



**Şeker Sorgum ve Sorgum x Sudanotu Melez Çeşitlerinde
Biçim Yüksekliğinin Büyüme Seyri, Kütle Üretimi, C/N
Oranı ve Kalite Özelliklerine Etkileri**

Program Kodu: 1001

Proje No: 120O527

Proje Yürütücüsü:
Dr. Öğr. Üyesi Fırat ALATÜRK

Araştırmacı(lar):

Prof. Dr. Ahmet GÖKKUŞ
Prof. Dr. Harun BAYTEKİN
Prof. Dr. Kürşad DEMİREL
Doç. Dr. Önder GÜRSOY
Doç. Dr. Emre ÖZELKAN
Dr. Öğr. Üyesi Baboo ALİ

Bursiyer(ler):

İlker ŞENOL
Hatice Simay SARI
Dilek KULALI ERKENEKLİ
Şemsettin BİLİCİLER
Nisasu COŞKUNLAR
Nilay ŞENTÜRK

OCAK 2023
ANKARA



ÖNSÖZ

Hayvan beslemede temel kaba yem kaynakları çayır ve meralar ile yem bitkilerinden oluşmaktadır. Çayır ve meraların ülkemizde uygun olmayan kullanımları neticesinde üretim güçleri büyük oranda düşmüş durumdadır. Dolayısıyla geriye yem bitkilerinden elde edilen kaliteli kaba yemler kalmaktadır. Yem bitkilerinin tarla tarımı içerisindeki payı ise üst limitlere yaklaşmış durumdadır. Dolayısıyla bu durumda yazlık ikinci ürün şeklinde yem bitkileri yetiştiriciliği önem kazanmaktadır. Ülkemizde yazlık ikinci ürün şeklinde yem amacıyla en çok yetiştirilen bitkilerin başında mısır ve sorgum gelmektedir. Mısır bitkisi genel olarak silaj şeklinde değerlendirilip, yüksek su tüketimine neden olmaktadır. Fakat sorgum çeşitlere kurak koşullara mısırdan daha fazla direnç göstermekle beraber, otlatma, kaba yem ve silaj olarak değerlendirilmeleri de bir adım öne çıkarmaktadır. Akdeniz ikliminin sahip ekolojilerde kurak yaz döneminde hayvanlara yeşil kaba yem sunmak iklim şartlarından dolayı epey zordur. Ancak sorgum sudan otu melezi ve şeker sorgum çeşitleri ile mayıs ayından ekim sonuna kadar hayvanların yeşil kaba yem ihtiyaçları giderilmiş olunacaktır. Sorgum sudan otu melezi kurak koşullarda üretim kapasiteleri oldukça yüksek, şeker sorgum ise yüksek oranlarda kuru madde üretebilmektedirler. Ülkemizde özellikle meraların kuruduğu yaz dönemlerinde hayvanlara kaliteli yeşil kaba yem ihtiyaçları bu bitkilerle karşılanabilir. Fakat bu bitki türlerinin erkenci ve geçici çeşitlerinin Çanakkale bölgesinde ve ülkemizin birçok alanında ot verimi ve kalitesi ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlı durumdadır. Bunun yanında bu çeşitlerin farklı hasat uygulamalarına bağlı olarak yine ot verimleri ve kalitelerindeki değişimler yeterince incelenmemiştir. Ayrıca bu çeşitlerin yetiştiriciliğinde ortaya çıkan zararlı böcek popülasyonların belirlenmesi ve hiperspektral ölçümlerle bu bitkilerin verim ve kalite değerlerine ait indislerin ortaya çıkarılması bugüne kadar pek yapılmamıştır.

Dolayısıyla projede, farklı sorgum sudan otu ile şeker sorgum çeşitlerinin farklı hasat uygulamalarına bağlı olarak ot üretimleri ve ot kaliteleri, zararlı böcek popülasyonlarının ortaya konulması ve bu faktörlere göre hiperspektral ölçümler yapılmış olup ve bunlarla ilgili veriler elde edilmiştir. Yüksek bir maliyet gerektiren bu proje TÜBİTAK tarafından (Proje numarası: 120-O-527) 24 ay süre ile desteklenerek yürütülmüştür. Bu desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.



İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
TABLolar	v
ŞEKİLLER	x
ÖZET	xiii
ABSTRACT	xiv
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	10
3. GEREÇ VE YÖNTEM	16
3.1 Deneme Alanının Toprak Özellikleri	16
3.2 Deneme Alanının İklim Özellikleri	18
3.3 Deneme Kullanılan Bitki Materyali	20
3.3.1 Şeker Sorgum (<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench)	20
3.3.2 Sorgum Sudan otu (<i>Sorghum sudanense</i> (Piper) Stapf.)	22
3.4 Denemenin Kurulması ve Uygulanması	24
3.5 İncelenen Özellikler	28
3.5.1 Bitkisel Özellikler	28
3.5.1.1 Yeşil ot verimi (kg/da)	28
3.5.1.2 Kuru ot verimi (kg/da)	28
3.5.1.3 Kuru madde oranı (%)	28
3.5.1.4 Yaprak, sap ve salkım oranı (%)	28
3.5.1.5 Kök miktarı (g/bitki)	29
3.5.1.6 C ve N oranları (%)	30
3.5.1.7 Ham protein oranı (%)	30
3.5.1.8 Ham kül oranı (%)	30
3.5.1.9 Ham yağ oranı (%)	30
3.5.1.10 Tanen, NDF, ADF ve ADL oranları (%)	30
3.5.1.11 Mineral element içeriği (%)	30
3.5.1.12 HCN içeriği (%)	31
3.5.2 Hiperspektral ölçümler	31
3.5.3 Böcek Gözlemleri	31
3.5.4 Sonuçların Değerlendirilmesi	32
3.5.4.1 Bitkiler ile İlgili Değerlendirme	32
3.5.4.2 Spektral Ölçümler ile İlgili Değerlendirme	32
3.5.4.3 Böceklerle İlgili Değerlendirme	38
4. BULGULAR	39
4.1 Bitkisel Özelliklerle İlgili Değerlendirme	39
4.1.1 Yeşil Ot Verimi	39
4.1.2 Kuru Ot Verimi	40
4.1.3 Kuru Madde Oranı	42
4.1.4 Yaprak, Sap ve Salkım Oranı	44
4.1.5 Kök Miktarı	48
4.1.6 C ve N Oranları	50
4.1.7 Ham Protein Oranı	56
4.1.8 Ham Kül Oranı	60
4.1.9 Ham Yağ Oranı	64
4.1.10 Tanen, NDF, ADF ve ADL Oranları	68
4.1.11 Mineral Element İçeriği	80
4.1.12 HCN Oranı	124
4.2 Hiperspektral Ölçümler	126

4.2.1 Yeşil Ot Verimi.....	126
4.2.2 Kuru Ot Verimi.....	128
4.2.3 Kuru Madde Oranı.....	128
4.2.4 Yaprak, Sap ve Salkım Oranları	131
4.2.5 Ham Protein ve Ham Kül Oranları	135
4.2.2 NDF, ADF ve ADL Oranları	135
4.2.6 Mineral Element İçerikleri	141
4.3 Böcek Gözlemleri.....	161
4.3.1 2020 Yılı Böcek Sayısı	161
4.3.2 2021 Yılı Böcek Sayısı	182
4.3.3 Belirlenen Zararlı Böcek Türleri	204
4.3.4 Aylık Değişim.....	206
4.3.5 Çeşitler Göre Değişim	207
4.3.6 Biçim Yüksekliklerine Göre Değişim	208
4.3.7 Biyolojik Dönemlerine Göre Değişim	209
5. TARTIŞMA	210
5.1 Bitkisel Özellikler.....	210
5.1.1 Ot Verimi ve Kuru Madde Oranı.....	210
5.1.2 Yaprak, Sap ve Salkım Oranları	211
5.1.3 Kök Miktarı	212
5.1.4 Karbon ve Azot Oranları	212
5.1.5 Ham Protein Oranı.....	213
5.1.6 Ham Kül ve Mineral Element İçerikleri	214
5.1.7 Ham Yağ Oranı	215
5.1.8 Tanen, NDF, ADF ve ADL Oranları	216
5.1.9 Hidrosiyanik Asit (HCN) İçeriği.....	218
5.2 Hiperspektral Ölçümler	219
5.2.1 Ot Verimi	219
5.2.2 Ham Protein ve Ham Kül Oranları	220
5.2.3 NDF, ADF ve ADL Oranları	220
5.2.4 Mineral Element İçerikleri	220
5.3 Zararlı Böcek Gözlemleri.....	221
6. SONUÇ	223
7. KAYNAKLAR.....	228



