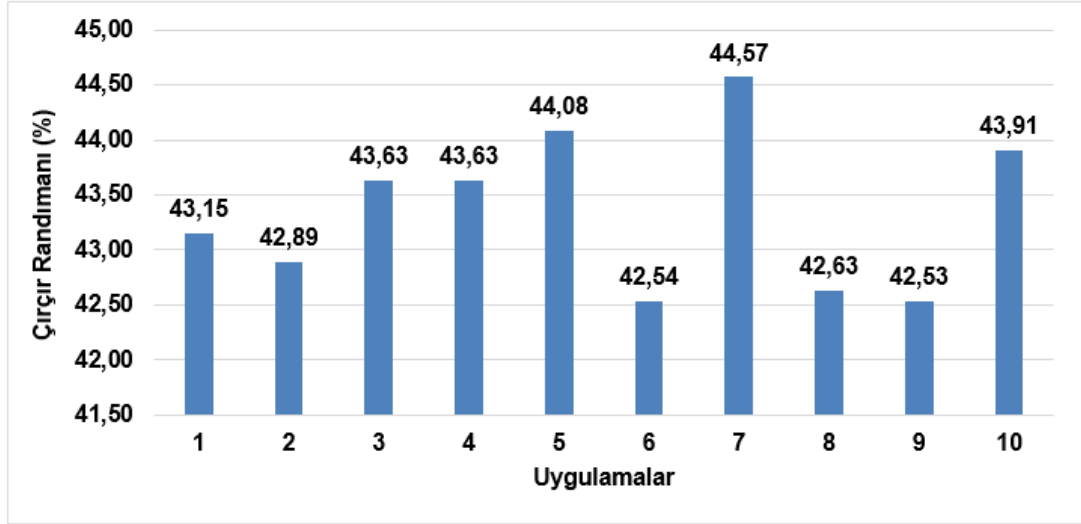
	Uygulamalar	Çırçır Randımanı (%)
1	Kontrol	43,15 bcd*
2	Askorbik Asit	42,89 bcd
3	Glisin Betain	43,63 abcd
4	Salisilik Asit	43,63 abcd
5	Sodium Nitroprusside	44,08 ab
6	K ₂ SO ₄ (Potasyum Sülfat)	42,54 d
7	Askorbik Asit+K ₂ SO ₄	44,57 a
8	Glisin Betain+K ₂ SO ₄	42,63 cd
9	Salisilik Asit+K ₂ SO ₄	42,53 d
10	Sodium Nitroprusside+K ₂ SO ₄	43,91 abc
	Ortalama	43,36

*: Aynı harf grubundakiler arasında önemli düzeyde (0.05) bir farklılık yoktur

Çizelge 4.16. ve Şekil 4.8.’den, ortalama çırçır randımanı değerlerinin %42,53 ile %44,57 arasında değiştiği, en düşük çırçır randımanının 9 nolu uygulamadan (Salisilik

Asit+K₂SO₄), en yüksek çırçır randımının ise 7 nolu uygulamadan (Askorbik Asit+K₂SO₄) alındığı görülebilmektedir.

Bu sonuçlara göre Askorbik Asit+K₂SO₄' nin birlikte uygulanmasıyla çırçır randımının arttığı sonucu ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.8. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen çırçır randımanı (%) değerleri

Şekil 4.8. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen çırçır randımanı (%) değerleri

4.9. 100 Tohum Ağırlığı (g)

Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarının 100 tohum ağırlığı (g) üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizleri ve %C.V. değerleri Çizelge 4.17'de, Tukey testine göre belirlenen gruplar ise Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen 100 tohum ağırlığı değerlerine (g) ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	0,4140	0,2070	2,01	0,163
Uygulamalar	9	1,1426	0,1270	1,23	0,337 ^{ö.d.}
Hata	18	1,8569	0,1032		
Genel	29	3,4135			
%C.V.	3,22				

ö.d: önemli değil

Çizelge 4.17'den, varyans analizine göre; Farklı ozmolitler ve potasyum uygula-

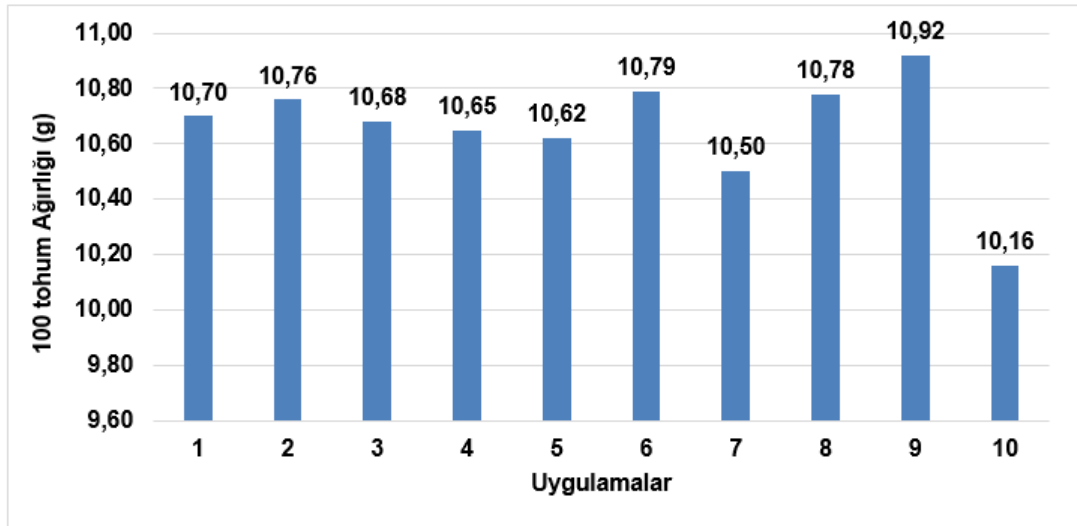
malarından elde edilen 100 tohum ağırlığı (g) arasında istatistiki olarak önemli düzeyde farklılıklar oluşmadığı görülebilmektedir.

Çizelge 4.18. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen 100 tohum ağırlığı değerleri (g) ile Tukey testine göre belirlenen gruplar

	Uygulamalar	100 Tohum Ağırlığı (g)
1	Kontrol	10,70 ^{a.d.}
2	Askorbik Asit	10,76
3	Glisin Betain	10,68
4	Salisilik Asit	10,65
5	Sodium Nitroprusside	10,62
6	K ₂ SO ₄ (Potasyum Sülfat)	10,79
7	Askorbik Asit+K ₂ SO ₄	10,50
8	Glisin Betain+K ₂ SO ₄	10,78
9	Salisilik Asit+K ₂ SO ₄	10,92
10	Sodium Nitroprusside+K ₂ SO ₄	10,16
	Ortalama	10,66

^{a.d.}: önemli değil

Çizelge 4.18. ve Şekil 4.9'dan, ortalama 100 tohum ağırlığının 10,16 g ile 10,92 g arasında değişim gösterdiği görülebilmektedir. İstatistiki olarak önemli bir farklılığın bulunması mevcut ozmolit uygulamalarının 100 tohum ağırlığı üzerine her herhangi bir etkisinin olmadığını ortaya koymaktadır.



Şekil 4.9. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen 100 tohum ağırlığı (g) değerleri

4.10. Lif İndeksi (g)

Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarının lif indeksi (g) üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizleri ve %C.V. değerleri Çizelge 4.19’da, Tukey testine göre belirlenen gruplar ise Çizelge 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif indeksi değerlerine (g) ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	0,01633	0,008165	0,19	0,828
Uygulamalar	9	0,77726	0,086362	2,02	0,098 ^{ö.d.}
Hata	18	0,77064	0,042813		
Genel	29	1,56423			
%C.V.	2,85				

^{ö.d.}: önemli değil

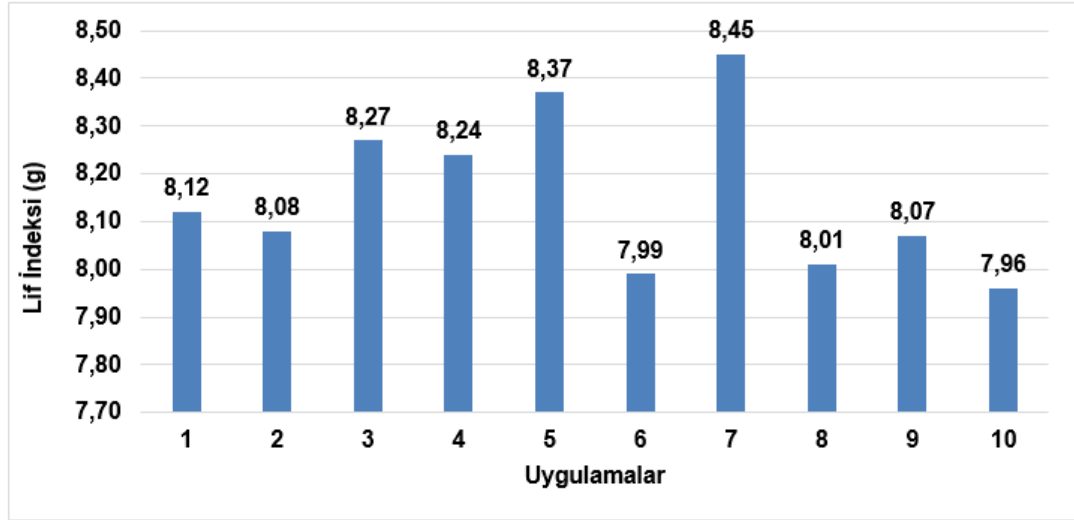
Çizelge 4.19’dan, varyans analizine göre; Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif indeksi (g) arasında istatistiki olarak önemli düzeyde farklılıklar oluşmadığı görülebilmektedir.

Çizelge 4.20. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif indeksi değerleri (g) ile Tukey testine göre belirlenen gruplar

	Uygulamalar	Lif indeksi (g)
1	Kontrol	8,12 ^{ö.d.}
2	Askorbik Asit	8,08
3	Glisin Betain	8,27
4	Salisilik Asit	8,24
5	Sodium Nitroprusside	8,37
6	K ₂ SO ₄ (Potasyum Sülfat)	7,99
7	Askorbik Asit+K ₂ SO ₄	8,45
8	Glisin Betain+K ₂ SO ₄	8,01
9	Salisilik Asit+K ₂ SO ₄	8,07
10	Sodium Nitroprusside+K ₂ SO ₄	7,96
	Ortalama	8,15

^{ö.d.}: önemli değil

Çizelge 4.20. ve Şekil 4.10’dan, ortalama lif indeksi değerlerinin 7,96 ile 8,45 g arasında değiştiği, en düşük lif indeksinin 10 nolu uygulamadan (Sodium Nitroprusside+K₂SO₄), en yüksek lif indeksinin ise 7 nolu uygulamadan (Askorbik Asit+K₂SO₄) alındığı görülebilmektedir.



Şekil 4.10. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif indeksi değerleri (g)

4.11. Lif Uzunluğu (mm)

Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarının lif uzunluğu (mm) üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizleri ve %C.V. değerleri Çizelge 4.21’de, Tukey testine göre belirlenen gruplar ise Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.21’den, varyans analizine göre; Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif uzunluğu (mm) arasında istatistiki olarak önemli düzeyde farklılıklar bulunmadığı görülebilmektedir.

Çizelge 4.21. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif uzunluğu değerlerine (mm) ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	3,294	1,6469	1,79	0,195
Uygulamalar	9	12,900	1,4333	1,56	0,202 ^{ö.d.}
Hata	18	16,545	0,9192		
Genel	29	32,739			
%C.V.	3,58				

ö.d: önemli değil

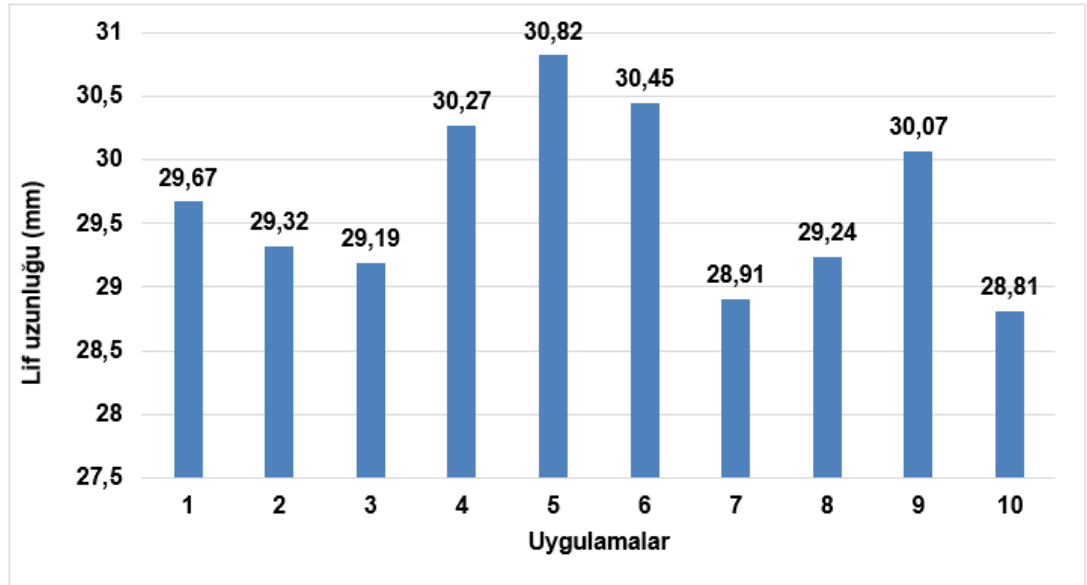
Çizelge 4.22. ve Şekil 4.11’den, ortalama lif uzunluğunun 28,81 ile 30,82 mm arasında değiştiği, en düşük lif uzunluğunun 10 nolu uygulamadan (Sodium Nitroprusside+K₂SO₄),

en yüksek lif uzunluğunun ise 5 nolu uygulamadan (Sodium Nitroprusside) alındığı görülebilmektedir. İstatistiki olarak uygulamalar arasında herhangi bir farklılığının bulunmaması Çizelge 4.22'deki ozmolit uygulamalarının lif uzunluğu üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.22. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif uzunluğu değerleri (mm) ile Tukey testine göre belirlenen gruplar

	Uygulamalar	Lif Uzunluğu (mm)
1	Kontrol	29,67 ^{ö.d.}
2	Askorbik Asit	29,32
3	Glisin Betain	29,19
4	Salisilik Asit	30,27
5	Sodium Nitroprusside	30,82
6	K ₂ SO ₄ (Potasyum Sülfat)	30,45
7	Askorbik Asit+K ₂ SO ₄	28,91
8	Glisin Betain+K ₂ SO ₄	29,24
9	Salisilik Asit+K ₂ SO ₄	30,07
10	Sodium Nitroprusside+K ₂ SO ₄	28,81
	Ortalama	29,68

ö.d: önemli değil



Şekil 4.11. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif uzunluğu değerleri (mm)

4.12. Lif İnceliği (micronaire)

Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarının lif inceliği (micronaire) üzerindeki

etkilerine ilişkin varyans analizleri ve %C.V. değerleri Çizelge 4.23'de, Tukey testine göre belirlenen gruplar ise Çizelge 4.24'de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif inceliği değerlerine (micronaire) ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	0,1447	0,07233	0,92	0,417
Uygulamalar	9	0,4504	0,05004	0,64	0,753 ^{ö.d.}
Hata	18	1,4181	0,07878		
Genel	29	2,0131			
%C.V.	5,06				

^{ö.d.}: önemli değil

Çizelge 4.23'den, varyans analizine göre; Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif inceliği (micronaire) arasında istatistiki olarak önemli düzeyde farklılıkların oluşmadığı görülebilmektedir.