TABLolar

Tablo 3.1. Deneme alanına ait toprak özellikleri	17
Tablo 3.2. Çanakkale'nin deneme yılları ile uzun yıllara ait iklim verileri	19
Tablo 3.3. Araştırmada kullanılan çeşitler ve özellikleri.....	20
Tablo 3.4. Şeker sorgum özsuyunun içeriği	22
Tablo 3.5. Çalışmada kullanılan indisler ve formülleri (Giovos vd. 2021)	36
Tablo 4.1. SSM ve ŞS'nin 2020, 2021 ve iki yıllık toplam yeşil ot verimlerine ait varyans analizi sonuçları	39
Tablo 4.2. SSM ve ŞS'nin 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık toplam yeşil ot verimleri (kg/da)	40
Tablo 4.3. SSM ve ŞS'nin 2020, 2021 ve iki yıllık toplam kuru ot verimlerine ait varyans analizi sonuçları	40
Tablo 4.4. SSM ve ŞS'nin 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık toplam kuru ot verimleri (kg/da)	41
Tablo 4.5. SSM ve ŞS'nin 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama kuru madde oranlarına ait varyans analizi sonuçları	42
Tablo 4.6. SSM ve ŞS'nin 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama kuru madde oranları (%)	43
Tablo 4.7. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak oranlarına ait varyans analizi sonuçları	44
Tablo 4.8. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak oranları (%)	45
Tablo 4.9. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap oranlarına ait varyans analizi sonuçları	45
Tablo 4.10. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap oranları (%)	46
Tablo 4.11. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama salkım oranlarına ait varyans analizi sonuçları	47
Tablo 4.12. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama salkım oranları (%)	48
Tablo 4.13. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama kök miktarlarına ait varyans analizi sonuçları	48
Tablo 4.14. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama kök miktarları (g/bitki)	49
Tablo 4.15. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak karbon oranlarına ait varyans analizi sonuçları	50
Tablo 4.16. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak karbon oranları (%)	51
Tablo 4.17. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap karbon oranlarına ait varyans analizi sonuçları	51
Tablo 4.18. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap karbon oranları (%)	52
Tablo 4.19. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak azot oranlarına ait varyans analizi sonuçları	53
Tablo 4.20. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak azot oranları (%)	54
Tablo 4.21. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap azot oranlarına ait varyans analizi sonuçları	55
Tablo 4.22. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap azot oranları (%)	56
Tablo 4.23. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak ham protein oranlarına ait varyans analizi sonuçları	56
Tablo 4.24. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak ham protein oranları (%)	58
Tablo 4.25. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap ham protein oranlarına ait varyans analizi sonuçları	58
Tablo 4.26. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap ham protein oranları (%)	60

Tablo 4.27. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak ham kül oranlarına ait varyans analizi sonuçları	60
Tablo 4.28. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak ham kül oranları (%)	62
Tablo 4.29. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap ham kül oranlarına ait varyans analizi sonuçları	62
Tablo 4.30. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap ham kül oranları (%)	64
Tablo 4.31. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak ham yağ oranlarına ait varyans analizi sonuçları	64
Tablo 4.32. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak ham yağ oranları (%)	65
Tablo 4.33. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap ham yağ oranlarına ait varyans analizi sonuçları	66
Tablo 4.34. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap ham yağ oranları (%)	67
Tablo 4.35. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak tanen oranlarına ait varyans analizi sonuçları	68
Tablo 4.36. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak tanen oranları (%)	69
Tablo 4.37. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap tanen oranlarına ait varyans analizi sonuçları	69
Tablo 4.38. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap tanen oranları (%)	70
Tablo 4.39. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak NDF oranlarına ait varyans analizi sonuçları	71
Tablo 4.40. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak NDF oranları (%)	72
Tablo 4.41. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap NDF oranlarına ait varyans analizi sonuçları	73
Tablo 4.42. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap NDF oranları (%)	74
Tablo 4.43. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak ADF oranlarına ait varyans analizi sonuçları	74
Tablo 4.44. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak ADF oranları (%)	75
Tablo 4.45. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap ADF oranlarına ait varyans analizi sonuçları	76
Tablo 4.46. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap ADF oranları (%)	77
Tablo 4.47. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak ADL oranlarına ait varyans analizi sonuçları	77
Tablo 4.48. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak ADL oranları (%)	78
Tablo 4.49. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap ADL oranlarına ait varyans analizi sonuçları	79
Tablo 4.50. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap ADL oranları (%)	80
Tablo 4.51. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak fosfor oranlarına ait varyans analizi sonuçları	80
Tablo 4.52. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak fosfor oranları (%)	81
Tablo 4.53. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap fosfor oranlarına ait varyans analizi sonuçları	82
Tablo 4.54. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap fosfor oranları (%)	83

Tablo 4.55. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak potasyum oranlarına ait varyans analizi sonuçları	83
Tablo 4.56. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak potasyum oranları (%)	84
Tablo 4.57. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap potasyum oranlarına ait varyans analizi sonuçları	85
Tablo 4.58. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap potasyum oranları (%)	86
Tablo 4.59. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak kalsiyum oranlarına ait varyans analizi sonuçları	86
Tablo 4.60. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak kalsiyum oranları (%)	87
Tablo 4.61. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap kalsiyum oranlarına ait varyans analizi sonuçları	88
Tablo 4.62. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap kalsiyum oranları (%)	89
Tablo 4.63. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak magnezyum oranlarına ait varyans analizi sonuçları	89
Tablo 4.64. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak magnezyum oranları (%)	90
Tablo 4.65. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap magnezyum oranlarına ait varyans analizi sonuçları	91
Tablo 4.66. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap magnezyum oranları (%)	92
Tablo 4.67. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak sodyum oranlarına ait varyans analizi sonuçları	92
Tablo 4.68. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak sodyum oranları (ppm)	93
Tablo 4.69. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap sodyum oranlarına ait varyans analizi sonuçları	94
Tablo 4.70. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap sodyum oranları (ppm)	95
Tablo 4.71. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak demir oranlarına ait varyans analizi sonuçları	95
Tablo 4.72. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak demir oranları (ppm)	96
Tablo 4.73. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap demir oranlarına ait varyans analizi sonuçları	97
Tablo 4.74. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap demir oranları (ppm)	98
Tablo 4.75. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak bakır oranlarına ait varyans analizi sonuçları	98
Tablo 4.76. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak bakır oranları (ppm)	99
Tablo 4.77. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap bakır oranlarına ait varyans analizi sonuçları	100
Tablo 4.78. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap bakır oranları (ppm)	101
Tablo 4.79. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak çinko oranlarına ait varyans analizi sonuçları	101
Tablo 4.80. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak çinko oranları (ppm)	102
Tablo 4.81. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap çinko oranlarına ait varyans analizi sonuçları	103