Çizelge 4.24. ve Şekil 4.12'den, ortalama lif inceliği değerlerinin 4,98 ile 5,40 micronaire arasında değiştiği, en düşük lif inceliğinin 6 nolu uygulamadan (K_2SO_4), en yüksek lif inceliğinin ise 10 nolu uygulamadan (Sodium Nitroprusside+ K_2SO_4) alındığı görülebilmektedir.

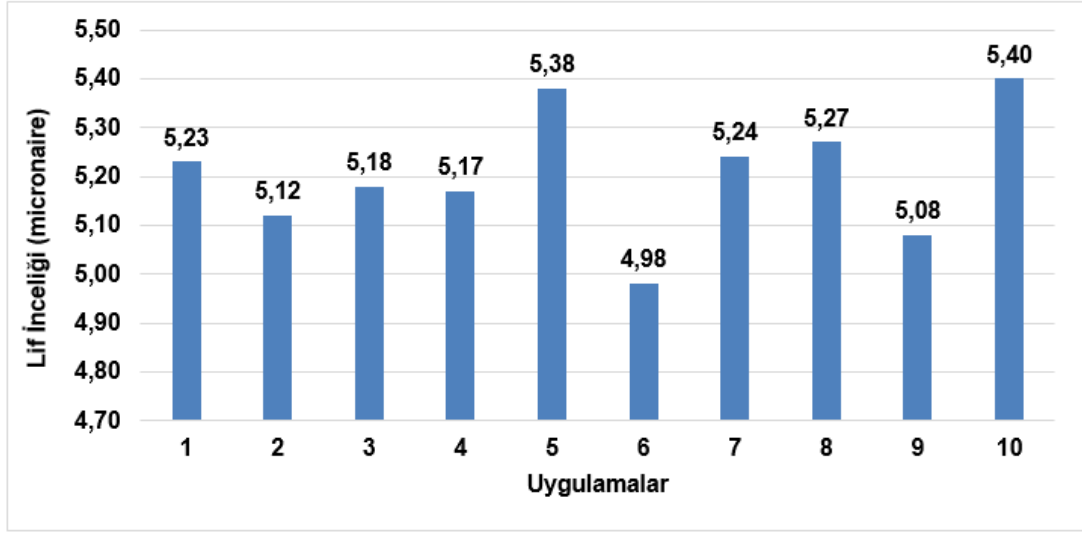
Çizelge 4.24. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif inceliği değerleri (micronaire) ile Tukey testine göre belirlenen gruplar

Uygulamalar	Lif İnceliği (micronaire)
1 Kontrol	5,23 ^{ö.d.}
2 Askorbik Asit	5,12
3 Glisin Betain	5,18
4 Salisilik Asit	5,17
5 Sodium Nitroprusside	5,38
6 K_2SO_4 (Potasyum Sülfat)	4,98
7 Askorbik Asit+ K_2SO_4	5,24
8 Glisin Betain+ K_2SO_4	5,27
9 Salisilik Asit+ K_2SO_4	5,08
10 Sodium Nitroprusside+ K_2SO_4	5,40
Ortalama	5,20

^{ö.d.}: önemli değil

İstatistiki olarak uygulamalar arasında herhangi bir farklılığının bulunmaması Çizelge

4.24'deki ozmolit uygulamalarının lif inceliği üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını ortaya koymaktadır.



Şekil 4.12. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif inceliği değerleri (micronaire)

4.13. Lif Kopma Dayanıklılığı (g tex^{-1})

Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarının lif kopma dayanıklılığı (g tex^{-1}) üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizleri ve %C.V. değerleri Çizelge 4.25'de, Tukey testine göre belirlenen gruplar ise Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.25. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif kopma dayanıklılığı değerlerine (g tex^{-1}) ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	6,786	3,393	0,32	0,730
Uygulamalar	9	73,448	8,161	0,77	0,645 ^{ö.d.}
Hata	18	190,622	10,590		
Genel	29	270,856			
%C.V.	9,24				

ö.d: önemli değil

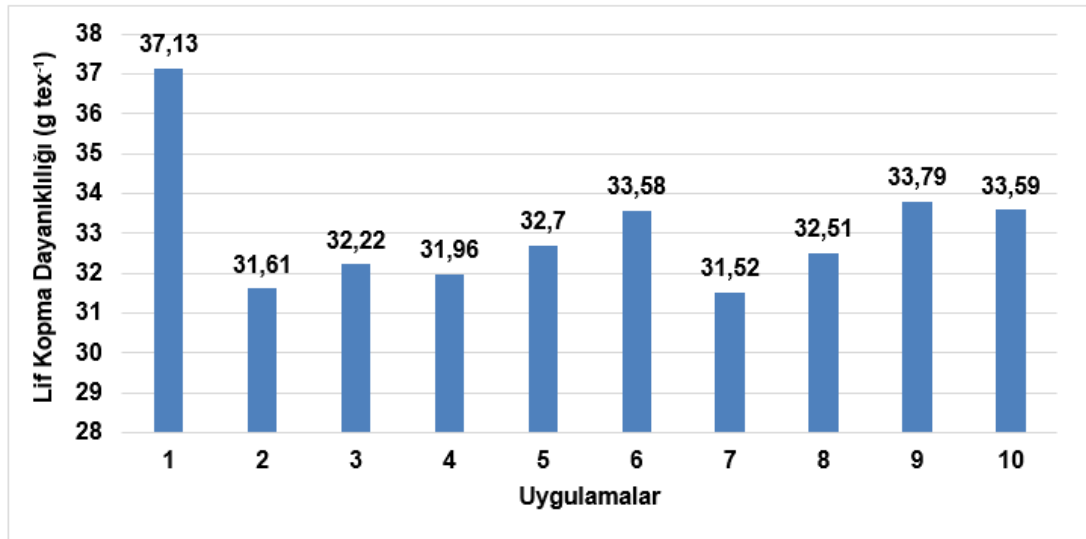
Çizelge 4.25'den, varyans analizine göre; Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif kopma dayanıklılığı (g tex^{-1}) arasında istatistiki olarak önemli düzeyde farklılıkların oluşmadığı görülebilmektedir.

Çizelge 4.26. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif kopma dayanıklılığı değerleri (g tex^{-1}) ile Tukey testine göre belirlenen gruplar

	Uygulamalar	Lif Kopma Dayanıklılığı (g tex^{-1})
1	Kontrol	37,13 ^{ö.d.}
2	Askorbik Asit	31,61
3	Glisin Betain	32,22
4	Salisilik Asit	31,96
5	Sodium Nitroprusside	32,70
6	K ₂ SO ₄ (Potasyum Sülfat)	33,58
7	Askorbik Asit+K ₂ SO ₄	31,52
8	Glisin Betain+K ₂ SO ₄	32,51
9	Salisilik Asit+K ₂ SO ₄	33,79
10	Sodium Nitroprusside+K ₂ SO ₄	33,59
	Ortalama	33,06

ö.d: önemli değil

Çizelge 4.26. ve Şekil 4.13'den, ortalama lif kopma dayanıklılığının 31,52 ile 37,13 g tex^{-1} arasında değiştiği, en düşük lif kopma dayanıklılığı 7 nolu uygulamadan (Askorbik Asit+K₂SO₄), en yüksek lif kopma dayanıklılığı ise 1 nolu uygulamadan (Kontrol) alındığı görülebilmektedir.



Şekil 4.13. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif kopma dayanıklılığı değerleri (g tex^{-1})

4.14. Kısa Lif Oranı (%)

Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarının kısa lif oranı (%) üzerindeki etkilerine

ilişkin varyans analizleri ve %C.V. değerleri Çizelge 4.27’de, Tukey testine göre belirlenen gruplar ise Çizelge 4.28’de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen kısa lif oranı değerlerine (%) ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	3,271	1,635	1,16	0,337
Uygulamalar	9	17,633	1,959	1,39	0,265 ^{ö.d.}
Hata	18	25,450	1,414		
Genel	29	46,354			
%C.V.	20,10				

^{ö.d.}: önemli değil

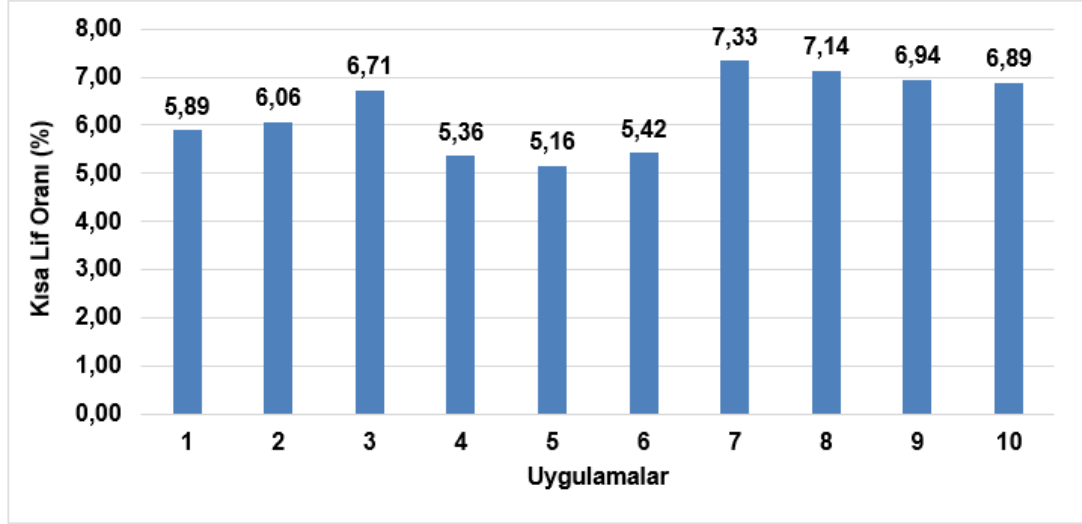
Çizelge 4.27’den, varyans analizine göre; Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen kısa lif oranı (%) arasında istatistiki olarak önemli düzeyde farklılıkların oluşmadığı görülebilmektedir.

Çizelge 4.28. ve Şekil 4.14’den, ortalama kısa lif oranının %5,16 ile %7,33 arasında değiştiği, en düşük kısa lif oranının 5 nolu uygulamadan (Sodium Nitroprusside), en yüksek kısa lif oranının ise 7 nolu uygulamadan (Askorbik Asit+K₂SO₄) alındığı görülebilmektedir.

Çizelge 4.28. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen kısa lif oranı değerleri (%) ile Tukey testine göre belirlenen gruplar

Uygulamalar	Kısa Lif Oranı (%)
1 Kontrol	5,89 ^{ö.d.}
2 Askorbik Asit	6,06
3 Glisin Betain	6,71
4 Salisilik Asit	5,36
5 Sodium Nitroprusside	5,16
6 K ₂ SO ₄ (Potasyum Sülfat)	5,42
7 Askorbik Asit+K ₂ SO ₄	7,33
8 Glisin Betain+K ₂ SO ₄	7,14
9 Salisilik Asit+K ₂ SO ₄	6,94
10 Sodium Nitroprusside+K ₂ SO ₄	6,89
Ortalama	6,29

^{ö.d.}: önemli değil



Şekil 4.14. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen kısa lif oranı değerleri (%)

4.15. Lif Kopma Uzaması (%)

Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarının lif kopma uzaması (%) üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizleri ve %C.V. değerleri Çizelge 4.29’da, Tukey testine göre belirlenen gruplar ise Çizelge 4.30’da verilmiştir.

Çizelge 4.29’dan, varyans analizine göre; Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif kopma uzaması (%) arasında istatistiki olarak önemli düzeyde farklılıkların oluşmadığı görülebilmektedir.

Çizelge 4.29. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif kopma uzaması değerlerine (%) ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	0,7855	0,3928	1,30	0,297
Uygulamalar	9	2,4143	0,2683	0,89	0,554 ^{ö.d.}
Hata	18	5,4385	0,3021		
Genel	29	8,6383			
%C.V.	11,10				

ö.d: önemli değil

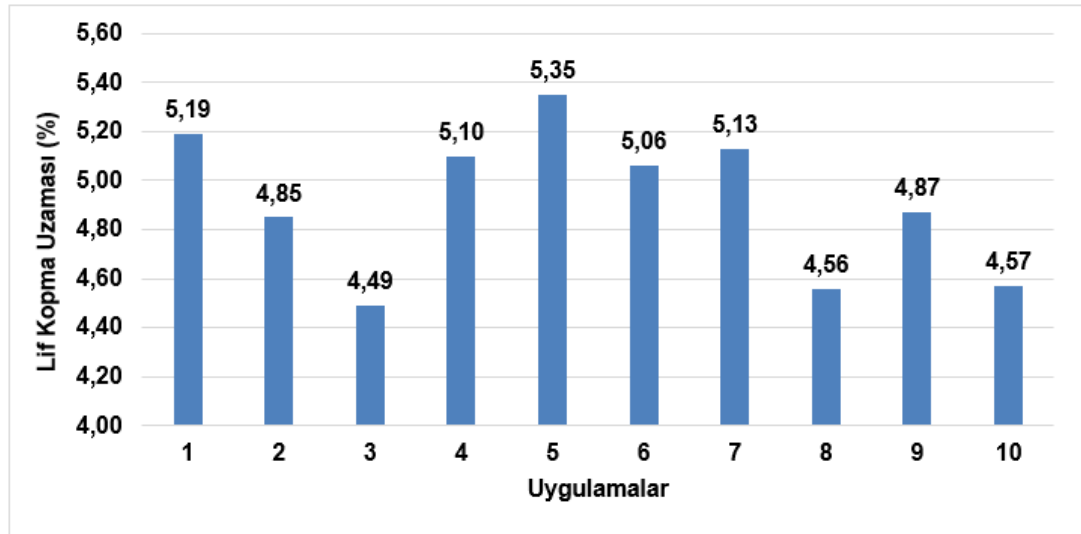
Çizelge 4.30. ve Şekil 4.15’den, ortalama lif kopma uzaması değerlerinin %4,49 ile %5,35 arasında değiştiği, en düşük lif kopma uzamasının 3 nolu uygulamadan (Glisin

Betain), en yüksek lif kopma uzamasının ise 5 nolu uygulamadan (Sodium Nitroprusside) alındığı görülebilmektedir.

Çizelge 4.30. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif kopma uzaması değerleri (%) ile Tukey testine göre belirlenen gruplar

	Uygulamalar	Lif Kopma Uzaması (%)
1	Kontrol	5,19 ^{a.d.}
2	Askorbik Asit	4,85
3	Glisin Betain	4,49
4	Salisilik Asit	5,10
5	Sodium Nitroprusside	5,35
6	K ₂ SO ₄ (Potasyum Sülfat)	5,06
7	Askorbik Asit+K ₂ SO ₄	5,13
8	Glisin Betain+K ₂ SO ₄	4,56
9	Salisilik Asit+K ₂ SO ₄	4,87
10	Sodium Nitroprusside+K ₂ SO ₄	4,57
	Ortalama	4,92

ö.d: önemli değil



Şekil 4.15. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif kopma uzaması değerleri (%)

4.16. Lif Üniformite İndeksi (%)

Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarının lif üniformite indeksi (%) üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizleri ve %C.V. değerleri Çizelge 4.31’de, Tukey testine göre belirlenen gruplar ise Çizelge 4.32’de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif üniformite indeksi değerlerine (%) ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	0,7863	0,3931	0,14	0,870
Uygulamalar	9	23,1812	2,5757	0,92	0,531 ^{ö.d.}
Hata	18	50,4455	2,8025		
Genel	29	74,4130			
%C.V.	1,90				

ö.d: önemli değil

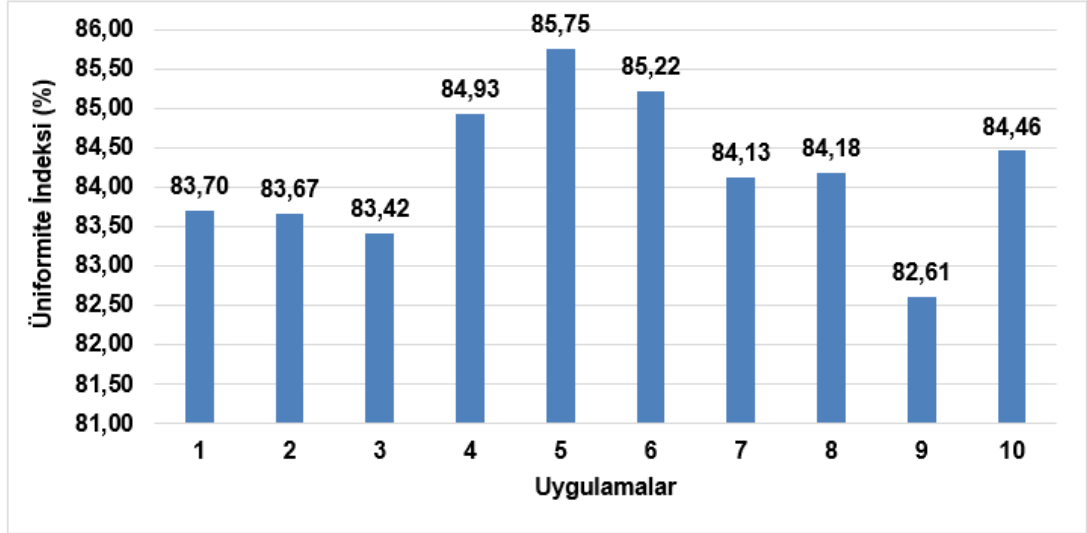
Çizelge 4.31'den, varyans analizine göre; Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen Lif üniformite indeksi (%) arasında istatistiki olarak önemli farklılıkların oluşmadığı görülebilmektedir.

Çizelge 4.32. ve Şekil 4.16.'dan, ortalama lif üniformite indeksi değerlerinin %82,61 ile %85,75 arasında değiştiği, en düşük lif üniformite indeksinin 9 nolu uygulamadan (Salisilik Asit+K₂SO₄), en yüksek lif üniformite indeksinin ise 5 nolu uygulamadan (Sodium Nitroprusside) alındığı görülebilmektedir.

Çizelge 4.32. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif üniformite indeksi değerleri (%) ile Tukey testine göre belirlenen gruplar

	Uygulamalar	Lif Üniformite İndeksi (%)
1	Kontrol	83,70 ^{ö.d.}
2	Askorbik Asit	83,67
3	Glisin Betain	83,42
4	Salisilik Asit	84,93
5	Sodium Nitroprusside	85,75
6	K ₂ SO ₄ (Potasyum Sülfat)	85,22
7	Askorbik Asit+K ₂ SO ₄	84,13
8	Glisin Betain+K ₂ SO ₄	84,18
9	Salisilik Asit+K ₂ SO ₄	82,61
10	Sodium Nitroprusside+K ₂ SO ₄	84,46
	Ortalama	84,21

ö.d: önemli değil



Şekil 4.16. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif üniformite indeksi değerleri (%)

4.17. İplik Olabilirlik İndeksi (SCI)

Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarının iplik olabilirlik indeksi (SCI) üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizleri ve %C.V. değerleri Çizelge 4.33’de, Tukey testine göre belirlenen gruplar ise Çizelge 4.34’de verilmiştir.

Çizelge 4.33’den, varyans analizine göre; Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen iplik olabilirlik İndeksi (SCI) arasında istatistiki olarak önemli farklılıkların oluşmadığı görülebilmektedir.

Çizelge 4.33. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen iplik olabilirlik indeksi değerlerine (SCI) ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	336,5	168,2	0,92	0,416
Uygulamalar	9	1235,0	137,2	0,75	0,660 ^{ö.d.}
Hata	18	3289,5	182,8		
Genel	29	4861,0			
%C.V.	9,48				

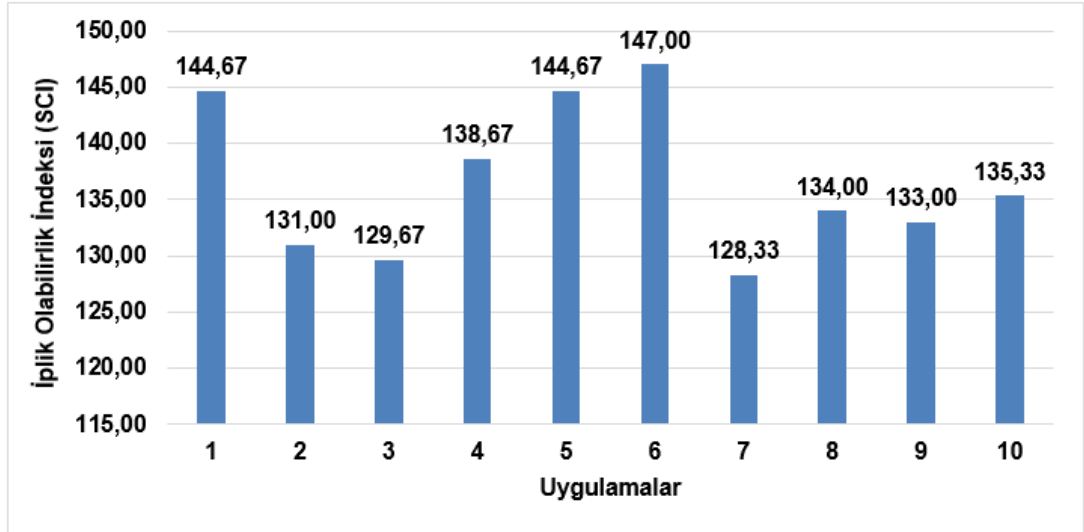
ö.d: önemli değil

Çizelge 4.34. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen iplik olabilirlik indeksi değerleri (SCI) ile Tukey testine göre belirlenen gruplar

	Uygulamalar	İplik Olabilirlik İndeksi (SCI)
1	Kontrol	144,67 ^{o.d.}
2	Askorbik Asit	131,00
3	Glisin Betain	129,67
4	Salisilik Asit	138,67
5	Sodium Nitroprusside	144,67
6	K ₂ SO ₄ (Potasyum Sülfat)	147,00
7	Askorbik Asit+K ₂ SO ₄	128,33
8	Glisin Betain+K ₂ SO ₄	134,00
9	Salisilik Asit+K ₂ SO ₄	133,00
10	Sodium Nitroprusside+K ₂ SO ₄	135,33
	Ortalama	136,63

^{o.d.}: önemli değil

Çizelge 4.34. ve Şekil 4.17’den, ortalama iplik olabilirlik indeksi değerlerinin 128,33 ile 147,00 SCI arasında değiştiği, en düşük iplik olabilirlik indeksinin 7 nolu uygulamadan (Askorbik Asit+K₂SO₄), en yüksek iplik olabilirlik indeksinin ise 6 nolu uygulamadan (K₂SO₄) alındığı görülebilmektedir.



Şekil 4.17. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen iplik olabilirlik indeksi değerleri (SCI)

4.18. Lif Parlaklığı (Rd)

Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarının lif parlaklığı (Rd) üzerindeki etkilerine

ilişkin varyans analizleri ve %C.V. değerleri Çizelge 4.35’de, Tukey testine göre belirlenen gruplar ise Çizelge 4.36’da verilmiştir.

Çizelge 4.35’den, varyans analizine göre; Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif parlaklığı (Rd) arasında istatistiki olarak önemli düzeyde farklılıkların oluşmadığı görülebilmektedir.

Çizelge 4.35. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif parlaklığı değerlerine (Rd) ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	5,38	7,690	1,36	0,283
Uygulamalar	9	30,31	3,368	0,59	0,786 ^{ö.d.}
Hata	18	102,12	5,674		
Genel	29	147,82			
%C.V.	3,27				

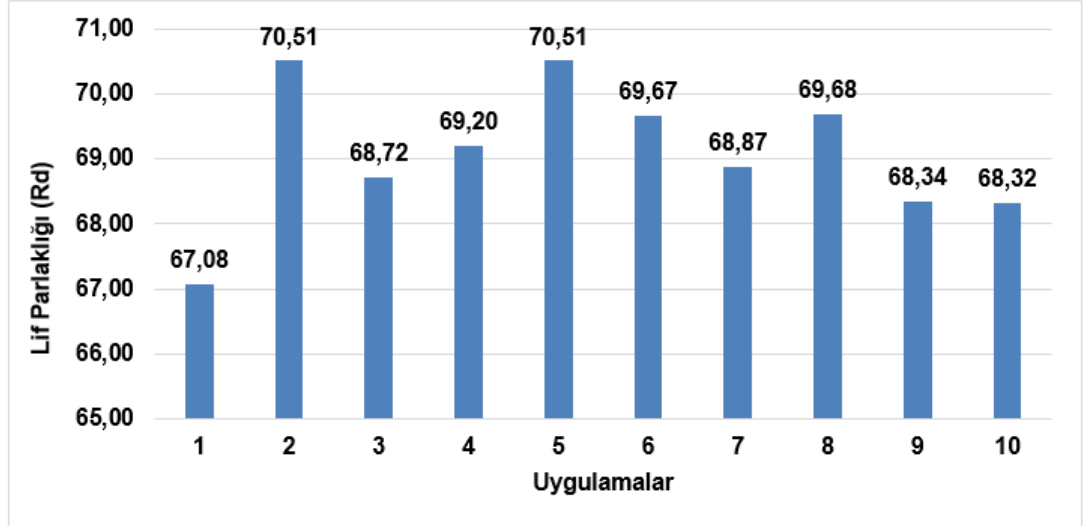
^{ö.d.}: önemli değil

Çizelge 4.36. ve Şekil 4.18’den, ortalama lif parlaklığı değerlerinin 67,08 ile 70,51 (Rd) arasında değiştiği, en düşük lif parlaklığının 1 nolu uygulamadan (Kontrol), en yüksek lif parlaklığının ise 2 ve 5 nolu uygulamalardan (Askorbik Asit), (Sodium Nitroprusside) alındığı görülebilmektedir.

Çizelge 4.36. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif parlaklığı değerleri (Rd) ile Tukey testine göre belirlenen gruplar

	Uygulamalar	Lif parlaklığı (Rd)
1	Kontrol	67,08 ^{ö.d.}
2	Askorbik Asit	70,51
3	Glisin Betain	68,72
4	Salisilik Asit	69,20
5	Sodium Nitroprusside	70,51
6	K ₂ SO ₄ (Potasyum Sülfat)	69,67
7	Askorbik Asit+K ₂ SO ₄	68,87
8	Glisin Betain+K ₂ SO ₄	69,68
9	Salisilik Asit+K ₂ SO ₄	68,34
10	Sodium Nitroprusside+K ₂ SO ₄	68,32
	Ortalama	69,09

^{ö.d.}: önemli değil



Şekil 4.18. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif parlaklığı değerleri (Rd)

4.19. Lif Sarılık Değeri (+b)

Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarının lif sarılık değeri (+b) üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizleri ve %C.V. değerleri Çizelge 4.37’de, Tukey testine göre belirlenen gruplar ise Çizelge 4.38’de verilmiştir.