Tablo 4.82. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap çinko oranları (ppm)	104
Tablo 4.83. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak mangan oranlarına ait varyans analizi sonuçları	104
Tablo 4.84. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak mangan oranları (ppm)	105
Tablo 4.85. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap mangan oranlarına ait varyans analizi sonuçları	106
Tablo 4.86. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap mangan oranları (ppm)	107
Tablo 4.87. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak bor oranlarına ait varyans analizi sonuçları	107
Tablo 4.88. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak bor oranları (ppm)	108
Tablo 4.89. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap bor oranlarına ait varyans analizi sonuçları	109
Tablo 4.90. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap bor oranları (ppm)	109
Tablo 4.91. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak kadmiyum oranlarına ait varyans analizi sonuçları	110
Tablo 4.92. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak kadmiyum oranları (ppm)	111
Tablo 4.93. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap kadmiyum oranlarına ait varyans analizi sonuçları	111
Tablo 4.94. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap kadmiyum oranları (ppm)	112
Tablo 4.95. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak nikel oranlarına ait varyans analizi sonuçları	113
Tablo 4.96. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak nikel oranları (ppm)	113
Tablo 4.97. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap nikel oranlarına ait varyans analizi sonuçları	114
Tablo 4.98. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap nikel oranları (ppm)	115
Tablo 4.99. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak kobalt oranlarına ait varyans analizi sonuçları	115
Tablo 4.100. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak kobalt oranları (ppm)	116
Tablo 4.101. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap kobalt oranlarına ait varyans analizi sonuçları	117
Tablo 4.102. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap kobalt oranları (ppm)	118
Tablo 4.103. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak krom oranlarına ait varyans analizi sonuçları	118
Tablo 4.104. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak krom oranları (ppm)	119
Tablo 4.105. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap krom oranlarına ait varyans analizi sonuçları	120
Tablo 4.106. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap krom oranları (ppm)	121
Tablo 4.107. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak kurşun oranlarına ait varyans analizi sonuçları	121
Tablo 4.108. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak kurşun oranları (ppm)	122

Tablo 4.109. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap kurşun oranlarına ait varyans analizi sonuçları	123
Tablo 4.110. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap kurşun oranları (ppm)	124
Tablo 4.111. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama HCN oranlarına ait varyans analizi sonuçları	124
Tablo 4.112. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama HCN oranları (ppm)	125
Tablo 4.113. Korelasyon değerleri (Zuzana vd., 2019).	126
Tablo 4.114. 2020 yılının Haziran ayında ŞS çeşitlerindeki böcek yoğunluğu (adet)	162
Tablo 4.115. 2020 yılının Temmuz ayında şeker sorgumun çeşitlerindeki böcek yoğunluğu (adet)	164
Tablo 4.116. 2020 yılının ağustos ayında şeker sorgumun (ŞS) farklı çeşitlerinde böcek popülasyonunun yoğunluğu (adet)	166
Tablo 4.117. 2020 yılının Eylül ayında şeker sorgumun (ŞS) farklı çeşitlerinde böcek popülasyonunun yoğunluğu (adet)	168
Tablo 4.118. 2020 yılının Ekim ayında ŞS çeşitlerinde böcek yoğunluğu (adet)	170
Tablo 4.119. 2020 yılının haziran ayında sorgum sudan otu melezinin (SSM) farklı çeşitlerinde böcek popülasyonunun yoğunluğu (adet)	173
Tablo 4.120. 2020 yılının temmuz ayında sorgum sudan otu melezinin (SSM) farklı çeşitlerinde böcek popülasyonunun yoğunluğu (adet)	174
Tablo 4.121. 2020 yılının ağustos ayında sorgum sudan otu melezinin (SSM) farklı çeşitlerinde böcek popülasyonunun yoğunluğu (adet)	175
Tablo 4.122. 2020 yılının eylül ayında sorgum sudan otu melezinin (SSM) farklı çeşitlerinde böcek popülasyonunun yoğunluğu (adet)	178
Tablo 4.123. 2020 yılının Ekim ayında SSM çeşitlerinde böcek yoğunluğu (adet)	180
Tablo 4.124. 2021 yılının Haziran ayında ŞS çeşitlerinde böcek yoğunluğu (adet)	183
Tablo 4.125. 2021 yılının temmuz ayında şeker sorgumun (ŞS) farklı çeşitlerinde böcek popülasyonunun yoğunluğu (adet)	186
Tablo 4.126. 2021 yılının Ağustos ayında ŞS çeşitlerinde zararlı böcek yoğunluğu (adet)	188
Tablo 4.127. 2021 yılının Eylül ayında ŞS çeşitlerinde böcek yoğunluğu (adet)	190
Tablo 4.128. 2021 yılının Ekim ayında ŞS çeşitlerinde böcek yoğunluğu (adet)	192
Tablo 4.129. 2021 yılının Haziran ayında SSM çeşitlerinde böcek yoğunluğu (adet)	195
Tablo 4.130. 2021 yılının Temmuz ayında SSM çeşitlerinde böcek yoğunluğu (adet)	197
Tablo 4.131. 2021 yılının ağustos ayında sorgum sudan otu melezinin (SSM) farklı çeşitlerinde böcek popülasyonunun yoğunluğu (adet)	200
Tablo 4.132. 2021 yılının Eylül ayında SSM çeşitlerinde böcek yoğunluğu (adet)	201
Tablo 4.133. 2021 yılının Ekim ayında SSM çeşitlerinde böcek yoğunluğu (adet)	203
Tablo 4.134. Sorgum bitkilerinde belirlenen zararlı böcek türleri	204
Tablo 4.135. Aylara göre ŞS ve SSM'nin 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık toplam böcek popülasyonu (adet)	207

ŞEKİLLER

Şekil 3.1. Sulama boruları döşendikten sonra deneme alanının ekimi.	25
Şekil 3.2. Denemede parselasyon işlemi.	25
Şekil 3.3. Denemede sulama amacıyla kullanılan damla sulama sistemi.	26
Şekil 3.4. Parseldeki bitkilerin orak ile biçilmesi (solda) ve hasadı yapılan yaş bitki numunelerinin tartımı (sağda).	26
Şekil 3.5. Laboratuvarda sap, yaprak ve salkımlarına (püsküllerine) ayrılmış bitki numuneleri.	27
Şekil 3.6. Deneme alanında köklü bitki örneklerinin alınması.	29
Şekil 3.7. Köklü bitki örneklerinin yıkanmış (solda) ve kurumaya bırakılmış hali (sağda).	29
Şekil 3.8. Böcek toplama kapları (solda) ve Aspiratör (sağda).	32
Şekil 3.9. Arazide spektrodijometrik ölçümlerin gerçekleştirilmesi.	33
Şekil 3.10. 2020 Hiperspektral yansıma eğrileri.	34
Şekil 3.11. 2021 Hiperspektral yansıma eğrileri.	35
Şekil 4.1. 2020 yılı yeşil ot verimi ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	127
Şekil 4.2. 2021 yılı yeşil ot verimi ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	127
Şekil 4.3. 2020 yılı kuru ot verimi ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	129
Şekil 4.4. 2021 yılı kuru ot verimi ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	129
Şekil 4.5. 2020 yılı kuru madde oranı ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	130
Şekil 4.6. 2021 yılı kuru madde oranı ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	130
Şekil 4.7. 2020 yılı yaprak oranı ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	132
Şekil 4.8. 2021 yılı yaprak oranı ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	132
Şekil 4.9. 2020 yılı sap oranı ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	133
Şekil 4.10. 2021 yılı sap oranı ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	133
Şekil 4.11. 2020 yılı salkım oranı ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	134
Şekil 4.12. 2021 yılı salkım oranı ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	134
Şekil 4.13. 2020 yılı ham protein ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	136
Şekil 4.14. 2021 yılı ham protein ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	136
Şekil 4.15. 2020 yılı ham kül oranı ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	137
Şekil 4.16. 2021 yılı ham kül oranı ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	137
Şekil 4.17. 2020 yılı NDF ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	138
Şekil 4.18. 2021 yılı NDF ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	138
Şekil 4.19. 2020 yılı ADF ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	139
Şekil 4.20. 2021 yılı ADF ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	139
Şekil 4.21. 2020 yılı ADL ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	140
Şekil 4.22. 2021 yılı ADL ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	140
Şekil 4.23. 2020 yılı fosfor ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	143
Şekil 4.24. 2021 yılı fosfor ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	143
Şekil 4.25. 2020 yılı potasyum ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	144
Şekil 4.26. 2021 yılı potasyum ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	144
Şekil 4.27. 2020 yılı kalsiyum ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	145
Şekil 4.28. 2021 yılı kalsiyum ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	145
Şekil 4.29. 2020 yılı magnezyum ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	147
Şekil 4.30. 2021 yılı magnezyum ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	147
Şekil 4.31. 2020 yılı sodyum ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	148
Şekil 4.32. 2021 yılı sodyum ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	148
Şekil 4.33. 2020 yılı demir ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	149
Şekil 4.34. 2021 yılı demir ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	149
Şekil 4.35. 2020 yılı bakır ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	150
Şekil 4.36. 2021 yılı bakır ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	150
Şekil 4.37. 2020 yılı çinko ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	152
Şekil 4.38. 2021 yılı çinko ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	152

Şekil 4.39. 2020 yılı mangan ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.....	153
Şekil 4.40. 2021 yılı mangan ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.....	153
Şekil 4.41. 2020 yılı bor ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.....	154
Şekil 4.42. 2021 yılı bor ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.....	154
Şekil 4.43. 2020 yılı kadmiyum ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.....	155
Şekil 4.44. 2021 yılı kadmiyum ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.....	155
Şekil 4.45. 2020 yılı nikel ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	156
Şekil 4.46. 2021 yılı nikel ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	156
Şekil 4.47. 2020 yılı kobalt ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	158
Şekil 4.48. 2021 yılı kobalt ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	158
Şekil 4.49. 2020 yılı krom ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.....	159
Şekil 4.50. 2021 yılı krom ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.....	159
Şekil 4.51. 2020 yılı kurşun ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	160
Şekil 4.52. 2021 yılı kurşun ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.	160
Şekil 4.53. ŞS'da 2020 yılı haziran ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böceklerin sayısı.	161
Şekil 4.54. ŞS'da 2020 yılın temmuz ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böceklerin popülasyonu.....	163
Şekil 4.55. Tohum sineğinin ergini.....	163
Şekil 4.56. ŞS'da 2020 yıl ağustos ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böceklerin sayısı.	165
Şekil 4.57. Çayır çekirgesinin ergini (sol) ve nimfi (sağ).....	165
Şekil 4.58. ŞS'da 2020 yılın eylül ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böcek sayıları.	167
Şekil 4.59. ŞS'da 2020 yılın ekim ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böceklerin sayısı.	170
Şekil 4.60. Sorgum sürgün sineğinin larvası (<i>Atherigona soccata</i>).....	170
Şekil 4.61. SSM'nde 2020 yılın Haziran ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böcek sayısı.	172
Şekil 4.62. SSM'nde 2020 yılın Temmuz ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böcek sayıları.	174
Şekil 4.63. SSM'nde 2020 yılın ağustos ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böceklerin popülasyonu.....	175
Şekil 4.64. SSM'nde 2020 yılı Eylül ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böcek sayıları.	178
Şekil 4.65. SSM'nde 2020 yılı Ekim ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böcek sayıları.	180
Şekil 4.66. ŞS'da 2021 yılın haziran ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böceklerin popülasyonu.....	182
Şekil 4.67. Sorgum sürgün sineğinin (<i>Atherigona soccata</i>) sorgum yaprağına verdiği zararı.	185
Şekil 4.68. ŞS'da 2021 yılın temmuz ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böceklerin popülasyonu.....	185
Şekil 4.69. ŞS'da 2021 yılın Ağustos ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böcek sayıları.	187
Şekil 4.70. Pis kokulu yeşil böceğin (<i>Nezara viridula</i>) ergini.	189
Şekil 4.71. ŞS'da 2021 yılın Eylül ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böcek sayıları.	189
Şekil 4.72. Lahana kelebeğinin ergini (sol) ve pupası (sağ).	191
Şekil 4.73. ŞS'da 2021 yılı Ekim ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böcek sayıları... ..	192
Şekil 4.74. Sorgum sap kurdunun (<i>Chilo partellus</i>) sorgum sapındaki zarar şekli.	194
Şekil 4. 75. Madrap çekirgesinin (<i>Locusta migratoria</i>) ergini (solda), kahverengi kokarca böceğinin (<i>Halyomorpha halys</i>) ergini (sağda).....	194
Şekil 4.76. SSM'nde 2021 yılın haziran ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böceklerin popülasyonu.....	194



Şekil 4.77. SSM'nde 2021 yılın Temmuz ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böcek sayıları.	197
Şekil 4.78. SSM'nde 2021 yılın Ağustos ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böcek sayıları.	199
Şekil 4.79. Lahana kokulu böceğinin (<i>Eurydema ornatum</i>) dişi ve erkek bireyleri.	199
Şekil 4. 80. SSM'nde 2021 yılı Eylül ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böcek sayıları.	201
Şekil 4.81. SSM'nde 2021 yılın Ekim ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böcek sayıları.	202
Şekil 4.82. Cüce ağustos böceğinin (<i>Cicadella viridis</i>) ergini.	203
Şekil 4.83. Çalışmada tespit edilen böcek takımlarının sayısal dağılımı.	205
Şekil 4.84. Zararlı böcek sayısının sorgumun farklı çeşitlerine göre dağılımı.	208
Şekil 4.85. Zararlı böcek sayısının farklı biçim yüksekliklerine göre dağılımı.	208
Şekil 4.86. Farklı biyolojik dönemlere göre zararlı böcek sayısının iki yıllık dağılımı.	209



ÖZET

Araştırma, şeker sorgum (SS) ve sorgum sudan otu melezi (SSM) çeşitlerinde farklı biçim yüksekliklerinin kütle üretimi, büyüme seyri, C/N kullanım etkinliği ve hidrosiyamik asit (HCN) içeriği ile yem kalite özelliklerindeki değişimine etkisini tespit etmek amacıyla 2020 ve 2021 yıllarında yazlık ana ürün yetiştirme mevsiminde Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Alanında yürütülmüştür. Araştırmada tür ve biçim yüksekliklerine göre zararlı böcek sayıları, bitkilerin morfolojik ve fizyolojik değişimleri hiperspektral ölçümlerle izlenmiştir. Deneme bölünmüş parseller deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuş, ana parselleri çeşitler (erkenci ve geçici olmak üzere ŞS ve SSM'de ikişer çeşit), alt parselleri ise biçim yükseklikleri (30, 60, 90, 120, 150 cm yükseklikte ve fizyolojik olumda biçim) oluşturmuştur. Biçimdeki bitki boyunun artışına bağlı olarak toprak üstü (yeşil ve kuru ot) ve toprak altı (kök) kütlesi ile hücre çeperi bileşenleri (NDF, ADF ve ADL) ve tanen oranı artmış, buna karşılık ham protein, ham yağ, HCN ve mineral element içeriği azalmıştır. Ayrıca yaprakların besin maddesi içeriği sap kısımlarından daha yüksek olmuştur. En fazla böcek zararı ŞS çeşitlerinde (M81-E ve Topper-76) belirlenmiştir. Hiperspektral ölçümler ile verim parametrelerinin bitki indisleri ile tahmin edilebileceği sonucuna varılmıştır. Tüm parametrelerin indisler ile değerlendirilmesi sonucunda, tür özelinde ŞS, çeşit özelinde ise M81-E'nin belirlenebilirliği daha yüksek olmuştur.

Araştırma neticesinde, ot verimi ve kalitesi dikkate alınarak, otlatma ve kaba yem kaynağı bakımından tüm çeşitler birbirine yakın özelliklere sahip olmuştur. Fakat incelenen bütün özellikler dikkate alındığında, Nutrimea ve M81-E çeşitlerinin ön plana çıkarak yazlık kaba yem üretiminde tercih edilmesi gereken çeşitler olabileceği sonucunda varılmıştır.