Çizelge 4.37’den, varyans analizine göre; Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif sarılık değeri (+b) arasında istatistiki olarak önemli düzeyde farklılıkların oluşmadığı görülebilmektedir.

Çizelge 4.37. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif sarılık değeri değerlerine (+b) ilişkin varyans analizi ve %C.V. değerleri

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Derecesi
Tekerrür	2	0,6503	0,3252	2,47	0,113
Uygulamalar	9	1,4170	0,1574	1,19	0,356 ^{o.d.}
Hata	18	2,3729	0,1318		
Genel	29	4,4403			
%C.V.	5,26				

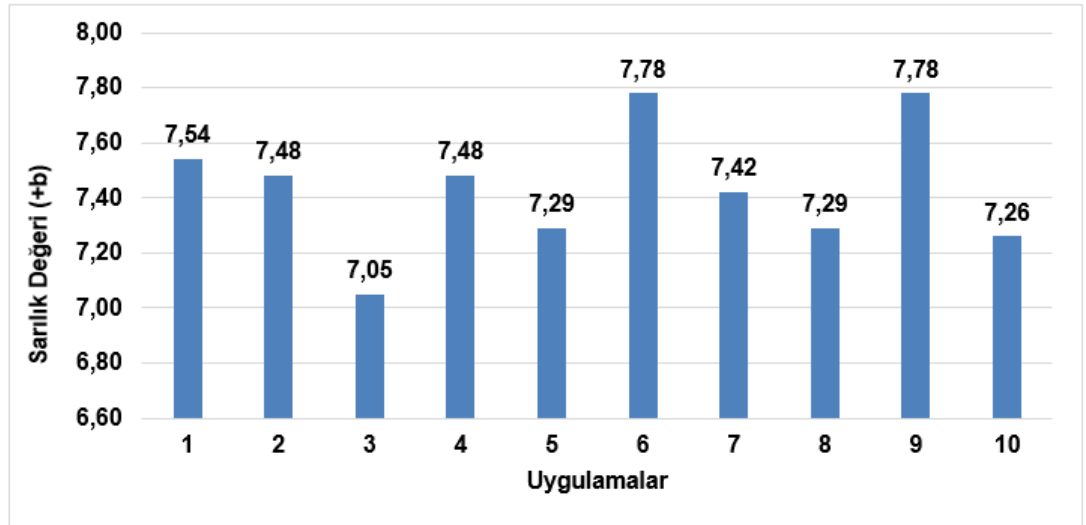
^{o.d.}: önemli değil

Çizelge 4.38. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif sarılık değerleri (+b) ile Tukey testine göre belirlenen gruplar

	Uygulamalar	Lif Sarılık Değeri (+b)
1	Kontrol	7,54 ^{ö.d.}
2	Askorbik Asit	7,48
3	Glisin Betain	7,05
4	Salisilik Asit	7,48
5	Sodium Nitroprusside	7,29
6	K ₂ SO ₄ (Potasyum Sülfat)	7,78
7	Askorbik Asit+K ₂ SO ₄	7,42
8	Glisin Betain+K ₂ SO ₄	7,29
9	Salisilik Asit+K ₂ SO ₄	7,78
10	Sodium Nitroprusside+K ₂ SO ₄	7,26
	Ortalama	7,44

ö.d: önemli değil

Çizelge 4.38. ve Şekil 4.19'dan, ortalama lif sarılık değerlerinin 7,05 ile 7,78 (+b) arasında değiştiği, en düşük lif sarılık değerinin 3 nolu uygulamadan (Glisin Betain), en yüksek lif sarılık değerinin ise 6 nolu (K₂SO₄) ve 9 nolu (Salisilik Asit+K₂SO₄) uygulamalardan alındığı görülebilmektedir. Bu sonuçlara göre istatistiki olarak uygulamalar arasında herhangi bir farklılığın olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır.



Şekil 4.19. Farklı ozmolitler ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif sarılık değeri değerleri (+b)

5. TARTIŞMA

Bu çalışma farklı ozmolitler ve potasyum uygulamasının pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) bitkisinde verim, verim unsurları ve lif kalite özelliklerine etkisini saptamak amacıyla yapılmıştır.

Çalışmada; Kütlü pamuk verimi, bitki boyu, odun dalı sayısı, meyve dalı sayısı, koza sayısı, koza ağırlığı, koza kütlü pamuk ağırlığı, çırcır randımanı, 100 tohum ağırlığı, lif indeksi, lif uzunluğu, lif inceliği, lif kopma dayanıklılığı, kısa lif oranı, lif kopma uzaması, lif üniformite indeksi, iplik olabirlik indeksi, lif parlaklığı ve lif sarılık değeri özellikleri incelenmiştir.

5.1. Kütlü Pamuk Verimi

Ozmolitler, bitkinin su stresi ve diğer çevresel stres koşullarına dayanımını artırarak bitkilerin kuraklık, tuzluluk ve sıcaklık gibi stres koşullarında hücre içi su dengesini korumak için biriktirdiği küçük moleküllerdir. Sodyum nitroprusid, pamuk bitkilerinin sıcaklık stresine karşı daha iyi bir savunma mekanizması geliştirmesine yardımcı olur. Bu, bitkilerin büyüme aşamalarında daha fazla dayanıklılık göstermelerini sağlar (Gavassi vd. 2018).

Kütlü pamuk verimleri 367,81 ile 429,93 kg da⁻¹ arasında değişim göstermiş, en düşük kütlü pamuk verimi 8 nolu (Glisin Betain+K₂SO₄) uygulamadan, en yüksek kütlü pamuk verimi ise 5 nolu (Sodium Nitroprusside) uygulamadan alınmıştır. Bu sonuçlara göre Sodium Nitroprusside'nin taraklanma başlangıcı+çiçeklenme başlangıcı dönemlerinde iki doz halinde uygulanmasının en iyi sonucu verdiği söylenebilir.

Sonuçlarımız Kong vd. (2016)'nin SNP'nin yaprağa uygulanmasıyla yaprak yaşlanmasını geciktirmesi dolayısıyla verimi arttırabileceğini; Akin ve Kaya (2023)'nin, iki sulama düzeyinde SNP uygulamasının SNP'nin tek başına yaprağa uygulanmasıyla bitki sıcaklığının düştüğünü, ayrıca kütlü pamuk verimini arttırdığını belirtmeleri çalışmamızı desteklemektedir. Heitholt vd. (2001)'in yapraktan salisilik uygulamalarının verime önemli bir katkısının olmadığını belirtmeleri de çalışmamızla uyum göstermektedir.

5.2. Bitki Boyu

Pamukta bitki boyu; hücre bölünmesi, hücre genişlemesi ve internod (boğum arası) uzaması ile belirlenir. Bitkide ozmolit birikimi bu süreçleri dolaylı olarak etkilemektedir. Bitki boyu artışının temel itici gücü hücre turgorudur. Ozmolitler hücre içi osmotik potansiyeli düşürerek su tutulmasını sağlar. Stres altında ozmolit biriktiren pamuk bitkilerde sırasıyla, turgor kaybını azaltır, internod uzaması daha az baskılanır ve bitki boyunun kısalması sınırlanır. Su kısıtı ve tuzluluk genelde pamukta bitki boyunun azalmasına yol açar. Yüksek ozmolit kapasitesi olan genotiplerde, fotosentez daha uzun süre korunur, hücre metabolizması stabil kalır, büyüme gerilemesi daha sınırlı olur ve sonuçta bitki boyundaki düşüş daha azdır.

Bitki boyu değerleri 98,57 ile 112,53 cm arasında değişim göstermiş, en düşük bitki boyu 8 nolu (Glisin Betain+K₂SO₄) uygulamadan, en yüksek bitki boyu ise 5 nolu (Sodium Nitroprusside) uygulamadan alınmıştır. Bu sonuçlara göre Sodium Nitroprusside'nin taraklanma başlangıcı+çiçeklenme başlangıcı dönemlerinde iki doz halinde atılmasının bitki boyunu arttırdığı söylenebilir.

5.3. Odun Dalı Sayısı

Odun dalları, ana gövde üzerinde bulunan koltuk tomurcuklarının aktif büyümesiyle oluşur. Bu süreç hücre genişlemesine ve su durumuna çok duyarlıdır. Stres koşullarında turgor kaybı sonucu tomurcuk gelişimi baskılanır dolayısı ile odun dalı sayısı azalır. Ozmolit birikimi hücre içi su tutulmasına, meristem aktivitesinin korunmasına neden olduğundan dal oluşumu daha az etkilenir. Ozmolit kapasitesi yüksek pamuk çeşitleri stres altında daha stabil vejetatif gelişim gösterebilir. Bu durum ışıktan yaranma, yaprak alanı ve dolaylı olarak verim unsurlarını etkiler. Ancak aşırı vejetatif gelişim her zaman verim avantajı anlamına gelmemekte, ancak denge önemlidir.

Odun dalı sayısı değerleri 1,03 ile 2,80 adet bitki⁻¹ arasında değişim göstermiş, en düşük odun dalı sayısının 6 nolu (K₂SO₄) uygulamadan, en yüksek odun dalı sayısı ise 4 nolu (Salisilik Asit) uygulamadan alınmıştır. Ortalama odun dalı sayısı 1.96 adet bitki⁻¹ olmuştur.

Odun dalı sayısı üzerinde oluşan kozalardan elde edilen pamuğun lif kalite özelliklerinin iyi olmaması nedeniyle oluşan bu dallar istenmemektedir.

5.4. Meyve Dalı Sayısı

Pamukta meyve dalları, doğrudan generatif gelişim ve verimle ilişkili yapılardır. Bu dalların oluşumu ve sürekliliği; bitkinin su durumu, karbon dengesi, hormon dengesi ve stres toleransı tarafından belirlenir. Ozmolitler (prolin, glisin betain, çözünür şekerler vb.) ise özellikle stres koşullarında hücrel dengeyi koruyan bileşiklerdir. Bu nedenle ozmolit birikimi ile meyve dalı oluşumu arasında dolaylı ama fizyolojik olarak güçlü bir ilişki vardır.

Meyve dalları güçlü bir karbon kaynağına ihtiyaç duyar. Meydana gelen stres durumu fotosentezin düşmesine neden olmakta, dolayısı ile generatif büyüme sınırlanmaktadır. Ozmolitler kloroplast ve enzimleri stabilize eder, bunu sonucunda fotosentetik kapasite nispeten korunur, sonuçta meyve dalı oluşumu desteklenmiş olur.

Ortalama meyve dalı sayısı 10,87 ile 14,30 adet bitki⁻¹ arasında değişim göstermiş olup, en düşük meyve dalı sayısı 8 nolu (Glisin Betain+K₂SO₄) uygulamadan, en yüksek meyve dalı sayısı ise 5 nolu (Sodium Nitroprusside) uygulamadan elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre Sodium Nitroprusside'nin taraklanma başlangıcı+çiçeklenme başlangıcı dönemlerinde iki doz halinde atılmasının en iyi sonucu verdiği söylenebilir.

5.5. Koza Sayısı

Pamukta koza sayısı, verimin en belirleyici bileşenlerinden biridir ve bitkinin genetik potansiyeli ile çevre ve yetiştirme koşullarının birlikte ve etkisiyle şekillenir. Koza sayısı; tarak oluşumu, çiçeklenme, dölleme ve genç kozaların tutulması süreçlerinin toplamı ile ilgilidir. Bu nedenle etkileyen faktörler fizyolojik, çevresel ve agronomik başlıklar altında incelenebilir.

Koza oluşumu pamukta çok hassas bir süreçtir. Bu kritik dönemler tarak oluşumu, çiçeklenme, dölleme ve genç koza gelişimidir. Koza sayısını arttırmada, düzenli sulama (özellikle çiçeklenme döneminde), potasyum yeterliliği, aşırı azottan kaçınma, stres toleransı

yüksek çeşit seçimi ve osmolit sisteminin etkin çalışması son derece önemlidir.

Ortalama koza sayısı 5,91 ile 10,93 adet bitki⁻¹ arasında değişmiş olup, en düşük koza sayısı 8 nolu (Glisin Betain+K₂SO₄) uygulamadan, en yüksek koza sayısı ise 5 nolu (Sodium Nitroprusside) uygulamadan alınmıştır.

5.6. Koza Ağırlığı

Pamukta koza ağırlığı, verimi oluşturan üç temel bileşenden biridir (bitkide koza sayısı×koza ağırlığı×lif randımanı). Koza ağırlığı; Bir koza içindeki lif+tohumun toplamını ifade eder ve büyük ölçüde koza gelişimi sırasında gerçekleşen karbon birikimi, su durumu ve fizyolojik sürekliliğe bağlıdır. Bu özellik hem genetik hem çevresel faktörlerin ortak ürünüdür.

Koza bir depo organıdır. Eğer, yaprak alanı yeterliyse, ışık koşulları uygunsa ve yapraklar sağlıklıysa kozaya daha fazla kuru madde taşınır dolayısı ile koza ağırlığı artar. Stres durumunda, kozaya gelen fotosentez ürünlerinin yetersizliği sonucu koza kuru madde birikimi zayıflar. Diğer taraftan bitki üzerindeki koza sayısı gereğinden fazla ise bitki başına karbon paylaşımı azalabileceğinden koza ağırlığı düşebilir. Sulama zamanı ve sayısı, gübreleme dengesi ve bitki sıklığı gibi uygulamalar koza ağırlığını belirler.

Ortalama koza ağırlığı 6,35 ile 7,35 g arasında değişim göstermiştir. En düşük koza ağırlığının 8 nolu (Glisin Betain+K₂SO₄) uygulamadan, en yüksek koza ağırlığının ise 5 nolu (Sodium Nitroprusside) uygulamadan alındığı görülebilmektedir. Ancak istatistiki olarak uygulamalar ve kontrol parselleri arasında herhangi bir fark bulunamadığından Harran Ovası koşullarında koza sayısı bakımından osmolit uygulamaya gerek olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

5.7. Koza Kütlü Pamuk Ağırlığı

Pamuk tarımında verimliliğin en temel göstergelerinden biri olan koza kütlü ağırlığı, bir pamuk kozasının içindeki lif ve çekirdek (çiğit) toplamının gram cinsinden ağırlığıdır. Basitçe ifade etmek gerekirse; koza kütlü ağırlığı ne kadar ağırsa, dekara alınan verim de o

kadar artar. Normal bir pamuk kozasının kütlü pamuk ağırlığı genellikle 4-5gram arasında değişir. Ancak bu rakam, ekilen çeşidin potansiyeline ve bakım şartlarına göre 3 grama düşebilir veya 6 gramın üzerine çıkabilir. Her pamuk tohumunun genetik olarak belirlenmiş bir koza iriliği kapasitesi vardır. Bazı çeşitler "iri kozalı" karakterdeyken, bazıları daha küçük ama daha fazla sayıda koza verme eğilimindedir.

Pamuk sıcak olan yaz döneminde yetişen bir bitkidir ve koza dolumu sırasında hava şartları hayati önem taşır. Koza gelişimi sırasında aşırı yüksek sıcaklıklar (40°C üzeri) solunumu hızlandırarak koza ağırlığının azalmasına neden olabilir. Ayrıca bitkinin güneşten yeterli enerjiyi alamaması, fotosentez ürünlerinin kozaya taşınmasını kısıtlar. Özellikle çiçeklenme başlangıcından koza açımına kadar olan dönemde bitkinin su stresine girmesi, kozaların küçük kalmasına, liflerin kısa ve zayıf olmasına, sonuç olarak kütlü pamuk ağırlığının ciddi oranda düşmesine neden olur. Diğer taraftan özellikle potasyum (K), şekerlerin ve besin maddelerinin yapraklardan kozalara taşınmasında anahtar rol oynar. Yeterli potasyum almayan bitkilerde kozalar tam dolmaz. Ayrıca azotun dengeli kullanımı, bitkinin hem gövde yapısını hem de koza iriliğini doğrudan etkiler. Bir diğer faktör de ekim sıklığıdır. Çok sık ekimlerde bitkiler arası rekabet artar ve ışıklandırma azalır, bu da koza ağırlığını düşürebilir.

Pamuk, doğal olarak yüksek miktarda glisin betain biriktirebilen bir bitkidir. Bu ozmolit fotosentez sistemini yüksek sıcaklıklardan korur. Bu sayede, yapraklarda üretilen şekerlerin (karbonhidratların) kozaya taşınması devam eder ve koza dolumu sekteye uğramaz.

Ortalama koza kütlü pamuk ağırlığı değerleri 4,66 ile 5,54 g arasında değişim göstermiş olup, en düşük koza kütlü pamuk ağırlığı 4 nolu (Salisilik Asit) uygulamadan, en yüksek koza kütlü pamuk ağırlığı ise 5 nolu (Sodium Nitroprusside) uygulamadan alınmıştır. Bu sonuçlara göre koza kütlü pamuk ağırlığı bakımından SNP uygulamasının iyi sonuç verebileceğini ortaya koymaktadır.

5.8. Çırçır Randımanı

Çırçır randımanı, hasat edilen kütlü pamuktan elde edilen lifli pamuk miktarının

yüzde (%) olarak ifade edilmesidir. Çırçır randımanı, pamuk tarımında verimlilik ve kazanç açısından çok önemli bir ölçüttür. Randıman sadece tohumun cinsine bağlı değildir; tarladaki bakımdan çırçır fabrikasındaki ayara kadar pek çok değişkenden etkilenir.

Genetik yapı en belirleyici faktördür. Bazı çeşitlerin lif tutma kapasitesi yüksektir. Tohum seçerken "yüksek randımanlı" olarak tescil edilen çeşitler, aynı miktar kütlüden daha fazla lif randımanı sağlar. Kozanın içindeki çiğidin büyüklüğü randımanı ters etkiler. Eğer çiğit çok büyük ve ağırsa, toplam ağırlık içinde lifin payı düşer (Randıman azalır). İdeal olan, küçük çekirdek üzerinde yoğun ve uzun liflerin olmasıdır. Aşırı sulama bazen bitkinin ve çekirdeğin fazla büyümesine neden olarak randımanı da düşürebilir. Potasyum eksikliği liflerin tam olgunlaşmamasına ve dolayısıyla randımanın düşmesine yol açar. Hasat yöntemi ve kirlilik randımanı etkiler. Eğer makina ayarı bozuksa veya pamuk çok fazla "yaprak ve çöp" (yabancı madde) içeriyorsa, toplam kütlü ağırlığı artar ama lif oranı değişmez. Bu da randımanın düşük çıkmasına neden olur. Diğer taraftan pamuk ne kadar nemliyse, kütlü ağırlığı o kadar suni olarak artar. Çırçırılama sırasında bu nem kaybolacağı için, yüksek nemli pamuğun randımanı her zaman daha düşük çıkar.

Ancak şunu da belirtmeye yarar vardır. En yüksek randıman her zaman en iyi pamuk demek değildir. Bazen randımanı çok yüksek olan (örneğin %45) çeşitlerin lif boyu kısa olabilir. Tekstil sektörü hem yüksek randıman hem de yüksek lif kalitesi (mukavemet, incelik, uzunluk) olan dengeli ürünleri tercih eder.

Ortalama çırçır randımanı değerleri %42,53 ile %44,57 arasında değişmiş olup, en düşük çırçır randımanı 9 nolu uygulamadan (Salisilik Asit+K₂SO₄), en yüksek çırçır randımanı ise 7 nolu uygulamadan (Askorbik Asit+K₂SO₄) elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre çırçır randımanı üzerine Askorbik Asit+K₂SO₄ uygulamasının olumlu etkisi olduğu söylenebilir.

5.9. 100 Tohum Ağırlığı

Pamuk yetiştiriciliğinde 100 tohum ağırlığı, tohumların büyüklüğünü ve dolgunluk düzeyini ortaya koyan önemli bir kalite göstergesidir. Bu değer, seçilen 100 adet tohumun

gram cinsinden toplam ağırlığı olarak ifade edilir. Genellikle 8-12 gram aralığında değişmekle birlikte; kullanılan çeşit, yetiştirme koşulları ve tohumun gelişme durumu gibi faktörlere bağlı olarak farklılık gösterebilir

Bu parametre, pamuk üretiminde hem tohum kalitesinin hem de tarımsal performansın değerlendirilmesinde önemli bir rol oynar. Daha iri ve dolgun tohumlar, çoğunlukla daha iyi çimlenme performansı ve daha güçlü fide gelişimi ile ilişkilidir. Bunun yanında, çıkış ve erken dönemdeki gelişim sayesinde verim potansiyeline dolaylı katkı sağlayabilir. Ayrıca ekim normunun belirlenmesi ve homojen bitki çıkışının sağlanması açısından da pratik bir ölçüt olarak kullanılır. Bu nedenle 100 tohum ağırlığı, ıslah programlarından üretici uygulamalarına kadar geniş bir alanda dikkate alınan değerli bir kriterdir. Tohumun ağırlığını belirleyen ana süreç, koza içindeki çiğit dolumu aşamasıdır. Eğer bu dönemde bitki stres (susuzluk, sıcaklık) yaşarsa, devreye osmolitler girer. Tohum ağırlığı, yapraklarda üretilen şekerlerin tohuma ne kadar taşındığına bağlıdır. Glisin betain ve prolin gibi osmolitler, stres anında bitkinin floemini açık tutar. Eğer osmolit birikimi yetersizse, su kaybı nedeniyle floem daralır ve tohumun içine besin akışı azalır, sonuçta "cılız" ve hafif tohumlar oluşur.

Bu çalışmada osmolitler ve potasyum uygulamasının 100 tohum ağırlıkları arasında istatistiki olarak herhangi bir farklılık oluşturmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

5.10. Lif İndeksi

Lif indeksi, 100 adet tohumun üzerindeki liflerin toplam gram ağırlığıdır. Çırçır randımanı bir oran verirken, lif indeksi bize pamuğun gerçek lif verme potansiyelini (bir tohumun kaç gram lif taşıdığını) gösterir. Düşük İndeks: Tohumun üzerinde az miktarda veya çok ince lif var demektir. Yüksek İndeks: Tohumun lifle kaplı yüzeyi yoğundur ve lifler dolgundur.

Lif indeksi, bitkinin lif hücresine ne kadar selüloz depolayabildiğine bağlıdır. Pamuk lifi aslında tek bir hücredir. Bu hücrenin uzaması için iç basıncının (turgor) çok yüksek olması gerekir. Lif gelişimi iki aşamadan oluşur. Bu aşamalar lif uzaması ve sekonder duvar kalınlaşması.

Ortalama lif indeksi değerlerinin 7,96 ile 8,45 g arasında değiştiği, en düşük lif indeksinin 10 nolu uygulamadan (Sodium Nitroprusside+K₂SO₄), en yüksek lif indeksinin ise 7 nolu uygulamadan (Askorbik Asit+K₂SO₄) elde edildiği görülmektedir. Ancak, istatistiki olarak önemli bir farklılığın bulunmamış olması mevcut ozmolit uygulamalarının lif indeksi üzerine her herhangi bir etkisinin olmadığı sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

5.11. Lif Uzunluğu

Pamukta lif uzunluğu, tekstil sanayisi için en kritik kalite parametresidir. Lifin uzunluğu, bitkinin genetik potansiyeli ile koza gelişiminin ilk 15-25 günündeki çevre şartlarına bağlıdır. Bu süreçte ozmolitler, lif hücresinin fiziksel olarak büyümesini sağlayan "motor" görevini görür. Eğer bu dönemde kuraklık olursa bitki su kaybeder. Bitki stres altındayken lif hücrelerinde prolin ve şeker biriktirerek suyun hücre içinde kalmasını sağlar. Bu sayede turgor basıncı düşmez ve lif uzamaya devam eder. Osmolit sentezi zayıf olan çeşitlerde "kısa lif" sorunu yaşanır.

Pamuk lifi, tohum kabuğu üzerindeki tek bir epidermis hücresinin dışarıya doğru uzamasıyla oluşur. Bu hücrenin uzayabilmesi için içindeki turgor basıncının (hücre içi su basıncı) hücre duvarının direncini yenmesi gerekir. Lif hücresinin uzayabilmesi için hücre duvarının hem sağlam hem de esnek olması gerekir. Çiçeklenmeden sonraki ilk 3 hafta (lif uzama evresi) bitki kesinlikle su stresine girmemelidir. Bu dönemdeki bir günlük susuzluk bile lif boyunda geri dönülemez kısalmalara neden olabilir.

Lif uzunluğu, pamuk lifinin tekstil sanayisindeki kullanım değerini belirleyen başlıca fiziksel özelliklerden biridir. Bu özellik, eğirme sürecinde liflerin birbirine paralel yerleşebilmesini, kopmaya karşı dayanıklılığını, oluşan ipliğin mukavemetini ve daha ince iplik üretilme kapasitesini önemli ölçüde etkiler. Lif uzunluğu arttıkça, lifler arasındaki tutunma ve düzenlilik iyileşir; bu da iplik kalitesinin yükselmesine katkı sağlar. Bu nedenle uzun lifli pamuklar, daha üstün tekstil performansı sunar ve piyasada genellikle daha yüksek ekonomik değer görür.

Çalışmada, ortalama lif uzunluğu 28,81 ile 30,82 mm arasında değişmiş olup, en

düşük lif uzunluğu 10 nolu uygulamadan (Sodium Nitroprusside+K₂SO₄), en yüksek lif uzunluğu ise 5 nolu uygulamadan (Sodium Nitroprusside) elde edilmiştir. İstatistiki olarak uygulamalar arasında herhangi bir farklılığının bulunmaması Çizelge 4.22'deki ozmolit uygulamalarının lif uzunluğu üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını ortaya koymaktadır.

5.12. Lif İnceliği

Pamuk lifinde incelik, kalite değerlendirmesinde öne çıkan temel parametrelerden biridir. Uygun mikroner değeri, hem işleme kolaylığı hem de nihai ürün kalitesi açısından kritik bir rol oynar. Lif inceliği çoğunlukla “micronaire” değeri ile ifade edilir ve bu değer yalnızca lifin çapını değil, aynı zamanda olgunluk düzeyini de yansıtır. Bu nedenle mikroner, saf bir incelik ölçüsü olmaktan ziyade lifin yapısal özelliklerini birlikte değerlendiren pratik bir göstergedir. Lifin daha ince ve dengeli bir yapıya sahip olması, eğirme sırasında daha iyi performans göstermesini sağlar ve elde edilen iplik ile kumaşın kalitesini doğrudan etkiler. Bu açıdan lif inceliği, pamuk lifinin tekstil endüstrisindeki kullanım değerini belirleyen en önemli kriterlerden biri olarak kabul edilmektedir.

Koza açımı yaklaşırken yapılan aşırı sulama, bitkinin vejetatif büyümeyi devam ettirmesine ve lif dolumu için gereken şekerlerin yeni yapraklara gitmesine neden olabilir. Bu da mikroner değerini düşürebilir.

Pamuk lifinin daha ince (çapının küçük) olması, tekstil ürünlerinin kalite özelliklerini önemli ölçüde iyileştirir. İnce lifler, eğirme sırasında daha fazla büküm verilmesine imkân tanıyarak daha dayanıklı ve düzgün ipliklerin elde edilmesini sağlar. Bu durum, kumaşın daha yumuşak, pürüzsüz ve homojen bir yüzeye sahip olmasına katkıda bulunur. Aynı zamanda iplik yapısında düğüm ve düzensizliklerin azalmasına yardımcı olarak yüzey parlaklığını artırır.

Lif inceliğinin değerlendirilmesinde kullanılan mikroner değeri genellikle 3,5-4,9 aralığında olduğunda ideal kabul edilir. Bununla birlikte, aşırı ince lifler her zaman avantaj sağlamayabilir; çünkü bu tür lifler bazen yeterli mukavemete sahip olmadığından eğirme sürecinde kopma ve işlenebilirlik sorunlarına yol açabilir. Bu nedenle lif inceliğinde optimum

bir denge büyük önem taşır.