Anahtar kelimeler; Şeker sorgum, sorgum x sudanotu melezi, biçim yüksekliği, C/N oranı, HCN oranı, ot verimi, ot kalitesi, hiperspektral analiz, zararlı böcek popülasyonu



The Effects of Cutting Heights on Growth Process, Biomass Production, C/N Ratio and Quality Properties of Sugar Sorghum and Sorghum x Sudangrass Hybrid Cultivars

ABSTRACT

This research was carried out in the research area of the Faculty of Agriculture, Çanakkale Onsekiz Mart University during the summer main crop growing season in the years 2020 and 2021 in order to determine the effect of different harvesting heights on the variations in mass production, growth process, C/N usage efficiency and contents of hydrocyanic acid (HCN) along with the feed quality characteristics of sweet sorghum (SS) and sorghum sudangrass hybrid (SSH) varieties. Morphological and physiological variations of plants were monitored using hyperspectral measurements and number of harmful insect pests according to variety and harvesting heights. The experiment was established using randomized complete block design applying 4 replications. Main plots (two of each early and late varieties of SS and SSH) were consisted of sorghum varieties, while the sub-plots formed by different harvesting heights (30, 60, 90, 120, 150 cm height and physiological maturity harvesting height). Upper (fresh and dry hay) and sub soil (root) biomass, cell wall components (NDF, ADF and ADL) and tannin ratio increased, but on the other hand; crude protein, crude oil, HCN and mineral element content decreased depending on the increase in plant harvesting height. Nutrient content of the leaves was higher than that of the stem parts. The highest insect damage has been recorded in M81-E and Topper-76 varieties of SS. It was concluded that the yield parameters can be estimated with plant indices with hyperspectral measurements. As a result of the evaluation of all parameters with indices, the detectability of SS in the species specific and M81-E in the variety specific was higher.

As a result of the research, all varieties had similar characteristics in terms of grazing and forage source by considering the yield and quality of forage. However, it was concluded that Nutrima and M81-E varieties could be preferred in summer roughage production after considering all the examined characteristics.

Anahtar kelimeler; Sweet sorghum, sorghum sudangrass hybrid, harvesting height, forage yield, forage quality, C/N ratio, HCN ratio, hyperspectral measurements, harmful insect population



1. GİRİŞ

Bu proje ile şeker sorgumda farklı biçim yüksekliği uygulamaları ve köklü bitki örneklemeleriyle kütle üretimi ve bitki büyüme eğrisinin oluşturulmasının yanında, kaba yem olarak kullanılma imkânları ortaya konmuştur. Ülkemizde şeker sorgum çeşitlerinin adaptasyonu ile ilgili değişik bölgelerde çalışmalar yapılmış olup, yetiştirme teknikleri, özellikle büyüme eğrilerinin çıkarılması, biçim yükseklikleri ve etanol üretimi dışında kullanım amaçlarına yönelik sınırlı sayıda araştırma bulunmaktadır. Şeker sorgumda biçim yüksekliklerinin etkileri üzerinde Türkiye’de yapılmış bir araştırmaya da rastlanılmamıştır. Bununla birlikte, benzer büyüme ve gelişme ritmine sahip silaj sorgumla yapılan farklı hasat zamanlarının etkileri üzerinde önemli çalışmalar yürütülmüş ve bu araştırmaların büyük bir kısmında hasat zamanının gecikmesiyle birlikte yeşil ot ve kuru madde veriminin arttığı bildirilmiştir (İptaş ve Avcıoğlu, 1997; Güçük ve Baytekin, 1999a,b).

Ülkemizde sorgum x sudanotu melezi (SSM) çeşitleriyle de farklı yetiştirme tekniklerinin belirlenmesine yönelik araştırmalar yapılmış olmakla birlikte, biçim yükseklikleri ve bunun bitkilerin büyüme seyrine, biçimden sonraki yeniden büyüme gücüne, C/N oranı ve HCN içeriğindeki değişime dair yeterli çalışma bulunmamaktadır.

Şeker sorgum ve SSM çeşitleri C4 bitkileri olup, C3 bitkilerinden farklı fotosentez mekanizmaları ile daha fazla karbon özümleyebilmekte ve depolayabilmektedir (Leegood vd., 2000). Bu yüzden biçilen ve kökleriyle alınan bitki örneklerinde bağlanan C ve özümlenen N miktarı tespit edilmiştir. Yapılan kaynak taramasında, ülkemizde daha önce böyle bir çalışmanın yapıldığına dair bir veriye rastlanmamıştır.

Tarımsal ürünlerin fenolojik gelişiminin hassas tarım faaliyetleri ile izlenmesi ve analizi, tarımsal kaynakların azaldığı ve nüfusun arttığı dünyamızda büyük önem taşımaktadır. Gelişen uzaktan algılama teknolojisi ve yöntemleri, hassas tarım uygulamalarının çok önemli parçası haline gelmiştir. Hızlı ve güvenilir veri elde etme imkânı sağlamasından dolayı ulusal ve uluslararası çalışmalarda uzaktan algılama sıklıkla tercih edilmektedir. Uzaktan algılama teknolojisi farklı platformlarda (yerden, havadan ve uydudan) ve farklı spektral çözünürlüklerde (pankromatik, multispektral ve hiperspektral) gerçekleştirilebilir. Yerden spektrometre ölçüm cihazları ile hiperspektral ölçümler yapılabilmektedir. Günümüzde gelişen hiperspektral ölçüm teknolojileri ile bitkilerin verim ve kalite parametreleri üzerine yapılan çalışmalar hızla artmaktadır (Weber vd. 2012; Çamoğlu vd. 2018). Söz konusu yöntemler klasik yöntemlere göre daha hızlı ve pratiktir (Huang vd. 2014). Aynı zamanda hiperspektral ölçümler ile oluşturulan modeller ile hasat zamanı gelmeden önce verim ve kalite tahminin yapılabilmesi de mümkün olmaktadır (Demirel vd. 2014a). Diğer taraftan klasik zirai yöntemler ile yapılan

ölçümlere kıyasla bitkiye zarar vermeden çalışmalar gerçekleştirilebilmektedir (Gitelson vd. 2003).

Sudanotu ile yürütülen araştırmaların çoğunlukla laboratuvar ortamında yakın kızılötesi (NIR) spektroskopisi ile yapıldığı görülmektedir. Bununla beraber, bitkinin doğal ortamında ve bitkiye zarar vermeden arazide gerçekleştiren hiperspektral çalışmalar yeterli miktarda değildir. Bu çalışma kapsamında yersel hiperspektral veriler kullanılarak, farklı biçim yüksekliklerinde şeker sorgum ve SSM'de morfolojik özelliklerinin incelendiği bir çalışma olması projeyi özgün kıldığı düşünülmektedir. Diğer taraftan doğal ortamın en önemli değişkeni olan meteorolojik etkenlerin bitki gelişimine etkilerinin de araştırılması, geçmiş dönem çalışmalarının çoğunlukla kapalı ortamlarda gerçekleşmiş olduğundan dolayı proje kapsamında türler özelinde özgün değeri artırmaktadır.

Tarımda zararlılar ciddi ürün ve üründe kalite kayıplarına yol açıp, üretim maliyetlerini yükseltmektedir (Cherry vd., 2013). Ülkemizde de şeker sorgum ve SSM'de zararlılar ot verimi ve kalitesinde ciddi azalmaya yol açabilmektedir. Sorgum sürgün sineği (*Atherigona varia*) ile ekin yaprak sülüşü (*Oulema melanopus*) ülkemizde sorgum yetiştirilen alanlardaki zararlıların başında gelmektedir (Akmeşe vd., 2016; Anonim, 2019). Çalışmada şeker sorgum ve SSM'nin farklı çeşitlerinde biçim yüksekliklerine göre zararlı tür ve yoğunluklarındaki değişimler belirlenmiştir. Böyle bir araştırmada bu bitkilerdeki zararlıların belirlenmesi, bu proje ile ilk kez ele alınmıştır.