Bu çalışmada, ortalama lif inceliği değerleri 4,98 ile 5,40 micronaire arasında değişmiş olup, en düşük lif inceliği 6 nolu uygulamadan (K_2SO_4), en yüksek lif inceliği ise 10 nolu uygulamadan (Sodium Nitroprusside+ K_2SO_4) alınmıştır. İstatistiki olarak uygulamalar arasında herhangi bir farklılığının bulunmaması Çizelge 4.24'deki ozmolit uygulamalarının lif inceliği üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını ortaya koymaktadır.

5.13. Lif Kopma Dayanıklılığı

Lif kopma dayanıklılığı, tek bir pamuk lifinin kopmaya karşı gösterdiği dirençtir ve genellikle $g\ tex^{-1}$ birimiyle ölçülür. Yüksek kopma dayanıklılığına sahip olan lifler iplikte kopma riskini azaltır, yüksek mukavemetli ve kaliteli tekstil ürünleri sağlar. Düşük kopma dayanıklılığına sahip lifler ise iplikte kopmalar, kısa lifler ve düşük kaliteye yol açar. Lif mukavemeti, lifin içindeki selüloz zincirlerinin ne kadar düzenli ve sıkı dizildiğine bağlıdır. Mukavemetin oluşumu, lif gelişiminin "Sekonder Duvar Kalınlaşması" döneminde gerçekleşir. Mukavemet denince akla gelen ilk element potasyumdur. Potasyum, lif içindeki ozmotik potansiyeli yöneterek selülozun lif duvarına sıkıca birikmesini sağlar.

Pamuk lifinde kopma dayanıklılığı; genetik özellikler, çevresel faktörler, koza gelişim ve olgunluk düzeyi ile uygulanan yetiştirme tekniklerine bağlı olarak değişiklik gösterir. Lif mukavemetinin yüksek olması, eğirme sürecinde liflerin daha az kopmasına yardımcı olur ve böylece hammadde kayıplarını azaltarak üretim verimliliğini artırır. Buna karşılık, dayanıklılığı düşük lifler, iplik üretimi sırasında sık kopmalara neden olarak makinelerin çalışma düzenini bozabilir ve üretim sürecinde aksamalara yol açabilir.

Ortalama lif kopma dayanıklılığın 31,52 ile 37,13 $g\ tex^{-1}$ arasında değişmiştir. En düşük lif kopma dayanıklılığı 7 nolu uygulamadan (Askorbik Asit+ K_2SO_4), en yüksek lif kopma dayanıklılığı ise 1 nolu uygulamadan (Kontrol) elde edilmiştir. Ancak, bu çalışmada ozmolit ve potasyum uygulamalarından elde edilen lif kopma dayanıklılığı ($g\ tex^{-1}$) değerleri arasında istatistiki olarak önemli düzeyde farklılıklar oluşmamıştır.

5.14. Kısa Lif Oranı

Belirli bir uzunluğun (genellikle ≤ 12.7 mm) altında kalan liflerin toplam lif içindeki yüzdesini ifade eder. İplik kalitesi açısından kritik bir parametredir. Kısa lif oranı yükseldikçe, iplik düzgünsüzlüğü artar, kopuşlar çoğalır, tüylülük yükselir, randıman ve makine performansı düşer. Aksine azalırsa lif daha üniform ve kaliteli olur Bu nedenle kısa lif oranı, yalnızca genetik değil, aynı zamanda bitkinin fizyolojik durumu ve çevresel streslerle yakından ilişkilidir.

Ozmolit-kısa lif oranı ilişkisi özellikle yüksek sıcaklık, tuzluluk ve düzensiz sulama ile ilişkilidir. Bu nedenle, stres toleransı yüksek çeşit seçimi, dengeli sulama, potasyum ve bor beslemesi, aşırı vejetatif büyümeden kaçınma kısa lif oranını dolaylı olarak azaltabilir. Uygun üretim ve işleme stratejileri ile kısa lif oranı düşürülerek yüksek kaliteli pamuk ve daha verimli iplik üretimi sağlanabilir. Diğer taraftan genetik yapı, tarla yönetimi ve özellikle çırçır makine ayarları, kısa lif oranı üzerinde belirleyici rol oynar.

Ortalama kısa lif oranı %5,16 ile %7,33 arasında değişim göstermiş olup, en düşük kısa lif oranı 5 nolu uygulamadan (Sodium Nitroprusside), en yüksek kısa lif oranı ise 7 nolu uygulamadan (Askorbik Asit+K₂SO₄) alınmıştır. Ancak, bu çalışmada kısa lif oranı üzerine farklı ozmolitler ve potasyum uygulaması arasında istatistiki olarak herhangi bir farklılık bulunamamıştır.

5.15. Lif Kopma Uzaması

Lif uzama yüzdesi, lifin kopmadan önce yüzde olarak ne kadar uzayabildiğini gösterir. Bu özellik, lifin esnekliğini, lif duvar yapısını ve mikrofibril düzenini yansıtır; iplik üretiminde ise; İpliğin kopmaya karşı toleransını, elastik davranışını ve işleme performansını doğrudan etkiler. Lif kopma uzaması genellikle %5-10 aralığında değişir ve hem genetik hem de fizyolojik süreçlere bağlıdır.

Tarımsal işlemler, çırçırılama ve ekilen çeşidin genetik yapısı bu değer belirlenmesinde en temel faktörlerdir. Kopma uzaması, iplik mukavemeti, iplik düzgünlüğü ve makine performansı bakımından önemli bir avantaj sağlar. Bu sebeple üretim zincirinin her

aşamasında lif kopma uzamasının korunması ve yükseltilmesi kalite yönetimi açısından çok kritik öneme sahiptir.

Ortalama lif kopma uzaması değerleri %4,49 ile %5,35 arasında değişmiştir. En düşük lif kopma uzaması 3 nolu uygulamadan (Glisin Betain), en yüksek lif kopma uzaması ise 5 nolu uygulamadan (Sodium Nitroprusside) alınmıştır. Ancak, bu çalışmanın sonunda lif kopma uzaması üzerine farklı ozmolitler ve potasyum uygulaması arasında istatistiki olarak herhangi bir farklılık bulunamamıştır.

5.16. Lif Üniformite İndeksi

Pamukta lif üniformite indeksi, lif uzunluk dağılımının ne kadar homojen olduğunu gösteren bir kalite parametresidir. Genellikle üst yarı ortalama lif uzunluğunun ortalama lif uzunluğuna oranı olarak ifade edilir. Değer yükseldikçe liflerin birbirine daha yakın uzunlukta olduğu anlaşılır. Bu durum: iplik düzgünsüzlüğünün azalması, kopuşların düşmesi, daha stabil eğirme performansı anlamına gelir.

Pamuk lifleri koza içindeki her tohumdan gelişen tek hücrelerdir. Üniformite, liflerin, benzer hızda uzaması, gelişimin kesintiye uğramaması, hücre genişlemesinin dengeli sürmesi ile ilişkilidir. Lif uzama dönemindeki herhangi bir stres, bazı liflerin erken durmasına neden olur. Bu da, uzunluk dağılımını genişletir, kısa lif oranını artırır ve üniformiteyi düşürür. Lif üniformite indeksi ne kadar yüksekse, lifler o kadar dengeli, iplik kalitesi de o kadar yüksek olur.

Ortalama lif üniformite indeksi değerleri %82,61 ile %85,75 arasında değişim göstermiş olup, en düşük lif üniformite indeksi 9 nolu uygulamadan (Salisilik Asit+K₂SO₄), en yüksek lif üniformite indeksi ise 5 nolu uygulamadan (Sodium Nitroprusside) alınmıştır.

Bu çalışmanın sonunda lif üniformite indeksi değerleri üzerine farklı ozmolitler ve potasyum uygulaması arasında istatistiki olarak herhangi bir farklılık bulunamamıştır.

5.17. İplik Olabilirlik İndeksi

Pamukta iplik olabilirlik indeksi (SCI), liflerin eğirme sürecinde ne kadar stabil ve verimli ipliğe dönüşebileceğini özetleyen birleşik bir kalite göstergesidir. Tek bir doğrudan ölçüm değil, HVİ cihazında ölçülen lif kalite parametrelerinden türetilen kompozit bir indekstir. Genellikle lif uzunluğu, üniformite, kısa lif oranı, mukavemet, incelik ve lif olgunluğu gibi lif özelliklerinin birlikte değerlendirilmesiyle hesaplanır. İplik olabilirlik indeksi yükseldikçe; Eğirme sırasında kopuşlar azalır, iplik düzgünsüzlüğü düşer ve iplik üretim verimi artar. (Ticari olarak genelde 120-160 arası iyi, >160 çok iyi kalite olarak değerlendirilir.

Ortalama iplik olabilirlik indeksi değerleri 128,33 ile 147,00 SCI arasında değişmiş olup, en düşük iplik olabilirlik indeksi 7 nolu uygulamadan (Askorbik Asit+K₂SO₄), en yüksek iplik olabilirlik indeksi ise 6 nolu uygulamadan (K₂SO₄) alınmıştır. Ancak çalışmanın sonunda iplik olabilirlik indeksi değerleri üzerine farklı ozmolitler ve potasyum uygulamasının istatistiki olarak herhangi bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

5.18. Lif Parlaklığı

Lif parlaklığı, lif yüzeyinin ışığı yansıtma kapasitesini ifade eder. Daha parlak lifler genellikle daha temiz, daha homojen ve daha iyi gelişmiş lif yapısını gösterir; bu da boyama ve iplik kalitesine olumlu yansır. Lif yüzeyi ne kadar düzenli ve hücre duvarı ne kadar dengeli olursa ışık daha düzgün yansır ve lif daha parlak görünür. Pamuk lifinin doğal yapısında bulunan hafif bükümlü ve oluklu form, parlaklık düzeyinin türler ve çeşitler arasında farklılık göstermesine yol açar. Olgun liflerde hücre duvarının daha kalın ve düzenli olması, ışığın daha iyi yansıtılmasını sağlar ve böylece parlaklık artar. Buna karşılık, yeterince olgunlaşmamış liflerde ışık daha fazla dağılır, bu da daha mat bir görünüm oluşturur. Ayrıca, aşırı yağış koşulları veya hasadın gecikmesi gibi olumsuz çevresel etkenler lif renginde bozulmalara neden olarak parlaklığın azalmasına yol açabilir.

Lif parlaklığının yüksek olması, elde edilen iplik ve kumaşların kalite özelliklerini iyileştirir, ürünün ticari değerini artırır ve estetik açıdan daha üstün sonuçlar sağlar. Bu

nedenle, üretim sürecinde uygulanan tarımsal işlemler, hasat zamanı ile depolama ve işleme koşulları, lif parlaklığının korunması ve artırılması açısından büyük önem taşımaktadır.

Ortalama lif parlaklığı değerleri 67,08 ile 70,51 (Rd) arasında değişmiştir. En düşük lif parlaklığı 1 nolu uygulamadan (Kontrol), en yüksek lif parlaklığı ise 2 ve 5 nolu uygulamalardan (Askorbik Asit ve Sodium Nitroprusside) alınmıştır. Ancak çalışmanın sonunda lif parlaklığı değerleri üzerine farklı ozmolitler ve potasyum uygulamasının istatistiki olarak herhangi bir etkisinin olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır.

5.19. Lif Sarılık Değeri

Pamukta sarılık değeri (çoğu kalite sisteminde +b olarak ifade edilir), lifin beyazdan sarıya doğru renk eğilimini gösteren bir ölçüttür. Lif sınıflandırmasında Rd (yansıma/parlaklık) ile birlikte değerlendirilir. +b değeri yükseldikçe lif; daha sarı görünür, boyama davranışı değişebilir ve ticari sınıf değeri etkilenebilir.

Pamuk lifinde sarılık değeri (+b), lif yüzeyinden yansıyan ışığın dalga boyu bileşenlerine göre belirlenen ve rengin beyazdan sarı tonlara ne ölçüde kaydığını ifade eden önemli bir kalite göstergesidir. Bu parametre, üretimden hasat ve depolamaya kadar geçen süreçte uygulanan yönetim tekniklerinden doğrudan etkilenir. Düşük +b değerleri, lifin daha beyaz ve temiz bir görünüme sahip olduğunu gösterirken; yüksek +b değerleri lifte sararma meydana geldiğini ifade eder. Lifin olgunluk düzeyi de bu özellik üzerinde etkilidir; genellikle iyi gelişmiş ve olgun liflerde sarılık daha düşük olurken, yeterince olgunlaşmamış lifler daha belirgin sarı tonlar sergileyebilir. Bu nedenle sarılık değeri, pamuk lif kalitesinin değerlendirilmesinde dikkate alınan önemli kriterlerden biridir.

Bu çalışmada ortalama lif sarılık değerleri 7,05 ile 7,78 (+b) arasında değişmiş olup, en düşük lif sarılık değeri 3 nolu uygulamadan (Glisin Betain), en yüksek lif sarılık değeri ise 6 nolu (K_2SO_4) ve 9 nolu (Salisilik Asit+ K_2SO_4) uygulamalardan alınmıştır. Bu sonuçlara göre istatistiki olarak uygulamalar arasında herhangi bir farklılık bulunamamıştır.

6. SONUÇLAR

Ortalama kütlü pamuk verimleri 367,81 ile 429,93 kg da⁻¹ arasında değişim göstermiş, en düşük kütlü pamuk verimi 8 nolu (Glisin Betain+K₂SO₄) uygulamadan, en yüksek kütlü pamuk verimi ise 5 nolu (Sodium Nitroprusside) uygulamadan alınmıştır. Ortalama kütlü pamuk verimi 388,24 kg da⁻¹ olarak elde edilmiştir.

Bitki boyu değerleri 98,57 ile 112,53 cm arasında değişim göstermiş olup en yüksek bitki boyu 5 nolu (Sodium Nitroprusside) uygulamasından alınmıştır.

Odun dalı sayısı değerleri 1,03 ile 2,80 adet bitki⁻¹ arasında değişim göstermiş, en düşük odun dalı sayısının 6 nolu (K₂SO₄) uygulamadan, en yüksek odun dalı sayısı ise 4 nolu (Salisilik Asit) uygulamadan alınmıştır. Ortalama odun dalı sayısı 1.96 adet bitki⁻¹ olmuştur.

Ortalama meyve dalı sayısı 10,87 ile 14,30 adet bitki⁻¹ arasında değişim göstermiş olup, en yüksek meyve dalı sayısı 5 nolu (Sodium Nitroprusside) uygulamasından elde edilmiştir.

Ortalama koza sayısı 5,91 ile 10,93 adet bitki⁻¹ arasında değişmiş olup, en yüksek odun dalı sayısı 5 nolu (Sodium Nitroprusside) uygulamadan alınmıştır.

Ortalama koza ağırlığı 6,35 ile 7,35 g arasında değişim göstermiştir. En düşük koza ağırlığının 8 nolu (Glisin Betain+K₂SO₄) uygulamasından, en yüksek koza ağırlığının ise 5 nolu (Sodium Nitroprusside) uygulamasından alınmıştır. Ancak istatistiki olarak ozmolitler ve potasyum uygulaması arasında herhangi bir farklılık bulunamamıştır.

Ortalama koza kütlü pamuk ağırlığı değerleri 4,66 ile 5,54 g arasında değişim göstermiş olup, en yüksek koza kütlü pamuk ağırlığı 5 nolu (Sodium Nitroprusside) uygulamadan alınmıştır.

Ortalama çırçır randımanı değerleri %42,53 ile %44,57 arasında değişmiş olup, en yüksek çırçır randımanı 7 nolu uygulamadan (Askorbik Asit+K₂SO₄) elde edilmiştir.

100 tohum ağırlığı değerleri 8,82 g ile 10,64 g arasında değişim göstermiştir. Ancak istatistiki olarak ozmolitler ve potasyum uygulamasının 100 tohum ağırlıkları arasında istatistiki olarak herhangi bir farklılık oluşturmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Ortalama lif indeksi değerleri 7,96 ile 8,45 g arasında değişmiştir. Ancak, istatistiki olarak ozmolitler ve potasyum uygulamasının lif indeksi değerleri arasında istatistiki olarak herhangi bir farklılık oluşturmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Ortalama lif uzunluğu 28,81 ile 30,82 mm arasında değişim göstermiştir. Ancak, istatistiki olarak ozmolitler ve potasyum uygulamasının lif uzunluğu değerleri arasında istatistiki olarak herhangi bir farklılık oluşturmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Ortalama lif inceliği değerleri 4,98 ile 5,40 micronaire arasında değişmiştir. Ancak, istatistiki olarak ozmolitler ve potasyum uygulamasının lif inceliği değerleri arasında istatistiki olarak herhangi bir farklılık oluşturmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Ortalama lif kopma dayanıklılığı 31,52 ile 37,13 g tex⁻¹ arasında değişmiştir. Ancak, bu çalışmada ozmolit ve potasyum uygulamasından elde edilen lif kopma dayanıklılığı (g tex⁻¹) değerleri arasında istatistiki olarak önemli düzeyde farklılıklar meydana gelmemiştir.

Ortalama kısa lif oranı %5,16 ile %7,33 arasında değişim göstermiştir. Ancak, bu çalışmada kısa lif oranı değerleri üzerine farklı ozmolitler ve potasyum uygulamasının istatistiki olarak herhangi bir etkisi bulunamamıştır.

Ortalama lif kopma uzaması değerleri %4,49 ile %5,35 arasında değişmiştir. Ancak, bu çalışmada farklı ozmolitler ve potasyum uygulamasının lif kopma uzaması değerleri üzerine istatistiki olarak herhangi bir etkisi bulunamamıştır.

Ortalama lif üniformite indeksi değerleri %82,61 ile %85,75 arasında değişim göstermiştir. Ancak, bu çalışma sonucunda lif üniformite indeksi değerleri üzerine farklı ozmolitler ve potasyum uygulamasının istatistiki olarak herhangi bir farklılık oluşturmamıştır.

Ortalama iplik olabilirlik indeksi değerleri 128,33 ile 147,00 SCI arasında değişmiştir. Ancak, çalışmanın sonunda iplik olabilirlik indeksi değerleri üzerine farklı ozmolitler ve potasyum uygulamasının istatistiki olarak herhangi bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Ortalama lif parlaklığı değerleri 67,08 ile 70,51 (Rd) arasında değişmiştir. Ancak, çalışmanın sonunda lif parlaklığı değerleri üzerine farklı ozmolitler ve potasyum uygulamasının istatistiki olarak herhangi bir etkisinin olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır.

Ortalama lif sarılık değeri 7,05 ile 7,78 (+b) arasında değışim göstermiştir. Ancak, bu sonuçlara göre istatistiki olarak uygulamalar arasında herhangi bir farklılık bulunamamıştır.

7. ÖNERİLER

Pamuk, dünyada lif üretimi açısından en önemli kültür bitkilerinden biridir. Ancak kuraklık, tuzluluk ve yüksek sıcaklık gibi abiyotik stres faktörleri pamukta büyüme, verim ve lif kalitesini olumsuz etkilemektedir. Bu stres koşullarında ozmolit uygulamaları ve potasyum gübrelemesi, bitkinin stres toleransını artırmaya yönelik önemli agronomik yaklaşımlar arasında yer almaktadır. Ozmolitler, bitki hücrelerinde osmotik dengeyi sağlayan ve stres koşullarında hücresel yapıyı koruyan bileşiklerdir. Potasyum, pamukta en fazla ihtiyaç duyulan makro besin elementlerinden biridir. Enzim aktivasyonu, fotosentez, protein sentezi ve karbonhidrat taşınımında önemli rol oynar. Ayrıca stomatal açılıp kapanmayı düzenleyerek su kullanım etkinliğini artırır.

Ozmolitler ve potasyum uygulamaları, pamukta abiyotik stresin olumsuz etkilerini azaltmada etkili bir yönetim stratejisi olarak değerlendirilmektedir. Bu uygulamalar bitkinin fizyolojik dayanıklılığını artırarak hem verim hem de lif kalitesinin korunmasına katkı sağlar. Sürdürülebilir pamuk üretiminde, özellikle stres koşullarının yaygın olduğu bölgelerde, ozmolit ve potasyum temelli besleme programlarının önemli bir potansiyele sahip olduğu söylenebilir.

Elde edilen sonuçlara göre, en yüksek kütlü pamuk verimi ($429,93 \text{ kg da}^{-1}$), bitki boyu ($112,53 \text{ cm}$), meyve dalı sayısı ($14,30 \text{ adet bitki}^{-1}$), koza sayısı ($10,93 \text{ adet bitki}^{-1}$) ile koza kütlü pamuk ağırlığı ($5,54 \text{ g}$) Sodium Nitroprusside uygulamasından, en düşük odun dalı sayısı ($1,03 \text{ adet bitki}^{-1}$) K_2SO_4 (Potasyum Sülfat) uygulamasından, en yüksek çırçır randımanı ($\%42,53$) Askorbik Asit+ K_2SO_4 uygulamasından elde edilmiştir. Koza ağırlığı, 100 tohum ağırlığı, lif indeksi, lif uzunluğu, lif inceliği, lif kopma dayanıklılığı, kısa lif oranı, lif kopma uzaması, lif üniformite indeksi, iplik olabilirlik indeksi, lif parlaklığı ve lif sarılık değerleri arasında istatistiki olarak herhangi bir farklılık bulunamamıştır. Tüm sonuçlar değerlendirildiğinde; Kütlü pamuk verimi, meyve dalı sayısı, koza sayısı ve koza kütlü pamuk ağırlığı bakımından yapraktan Sodium Nitroprusside'nin uygulanmasının önerilebileceği, lif kalite özellikleri üzerine ozmolitler ve potasyum uygulamasının herhangi bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Bu araştırmadan elde edilen veriler bir yıllık sonuçlardır. Bu çalışma Yüksek Lisans

Tez çalışması olması nedeniyle bir yıllık çalışmanın sonuçlarına göre değerlendirilen bir ön çalışma niteliğindedir. Ozmolitler ve potasyum uygulaması ile ilgili daha net sonuçların elde edilmesi için çalışmaların değişik yerlerde ve en az iki yıllık veya daha uzun süreli yapılmasında yarar vardır.

KAYNAKLAR

- Abaye, A. O. (2009). *Potassium Fertilization of Cotton* (tek. rap.). Virginia Polytechnic Institute ve State University.
- Adak, N. (2019). Effects of Glycine Betaine Concentrations on the Agronomic Characteristics of Strawberry Grown Under Deficit Irrigation Conditions. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(2), 3753–3767. <https://doi.org/10.15666/aeer/1702\37533767>
- AG, U. T. (2021). High Volume Instruments (HVI) Catalog: USTER 1000 Fiber Classification System.
- Ahmed, T., Aslam, M., & Yaseen, L. (2020). Influence of soil and foliar application of potassium fertilization on cotton. *International Journal of Research in Agriculture and Forestry*, 7(3), 8–12.
- Akin, S., & Kaya, C. (2024). Asparagine and nitric oxide jointly enhance antioxidant capacity and nitrogen metabolism to improve drought resistance in cotton. *Food and Energy Security*, 13, e502. <https://doi.org/10.1002/fes3.502>
- Allard, F., Houde, M., Krol, M., Ivanov, A., Sarhan, F., & Huner, N. P. A. (1998). Betaine Improves Freezing Tolerance in Wheat. *Plant and Cell Physiology*, 39(11), 1194–1202. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.pcp.a029320>
- Allu, A. D., Soja, A. M., Wu, A., Szymanski, J., & Balazadeh, S. (2014). Salt stress and senescence: identification of cross-talk regulatory components. *Journal of Experimental Botany*, 65(14), 3993–4008. <https://doi.org/10.1093/jxb/eru173>
- Alvarez, M. E. (2000). Salicylic acid in the machinery of hypersensitive cell death and disease resistance. *Plant Molecular Biology*, 44, 429–442. <https://doi.org/10.1023/a:1026561029533>
- Ashraf, M., & Foolad, M. R. (2007). Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany*, 59(2), 206–216. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2005.12.006>
- Ashraf, M., & Iqbal, N. (2005). Influence of water stress and exogenous glycine betaine on sunflower achene weight and oil percentage. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 2(2), 155–160. <https://doi.org/10.1007/BF03325870>
- Ashraf, M., Noreen, S., & Athar, H. U. R. (2013). Interactive effects of watering regimes and exogenously applied osmoprotectants on earliness indices and leaf area index in cotton. *Pakistan Journal of Botany*, 45(6), 1873–1881.
- Ashraf, M., Waseem, M., & Athar, H. U. (2006). Effect of salicylic acid applied through rooting medium on drought tolerance of wheat. *Pakistan Journal of Botany*, 38(4), 1127–1136.

- Avcıoğlu, R., & Gürel, A. (2001). Bitkilerde Strese Dayanıklılık Fizyolojisi. İçinde S. Özcan, E. Gürel & M. Babaoğlu (Ed.), *Bitki Biyoteknolojisi II: Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları* (ss. 308–313). Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları.
- BASF. (2024). Candia Ürün Bilgisi [Erişim tarihi: 13 Ocak 2024]. <https://www.agro.basf.com.tr>
- Bhardwaj, J., & Yadav, S. K. (2012). Comparative study on biochemical parameters and antioxidant enzymes in a drought tolerant and sensitive variety of horsegram (*Macrotyloma uniflorum*) under drought stress. *American Journal of Plant Physiology*, 7(1), 17–29. <https://doi.org/10.3923/ajpp.2012>
- Cha-um, S., Supaibulwatana, K., & Kirdmanee, C. (2006). Water relations, photosynthetic ability and growth of Thai Jasmine rice (*Oryza sativa* L. ssp. indica cv. KDML 105) under salt stress by application of exogenous glycine betaine and choline. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 192, 25–36. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2006.00186.x>
- Chen, R. L., Pan, W. Q., Gao, S. T., Gu, D. L., & Gao, D. Y. (1997). A preliminary study on the technique of foliar spraying of concentrated nitrogen on cotton during the boll period. *Field Crop Abstracts*, 501–607.
- Chen, T. H. H., & Murata, N. (2008). Glycine betaine: An effective protectant against abiotic stress in plants. *Trends in Plant Science*, 13(9), 499–505. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2008.06.007>
- Coker, D. L., Oosterhuis, D. M., & Brown, R. S. (2009). Cotton yield response to soil and applied potassium as influenced by irrigation. *Journal of Cotton Science*, 13(1), 1–10.
- Conklin, P. L. (2001). Recent advances in the role and biosynthesis of ascorbic acid in plants. *Plant, Cell and Environment*, 24, 383–394. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3040.2001.00686.x>
- Dabbert, T., & Gore, M. A. (2014). Challenges and perspectives on improving heat and drought stress resilience in cotton. *Journal of Cotton Science*, 18(3), 393–409.
- Deng, X., Yin, L., Wang, S., Qiao, Y., Wang, B., & Ke, Q. (2019). Melatonin promotes plant growth by increasing nitrogen uptake and assimilation under nitrogen deficient conditions in winter wheat. *Plant Physiology and Biochemistry*, 139, 342–349. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2019.03.037>
- Dewdar, M. D. H., & Rady, M. (2013). Influence of soil and foliar applications of potassium fertilization on growth, yield and fiber quality traits in two *Gossypium barbadense* L. varieties. *African Journal of Agricultural Research*, 8(19), 2211–2215. <https://doi.org/10.5897/AJAR12.1861>
- Dinç, U., Kapur, S., Şenol, S., Sayın, M., & Güzel, N. (1988). *Harran Ovası Toprakları* (tek. rap.). Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Adana.