Özetle bu proje ile;

- a) Şeker sorgum ve SSM çeşitlerinin farklı biçim yüksekliklerindeki büyüme seyirlerinin izlenilmesi,
- b) Her iki türde de farklı hasat yönetimi (biçim yüksekliği) uygulamaları ile yeniden büyüme seyri ve büyüme hızının tespit edilmesi,
- c) Büyüme seyri, yeniden gelişme hızı ve kütle üretimi ile ilişkili olarak HCN oranının belirlenmesi,
- ç) Çıkıştan itibaren onar gün aralıklarla alınan köklü bitki örnekleri ile farklı biçim yüksekliklerinde C/N oranının ortaya konması,
- d) Büyüme seyrine bağlı olarak mineral içeriğinin takip edilmesi,
- e) İncelenen tüm ölçümlerde yansıma (spektral) değerlerinin tespit edilerek, hızlı bir şekilde bitkilerin gelişme ve besleme durumları ile kullanım (otlatma/biçim) zamanlarının ortaya konması,
- f) Şeker sorgum ve SSM'nin farklı çeşitlerinde klasik ölçümlerle elde edilen verim ve kalite değerlerinin hasat döneminden önce belirlenebilme potansiyelinin hiperspektral veriler kullanılarak araştırılması,

g) Bitki gelişimi ve spektrometrik ölçümlerden elde edilen verilerin meteorolojik değişkenler ile olan ilişkisinin araştırılması,

ğ) Her örnekleme zamanında bitkilerde zararlı popülasyonları ve bunlardaki değişimin izlenmesi olması ilk kez ele alınmıştır.

Böylelikle biçim veya otlatma şartlarında büyüme başlangıcından itibaren bitkilerin tepkileri, toprak üstü ve toprak altı kütledeki değişimler ve bununla bitkilerin kendini yenileme güçleri, besleme değerlerindeki değişimlerle bu bitkilerle beslenen hayvanların performanslarının tahmini, bu hususların spektral yöntemlerle kısa sürede belirlenerek gerekli müdahalelerin zamanında yapılabilmesi ya da ürün tahmininde bulunulması, kimyasal kullanmadan uygun yönetimle zararlı sayısının azaltılabilme imkânlarının ortaya konmuştur.

Bu çalışmada, yukarıda maddeler halinde belirtilen özelliklerin ülkemizde ilk kez ele alınması ve bitki yönetiminde temel ve uygulamaya yönelik önemli verilerin elde edilmesi projeye özgünlük katmaktadır.

Sorgum, tarihte “Verimli Hilal” olarak belirtilen Mezopotamya’da kültüre alınmıştır. Asurlular tarafından yetiştirildiğine dair kayıtlar bulunmaktadır (Ziggers, 2006). Kültüre alındığından bu yana Anadolu’da yetiştiriciliği yapılmaktadır. Darı, koca darı, boynu eğri darı ve gılgıl isimleriyle anılmaktadır. Şemseddin Sâmî tarla kelimesinin darı kökenli olup, darı ekili yer anlamına geldiğini ifade etmektedir (Sâmî, 1901). Yerel sorgum genotipleri beyaz taneli olup, Diyarbakır ve Muğla illerinde halen yetiştirilmekte, ekmek ve boza yapımı ile kümes hayvanlarının beslenmesinde kullanılmaktadır. Yine bir sorgum türü olan süpürge darısı, batı bölgelerinde az da olsa üretilmekte ve süpürge yapımında değerlendirilmektedir (Sağlamtimur vd., 1989; Baytekin, 1990). Yüksek şeker içeriği sebebiyle şeker sorgum temelde etanol üretiminde yararlanılması yanında (Emeklier, 2014; Bayram ve Turgut, 2015), yeşil ot, silaj ve pekmez yapımında da yaygın olarak kullanılmaktadır.

Geçici kuraklıklara yüksek hoşgörü ve kuraklık şartları ortadan kalktıktan sonra da yeniden büyümeye devam etme yetenekleri nedeniyle sorgum “bitkiler âleminin devesi” olarak nitelendirilir (Açıkgöz, 1991; Sanderson vd., 1992). Sorgumun kurağa dayanıklılık yeteneği ve su kullanım etkinliğinin yüksek oluşu, küresel ısınma ve kuraklık senaryoları için dikkat çekicidir.

Şeker sorgumun kurağa dayanıklı oluşu ve kısıtlı su kaynaklarında yüksek verim gücü, Türkiye’de enerji tarımı yanında, ot ve silaj üretimi için de önemli seçeneklerden biri olduğunu göstermektedir (Yücel vd., 2017). Şeker sorgum etanol verimi yüksek bitkiler arasında yer aldığından (Bayram ve Turgut, 2015), bu bitki ile ilgili araştırmalarda da genellikle şeker ve etanol üretimi potansiyeli üzerinde durulmuştur.

Türkiye’de hayvancılık sektörü hızla değişmekte, et, süt ve süt ürünleri üretiminde büyükbaş hayvan yetiştiriciliği öne çıkmaktadır. Artan hayvan sayısı tarla ziraatı içinde daha

fazla yem bitkileri yetiştiriciliğini zorunlu kılmaktadır. Gıda üretimi ile rekabete girmeden daha geniş alanlarda yem bitkileri yetiştiriciliği ile artan kaba yem ihtiyacının karşılanması gerekmektedir. Diğer yandan kısıtlı kaynakların daha etkin kullanılması ve kaliteli kaba yemin daha ucuza elde edilmesi zorunluluğu vardır. SSM çeşitleri hızlı büyüme ve biçildikten sonra yeniden gelişme yetenekleriyle, hayvan beslemede önemli rol oynamaktadır. Yeşil ot, kuru ot, silaj ve paket ot (haylaj) olarak değerlendirildiği gibi, otlatma amacıyla da kullanılmaktadır (Undersander, 2003; Avcıoğlu vd., 2009).

Biçim zamanı otun kalitesi yanında yeniden gelişme ve sonuçta verim gücünü doğrudan etkiler. Kısa aralıklarla yapılan otlatma veya biçimlerde kaliteli ot elde edilirken, yeniden büyüme için kullanılacak yeterli depo maddesi azaldığı ya da bulunmadığından, yeniden büyüme yavaşlar ve dolayısıyla ikinci ve daha sonraki biçimlerde verim düşer. Sowiński ve Szydełko (2011) SSM'de biçim sayısının artmasıyla kardeş sayısının arttığını, bunu karşın fotosentez alanının sürekli azalması nedeniyle kuru madde veriminin %50'ye varan oranlarda azaldığını, en yüksek kuru madde veriminin tek biçimle elde edildiğini tespit etmişlerdir. Benzer şekilde yoğun biçimlerde kuru madde veriminin azaldığına dair bazı araştırmacılar tarafından yürütülen çalışmalar da bulunmaktadır (Lee, 2005; Uher vd., 2005). Erken hasatlarda yüksek kaliteli ot elde edilirken, hasat zamanı geciktikçe ot kabalaşmakta ve besleme değeri düşmektedir (Lang, 2001).

Projede şeker sorgum ve SSM çeşitlerinde kütle verimi, büyüme seyri ve mineral içeriği, HCN oranı, C/N kullanım etkinliği, yem kalitesindeki değişimler ve zararlı popülasyonları farklı biçim yüksekliği (zamanı) ve 10 gün arayla köklenen bitki örneklemeleriyle belirlenmiştir. Bitkilerin büyüme seyirleri genetik karakterler yanında çevre faktörlerine (özellikle yağış ve sıcaklık gibi) bağlı olarak değişmektedir (Beadle, 1993; Jones, 1993). Biçim veya otlatma gibi kullanım faktörleri de bitkilerin normal büyüme seyirlerini değiştirerek, her koparılma sonrasında fotosentez alanındaki azalmaya bağlı olarak yeniden büyüme hızı ve miktarında farklılaşma görülür (Altın vd., 2011). Koparılma yoğunlaştığında ise büyüme hızı ve miktarı azalır (Ferraro ve Oosterheld, 2002). Bütün bitkilerde olduğu gibi şeker sorgum ve SSM'de de büyüme seyri, belirli aralıklarla yapılan hasatlar ve alınan köklü bitki örneklerinin incelenmesiyle belirlenmiştir. Zira büyüme eğrileri bütün bitki tür ve çeşitlerinde ekimden hasada kadar uygulanacak sulanan, gübreleme, hastalık ve zararlılarla mücadele ile biçim/otlatma zamanlarına karar vermede yol göstericidir.