- Dolatabadian, A., Sanavi, A. M., & Harifi, M. S. (2009). Effect of ascorbic acid (vitamin C) leaf feeding on antioxidant enzymes activity, proline accumulation and lipid peroxidation of canola under salt stress. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 13, 611–620.
- El-Hak, S. H. G., Ahmed, A. M., & Moustafa, Y. M. M. (2012). Effect of foliar application with two antioxidants and humic acid on growth, yield and yield components of peas (*Pisum sativum* L.) *Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants*, 4(3), 318–328. <https://doi.org/10.5829/idosi.jhsop.2012.4.3.262>
- Gavassi, M. A., Gaion, L. A., Monteiro, C. C., Santos, J. C., & Carvalho, R. F. (2019). Seed priming with sodium nitroprusside attenuates the effects of water deficit on soybean seedlings. *Comunicata Scientiae*, 10(1), 176–184. <https://doi.org/10.14295/cs.v10i1.2842>
- Girija, C., Smith, B. N., & Swamy, P. M. (2002). Interactive effects of sodium chloride and calcium chloride on the accumulation of proline and glycine betaine in peanut (*Arachis hypogaea* L.) *Environmental and Experimental Botany*, 47(1), 1–10. [https://doi.org/10.1016/S0098-8472\(01\)00096-X](https://doi.org/10.1016/S0098-8472(01)00096-X)
- Goulding, K. W. T., & Loveland, P. J. (1986). The classification and mapping of potassium reserves in soils of England and Wales. *Journal of Soil Science*, 37, 555–565. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.1986.tb00387.x>
- Gökboğa, E. M. (2014). *Potasyum Beslenmesinin Tuz Stresi Altındaki Makarnalık Buğdayda Antioksidatif Savunma Sistemleri Üzerine Etkisi* [Y. L. tezi, Çukurova Üniversitesi] [Yüksek Lisans Tezi].
- Guo, F. Q., & Crawford, N. M. (2005). Arabidopsis nitric oxide synthase 1 is targeted to mitochondria and protects against oxidative damage and dark-induced senescence. *The Plant Cell*, 17(12), 3436–3450. <https://doi.org/10.1105/tpc.105.037770>
- Guo, Y., Zhang, J., Tian, Z., Yan, D., & Qin, P. (2009). Effects of nitric oxide on salt stress tolerance in *Kosteletzkya virginica*. *Life Science Journal*, 6(1), 67–75. <https://doi.org/10.7537/marslsj060109.13>
- Gupta, A. S., Berkowitz, G. A., & Pier, P. A. (1989). Maintenance of photosynthesis at low leaf water potential in wheat. *Plant Physiology*, 89(4), 1358–1365. <https://doi.org/10.1104/pp.89.4.1358>
- Gübre, E. (2024). Potasyum Sülfat (PS) [Erişim tarihi: 13 Ocak 2024]. <https://www.egegubre.com.tr/ps.html>
- Günay, E., Baltacı, G., & Acar, O. T. M. (2020). Kuraklık stresi altındaki buğdayda eksojen glisin betainin fizyolojik ve biyokimyasal etkileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 35(3), 446–455. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.790698>
- Gür, A., Demirel, U., Özden, M., Kahraman, A., & Çopur, O. (2010). Diurnal gradual heat stress affects antioxidant enzymes, proline accumulation and physiological

- components in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) *African Journal of Biotechnology*, 9(7), 1008–1015. <https://doi.org/10.5897/AJB09.1590>
- Hanson, A. D., & Rhodes, D. (1993). Quaternary ammonium and tertiary sulfonium compounds in higher plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 44, 357–384. <https://doi.org/10.1146/annurev.pp.44.060193.002041>
- Heitholt, J. J., Schmidt, J. H., & Mulrooney, J. E. (2001). Effect of foliar-applied salicylic acid on cotton flowering, boll retention, and yield. *Crop Management*, 46(2), 105–109.
- Irfan, M., Hayat, Q., Hayat, S., & Ahmad, A. (2010). Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. *Environmental and Experimental Botany*, 68(1), 14–25. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.08.005>
- Jasid, S., Galatro, A., Villordo, J. J., Puntarulo, S., & Simontacchi, M. (2009). Role of nitric oxide in soybean cotyledon senescence. *Plant Science*, 176(5), 662–668. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2009.02.007>
- Kalefetoğlu, T., & Ekmekçi, Y. (2005). The effects of drought on plants and tolerance mechanisms. *Gazi University Journal of Science*, 18(4), 723–740.
- Karaaslan, N. (2016). *Tiamin ve Potasyumun Tuz Stresinde Yetiştirilen Mısır Bitkisinde Etkileri* [Y. L. tezi, Harran Üniversitesi] [Yüksek Lisans Tezi].
- Kaur, K., Chaturvedi, S., Khan, S., Bhunia, R. K., & Tiwari, S. (2022). Metabolic engineering in food crops to enhance ascorbic acid production: crop biofortification perspectives for human health. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 28, 871–884. <https://doi.org/10.1007/s12298-022-01172-w>
- Kaydan, D. (2006). Farklı salisilik asit dozları ve uygulama şekillerinin buğday ve mercimekte verim üzerine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 12(3), 285–293. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_00000000463
- Kimya, A. (2024). Askorbik Asit [Erişim tarihi: 13 Ocak 2024]. <https://www.askimya.com/urunler/askorbik-asit-82.html>
- Kishitani, S., Watanabe, K., Yasuda, S., Arakawa, K., & Takabe, T. (1994). Accumulation of glycine betaine during cold acclimation and freezing tolerance in barley. *Plant, Cell and Environment*, 17, 89–95. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.1994.tb00269.x>
- Klessig, D. F., & Malamy, J. (1994). The salicylic acid signal in plants. *Plant Molecular Biology*, 26, 1439–1458. <https://doi.org/10.1007/BF00016484>
- Korkmaz, H., & Durmaz, A. (2017). Bitkilerin abiyotik stres faktörlerine karşı geliştirdiği cevaplar. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(2), 192–207.
- Korteniemi, M. (2007). A short description of glycine betaine (Bluestim) [Docket No. AMS-TM-07-0118].
- Külahtaş, B., & Çokuysal, B. (2016). Biyostimulantların sınıflandırılması ve Türkiye’deki durumu. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31(3), 185–200.

- Lamb, C., Shirasu, K., Nakajima, H., Rajasekhar, V. K., & Dixon, R. A. (1997). Salicylic acid amplifies pathogen signal activation in plants. *The Plant Cell*, 9(2), 261–270. <https://doi.org/10.1105/tpc.9.2.261>
- Levitt, J. (1980). *Responses of Plants to Environmental Stresses. Volume II: Water, Radiation, Salt and Other Stresses*. Academic Press.
- Li, J., Jabeen, Z., Fayyaz, H. A., Irshad, F., Hussain, N., & Hassan, M. N. (2021). Sodium nitroprusside application improves morphological and physiological attributes of soybean (*Glycine max* L.) under salinity stress. *PLoS ONE*, 16(4), e0248207. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248207>
- Li, W., Wang, T., Zhang, D., Kong, X., Tang, W., & Dong, H. (2016). Exogenous nitric oxide delays salt-induced leaf senescence in cotton. *Acta Physiologiae Plantarum*, 38, 61. <https://doi.org/10.1007/s11738-016-2079-9>
- Li, Z., Zhang, Q., Tang, Y., Li, L., Zheng, X., Gong, M., Tan, H., Peng, M., & Deng, W. (2022). Metabolism and regulation of ascorbic acid in fruits. *Plants*, 11(12), 1602. <https://doi.org/10.3390/plants11121602>
- Lim, P. O., Kim, H. J., & Nam, H. G. (2007). Leaf senescence. *Annual Review of Plant Biology*, 58, 115–136. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.57.032905.105316>
- Mansour, M. M. F. (1998). Protection of plasma membrane of onion epidermal cells by glycine betaine and proline against NaCl stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 36(10), 767–772. [https://doi.org/10.1016/S0981-9428\(98\)80028-4](https://doi.org/10.1016/S0981-9428(98)80028-4)
- Maruta, T. (2022). How does light facilitate vitamin C biosynthesis in leaves? *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 86(9), 1173–1182. <https://doi.org/10.1093/bbb/zbac096>
- McNeil, S. D., Nuccio, M. L., & Hanson, A. D. (1990). Betaines and related osmoprotectants: Targets for metabolic engineering of stress resistance. *Plant Physiology*, 120(4), 945–949. <https://doi.org/10.1104/pp.120.4.945>
- MGM. (2025). Meteorolojik veriler [Erişim tarihi: 15 Şubat 2025]. <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=SANLIURFA>
- Mickelbart, M. V., Chapman, P., & Collier-Christian, L. (2006). Endogenous levels and exogenous application of glycine betaine to grapevines. *Scientia Horticulturae*, 111(1), 7–16. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.07.031>
- Oosterhuis, D. M. (2002). Day or night high temperature: A major cause of yield variability. *Cotton Grower*, 46, 8–9.
- Oosterhuis, D. M., Snider, J. L., Skulman, B. W., & Kawakami, E. M. (2009). Heat stress-induced limitations to reproductive success in cotton. *Physiologia Plantarum*, 137, 125–138. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2009.01266.x>
- Pettigrew, W. T. (2008). The effect of higher temperatures on cotton lint yield production and fiber quality. *Crop Science*, 48(1), 278–285. <https://doi.org/10.2135/cropsci2007.05.0261>

- Rana, R. M., Khan, S. H., Ali, Z., Khan, A. I., & Khan, I. A. (2011). Elucidation of thermotolerance diversity in cotton using physio-molecular approaches. *Genetic and Molecular Research*, 10(2), 1156–1167. <https://doi.org/10.4238/vol10-2gmr1180>
- Razaji, A., Farzanian, M., & Sayfzadeh, S. (2014). Effects of seed priming by ascorbic acid on morphological and biochemical aspects of rapeseed under drought stress. *International Journal of Biosciences*, 4(1), 432–442. <https://doi.org/10.12692/ijb/4.1.432-442>
- Reddy, K. R., Kakani, V. G., Zhao, D., Koti, S., & Gao, W. (2004). Interactive effects of ultraviolet-B radiation and temperature on cotton physiology and growth. *Photochemistry and Photobiology*, 79(5), 416–427. <https://doi.org/10.1562/2003-11-19-RA.1>
- Reine, A. B., & Stegink, S. J. (1988). Thin-layer chromatographic analysis of polar lipids from cotton leaves. *Journal of Chromatography A*, 437, 211–219. [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(00\)90384-4](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(00)90384-4)
- Rizwan, M., Ahmad, P., Saleem, M. F., Sarwar, M., Ullah, N., Ali, S., Shahid, M. R., Alamri, S. A., & Alyemeni, M. N. (2018). Exogenously applied growth regulators protect cotton from heat-induced injury. *Scientific Reports*, 8, 17086. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-35420-5>
- Sabagh, A. E., Abdelaal, K. A. A., & Barutçular, C. (2017). Impact of plant-originated antioxidants supplementation on growth, yield and quality traits of canola under different irrigation conditions. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 5(2), 163–172. [https://doi.org/10.18006/2017.5\(2\).163.172](https://doi.org/10.18006/2017.5(2).163.172)
- Shahid, M., Kamal, M. A., Saleem, M. F., Awais, M., Khan, H. Z., & Ahmed, K. (2017). Ascorbic acid triggered physiochemical transformations at different phenological stages of heat-stressed Bt cotton. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 203, 323–331. <https://doi.org/10.1111/jac.12211>
- Shakirova, F. M., Sakhabutdinova, A. R., Bezrukova, M. V., Fatkhutdinova, R. A., & Fatkhutdinova, D. R. (2003). Changes in hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. *Plant Science*, 164(3), 317–322. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(02\)00415-6](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(02)00415-6)
- Shallan, M. A., Hassan, H. M. M., Namich, A. A. M., & Ibrahim, A. A. (2012). Effect of sodium nitroprusside, putrescine and glycine betaine on alleviation of drought stress in cotton. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 12(9), 1252–1265. <https://doi.org/10.5829/idosi.aejaes.2012.12.09.1902>
- Shavkiev, J., Nabiev, S., Azimov, A., Khamdullaev, S., Amanov, B., Matniyazova, H., & Nurmetov, K. (2020). Correlation between physiological, biochemical traits and yield of cotton under irrigation. *Journal of Critical Reviews*, 7(4), 131–136. <https://doi.org/10.31838/jcr.07.04.23>

- Singh, B., & Usha, K. (2003). Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat under water stress. *Plant Growth Regulation*, 39, 137–141. <https://doi.org/10.1023/A:1022556103536>
- Smirnoff, N. (2018). Ascorbic acid metabolism and functions: A comparison of plants and mammals. *Free Radical Biology and Medicine*, 122, 116–129. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2018.03.033>
- TAEM, G. (2024). Toprak analiz laboratuvarı kayıtları.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2008). *Plant Physiology* (3rd). Sinauer Associates.
- Ullah, F., Bano, A., & Nosheen, A. (2012). Effects of plant growth regulators on growth and oil quality of canola (*Brassica napus* L.) under drought stress. *Pakistan Journal of Botany*, 44(6), 1873–1880.
- Vwioko, E. D., Osawaru, M. E., & Eruogun, O. L. (2008). Evaluation of okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) exposed to paint waste contaminated soil for growth, ascorbic acid and metal concentration. *African Journal of General Agriculture*, 4, 39–48.
- Wei, X., & Rehman, S. (2022). Effect of ascorbic acid as a foliar spray on the growth of *Triticum aestivum* L. *European Journal of Botany, Plant Sciences and Phytology*, 7(1), 62–72. <https://doi.org/10.37745/ejbpsp.2014vol7n16272>
- Worley, S. J., Harmon, H. R., Harrell, D. C., & Culp, T. W. (1976). Ontogenetic model of cotton yield. *Crop Science*, 16(1), 30–34. <https://doi.org/10.2135/cropsci1976.0011183X001600010008x>
- Wright, P. R. (1998). Research into early senescence syndrome in cotton. *Better Crops International*, 12(2), 14–16.
- Zhang, L., Begum, N., Ahanger, M. A., Su, Y., Lei, Y., Mustafa, N. S. A., & Ahmad, P. (2019). Improved drought tolerance by AMF inoculation in maize. *Plants*, 8(12), 579. <https://doi.org/10.3390/plants8120579>
- Zhang, Y. (2012). *Ascorbic Acid in Plants: Biosynthesis, Regulation and Enhancement*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4127-4>