Meteorolojik değişkenler bir bitkinin gelişim sürecini etkileyen en önemli doğal etkenler olup (Keen, 1921), bu kapsamdaki çalışmalar zirai meteorolojik çalışmalar olarak adlandırılır (Asar vd. 2007). Hava ve toprağın sıcaklığı, nemi, yağışı, rüzgârı, buharlaşması ve güneşlenmesi gibi meteorolojik parametrelerin hepsi bitkinin ekiminden hasadına kadar tüm gelişim evrelerini doğrudan etkilemektedir (Vining, 1990; Asar vd. 2007). Bilhassa sıcaklık ve

yağış, bitkilerin büyüme ve gelişmeleri üzerinde çok önemli etkiye sahiptir. Sorgumda sıcaklık verimi etkileyen en önemli çevre faktörlerinin başında gelmektedir (Saeed ve Francis, 1984). Ayrıca toplam yağışın sorgum verimi üzerinde önemli ve olumlu etkisi söz konusudur. Aynı şekilde çiçeklenme dönemindeki nispi nem artışı da nihai verimi önemli düzeyde artırmaktadır (Adamu vd., 2011). Bu faktörlerin uygun seviyeleri bitki büyümesini ve buna bağlı olarak üretimi teşvik ederken, stres oluşturacak şekilde düşük ya da yüksek seviyeleri büyümeyi ve üretimi sınırlandırır (Neenu vd., 2013). Meteoroloji anlık ve kısa vadede olayları ifade ederken, iklim bir bölgedeki meteorolojik olayların uzun yıllar ortalaması, diğer bir deyişle genel meteorolojik davranışını ifade eder. Çalışmada iklim verileri olarak Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün Çanakkale Merkez İstasyonuna ait veriler kullanılmıştır. Elde edilen veriler ile bitki gelişimi arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Meteorolojik veriler bitki ile ilgili tüm ölçümler ile bütünleşik olarak incelenmiştir.

SSM çeşitleri son yıllarda artan bir şekilde yeşil ot, kuru ot, silaj ve otlatma amacıyla kullanılmaktadır (Genç ve Baytekin, 2015). Genellikle 45-60 cm boylandığında hasat edilmesi veya otlatılması öngörülmektedir (Undersander, 2003; Uzun ve Çiğdem, 2005). Bununla birlikte, otlatma uygulamalarında yeniden gelişme yetenekleri nedeniyle genç sürgünleri otlayan hayvanlarda şişme ve bazen HCN kaynaklı zehirlenme sorunları ortaya çıkabilmektedir. SSM tarla ziraatı içerisinde hem yazlık ana ürün hem de ikinci ürün tarımında öncelikli olarak kullanılmaktadır. Küçük ve orta büyüklükteki aile işletmelerinde yaz boyunca yeşil ot ihtiyacının karşılanmasında kullanılan bu çeşitler, son yıllarda ticari olarak kaba yem üretimi amacıyla da yetiştirilmektedir. Yazlık ana ürün yetiştirme şartlarında 4-5 biçimle, ikinci ürün yetiştirme şartlarında ise 2-3 biçimle dekara 10-15 ton arasında yeşil ot verebilen SSM'de (İptaş vd., 2001; Salman ve Budak, 2015), yeşil ve kuru ot ile otlatma için uygun hasat zamanlarının belirlenmesi, bu ürünlerden daha etkin yararlanma açısından önem arz etmektedir. Kullanım amacına bağlı olarak hasat zamanlarının belirlenmesine yönelik araştırmalar, özellikle otlatma yönetimine temel teşkil edecek çalışmalar son derece kısıtlıdır. Bu proje ile hemen hemen bütün kullanım amaçlarına yönelik olarak uygun biçim ve otlatma uygulamaları ortaya konmuştur..

Sorgum ve sudanotu çeşitlerinin yem bitkisi olarak giderek artan önemine karşılık, bu bitkiler parçalandığında hidrosiyamik asit (HCN), başka bir ifadeyle purisik asit oluşan ve bir siyanogenik glikozit olan dhurrin adlı bir bileşik ihtiva ederler. Purisik asit hücrelerin oksijen kullanımını engeller ve hayvanı oksijen eksikliğinden ölüme kadar götürebilir (Robson, 2007). HCN sudanotunda düşük seviyede olup, hayvanlarda nadiren zehirlenmeye yol açar. Buna karşılık sorgum yüksek seviyelerde ve SSM ise orta düzeyde HCN içerir. Ancak çeşitlere göre de önemli farklılıklar gösterir. Dhurrin genç bitkilerde çok fazladır. Bu sebeple genelde bitkilerin 45-50 cm boya ulaşmadan otlatılması önerilmez (Lang, 2001; Undersander, 2003). Dolayısıyla

projede biçim yüksekliklerine göre otun HCN oranları belirlenerek, sadece verim ve kalite açısından değil, aynı zamanda sağlıklı bir kullanım için de ele alınan çeşitlerin en uygun biçim/otlatma zamanları ortaya konmuştur.

Spektroskopi, bir örnekteki atom, molekül veya iyonların bir enerji düzeyinden diğerine geçişleri sırasında absorplanan veya yayılan elektromanyetik ışımının ölçülmesi ve yorumlanması olarak tanımlanmaktadır. Fotometrik uygulamalarla bitkilerin gelişme seyrine bağlı olarak fizyolojik özellikleri, besin elementi kullanımı ve eksikliğine dayalı görüntüleri kayıt edilerek, yetiştiricilik uygulamaları için bazı pratikler elde etmek mümkün olmaktadır. Yersel spektral ölçümler mutlaka modellenmesi hedeflenen parametrenin klasik yöntemlerle elde edilmiş sonuçları ile ilişkilendirilmeli ve doğrulanmalıdır. Ayrıca, yersel spektral ölçümlerle oluşturulan modeller havadan ve uydudan elde edilen uzaktan algılama görüntüleri ile geniş alanlarda uygulanabilir. Fenolojik gelişimin modellenmesi ve bitkide meydana gelebilecek olumlu/olumsuz gelişmelerin belirlenmesi uzaktan algılama yöntemleri ile mümkündür. Bitkinin içerdiği mineral madde miktarı, yaprak su içeriği, fotosentez pigmenti miktarı gibi fizyolojik özellikleri, yaprak ve taç alanı ile canlı kütle gibi morfolojik özellikleri elektromanyetik spektrum üzerinde bitkinin yaptığı yansıtımı doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle bitkinin değişen özelliklerine göre elektromanyetik spektrumda verdiği farklı davranışlar, araştırmacıları bitki indislerini üretmeye yöneltmiştir. Bu doğrultuda bitkinin fotosentez hızından yaprak su potansiyeline kadar gelişimini etkileyen parametreler için Yapısal Bağımsız Pigment İndeksi (Penuelas vd., 1995), Fotokimyasal Yansıma İndeksi (Penuelas vd., 1997), Karotenoid Yoğunluk İndeksi (Hernández-Clemente vd., 2012), Normalize Fark Su İndisi (Gao, 1996), Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndisi (Tucker, 1980) gibi birçok indis geliştirilmiştir.

Yersel hiperspektral uzaktan algılama yöntemleri; biber ve patlıcanda (Demirel vd., 2014a), buğdayda (Ferrio vd., 2005) ve mısırdada (Çamoğlu vd., 2018) verim tahmini için, roka (Demirel vd., 2014b) ve taze fasulyede (Köksal vd., 2010) yaprak su potansiyelinin belirlenmesinde, asmada fotosentez oranı (Özelkan vd., 2015), farklı fosfor uygulamalarındaki ekili şeker kamışı (Gürsoy ve Atun, 2019) ve kekik alanlarının belirlenmesinde (İnce vd., 2014) ve büyük yavşan çalısında (*Artemisia tridentata*) ise kütle bileşenlerinin tespiti (Mirik vd., 2007) gibi birçok çalışmada kullanılmıştır. Sudanotu ile ilgili; değişik toprak bünyesi uygulamalarında hiperspektral veriler kullanılarak kanopi yansıtımı ile bitki büyüme durumu arasındaki ilişkiler ele alınmıştır (Zhong vd., 2019). Spektrometrik ölçümler ile üretilen hiperspektral veri analizleriyle sulanan ve sulanmayan sudanotu alanları incelenmiştir (Shakir Hanna ve Girmay-Gwahid, 1999). Projede de hiperspektral ölçümler kullanılarak, şeker sorgum ve SSM çeşitlerinde farklı yükseklikten (30, 60, 90, 120 ve 150 cm ile fizyolojik olum) yapılan biçimlerin bitkinin büyümesine, gelişimine ve diğer özelliklerine olan etkilerinin analizi ve modellenmesi yapılmıştır.

Tarımda zararlılar ciddi ürün ve üründe kalite kayıplarına yol açıp, üretim maliyetlerini yükseltmektedir (Cherry vd., 2013). Ülkemizde de şeker sorgum ve SSM'de zararlılar ot verimleri ve kalitelerinde önemli azalmaya yol açabilmektedir. Bunlardan sorgum sürgün sineği (*Atherigona varia*) ile ekin yaprak sülüğü (*Oulema melanopus*) sorgum yetiştirilen alanlardaki zararlıların başında gelmektedir. Diptera takımının Muscidae familyasından olan sorgum sürgün sineğinin larvaları bitkinin taze sürgünlerine girerek büyüme konisini kesmektedir. Larvaların sürgün içinde beslenmesi sonucu bitki dokuları çürümekte ve belli bir süreden sonra sürgünler tamamen kurumaktadır (Akmeşe vd., 2016). Ekin yaprak sülüğü ise sorgum bitkisinin diğer önemli zararlı böceğidir. Coleoptera takımının Chrysomelidae familyasına ait bu zararlının hem erginleri hem de larvaları ülkemizin sorgum alanlarında ciddi ekonomik zarara neden olmaktadır. Zararlının ergin bireyleri yaprakların üzerinde dar uzun delikler meydana getirmekte, ama esas zararı larvaları oluşturmaktadır. Ekin yaprak sülüğünün larvaları sorgum bitkisinin yapraklarının üst yüzeyinde, yaprak damarları boyunca, mezofil hücrelere zarar vererek klorofil tabakası ile beslenirler. Beslenme sonucunda yaprak yüzeyinde damarlar boyunca uzunca beyaz çizgiler meydana gelir. Ekin yaprak sülüğü tarafından zarar görülmüş sorgum tarlası uzaktan don vurmuş gibi görülür. Bir larva yaprak başına özümlemeyi %10 azaltır ve yüksek yoğunluklarda ise bu oran %80'e kadar ulaşarak verimi önemli ölçüde düşürür. Ekin yaprak sülüğü ayrıca sorgum tarlalarında brom mozaik virüsünün de önemli bir taşıyıcısı durumundadır (Anonim, 2019). Bu projede de şeker sorgum ve SSM bitkilerinde bulunan başta sorgum sürgün sineği ile ekin yaprak sülüğü olmak üzere, bütün zararlı böcek türleri ve yoğunluklarının farklı biçim yüksekliği ve bu bitkilerin çeşitlerine bağlı olarak değişimleri tespit edilmiştir.

Yem bitkiler hayvan beslenmesinde çok büyük bir önem taşımaktadır. Yem bitkilerinin hem yazlık hem de kışlık olarak yetiştirilen türleri bulunmaktadır. Yazlık yem bitkileri hem küçük hem de büyük baş hayvanlar tarafından daha fazla tercih edilmektedir. Ülkemizde yem bitkilerinin kalite ve verimi hakkında çok sayıda çalışmalar yürütülmüştür. Bir çalışmada yem bitkilerinin fiyatlandırılması ve kalite değerlendirilmesi açısından farklılıklar ortaya çıkartılması amacı için fikirler sunulmuştur. Türkiye'de yaklaşık olarak 2,1 milyon ha'lık alanda yem bitkilerin üretiminin yapıldığı ifade edilmektedir (Özkan, 2020). 1995 yılında özel sektörün yem bitkileri tohumluk ihtiyaçlarının karşılanmasında konusunda toplam payının %10 civarındayken, 2011 yılında ise %54 olarak kaydedilmiştir (GTHB, 2013). Dünyada çok fazla bitki türü yem bitkisi olarak kullanılmaktadır. Bölgelere göre yem bitkilerinin çeşidi, ekim zamanı, hasat zamanı ve yetiştirilme alanlarında değişiklikler olabilmektedir (Anonim, 2015).

Sorgum tek yıllık, uygun şartlarda 3 m kadar boylanan, yaz döneminde yeşil yem elde etmek amacıyla yetiştirilen bir yem bitkisidir. Sorgum çeşitleri hayvanlar için lezzetli, sulu, yeşil bir ot üretmektedir. Bu bitki hem büyükbaş hem de küçükbaş (bilhassa kuzu) hayvan

yetiştiriciliğinde kullanılmaktadır. Sorgum her türlü toprakta yetişebilmektedir. Ancak orta derecede iyi drenajlı, killi-tınlı topraklarda bol ürün verir. Sorgum tohumlarının oldukça küçük ve çimlenmeden sonraki 4 hafta içinde gelişmesi yavaş olduğundan tohum yatağı yabancı otlardan temizlenmelidir. Kurağa ve sıcağa çok dayanıklıdır. Yabancı otlardan kurtulmak için ekim alanının özenle hazırlanması gerekir. Serpme ekimde 5–6 kg/da sıraya ekimde ise ortalama 2–3 kg/da tohumluk kullanılır. Sıra aralığı kuvvetli topraklarda ot üretimi için 15–20 cm, tohum üretiminde 70–80 cm olmalıdır. Sorgum tohumu 2–3 cm derinliğe ekilir ve ekimden sonra toprak bastırılır. Sulama verimi büyük ölçüde artırır. Sulama sayısı ve verilen su miktarı bölgeye ve toprak yapısına göre birkaç kez arasında değişir. Sorgumun su tüketimi salkımlanma ve çiçek devresinde artar. Sorgum topraktan fazla miktarda besin maddesi çeker. Özellikle azot ihtiyacı çok fazladır. Fosforca fakir topraklarda dekarda 5-10 kg/da P₂O₅ verilmelidir. Sulanabilen yerlerde ekimle birlikte ve bitkiler 30–40 cm boylandıklarında 5–6 kg/da azot(N) uygulanır. Ayrıca her biçimden sonra 4 kg/da N verilir.

Çeşitli zararlı böceklerin ve akarların sorgum üretiminde sınırlayıcı faktörlerin olduğu rapor edilmiştir. Önemli zarar böcek türleri sorgum bitkilerinin büyüme aşamalarının farklı aksamalarını hedef alarak verim kayıplarına neden olur. Sorgumun başlıca zararlı böcekleri arasında sorgum sürgün sineği (*Atherigona soccata* Rondani, 1871), sorgum sineği (*Stenodiplosis sorghicola* Coquillett), sorgum sap kurdu (*Chilo partellus* Swinhoe, 1885) ve yaprak bitleri (*Aphis* spp.) ile birlikte yaprak besleyicileri (pul kanatlılar ve çekirgeler), ve çeşitli kınkanatlı böcek türleri içermektedir (Peter, 2022).

Yem bitkilerin hem ülkemizde hem de dünya çapında çok sayıda zararlı böcek türleri bulunmaktadır. Bu böceklerde çoğu sokucu-emici ağız yapısına sahipken, bazıları da çiğneyici, emici ve yalayıcı-emici ağız tiplerine sahiptirler. Zararlı böcekler yem bitkilerinin kalite ve verimlerini azaltılmaktadır. Yem bitkileri yetiştiriciliğinde hem zararlı hem de faydalı böceklerin bulunmaktadır. Ama ilaçlama yapılmış olan tarlalarda ne zararlı ne de faydalı böcek türleri kalabilir. Yem bitkileri yetiştirilen tarlalarda en az bir tür zararlı bir de faydalı böcek türünün var olması belirlenmiştir. Örneğin; çadır tırtılı korunganın esas zararlı böcek türlerinden biridir. Bu zararlının larva dönemi bitkiye daha fazla zarar verir (TAGEM, 2008). Erzurum ve civarında yapılmış olduğu bir çalışmada yem bitkilerinde bulunan çok sayıda zararlı böcek türlerinin ortaya çıkarılarak zarar seviyelerini ile mücadele yöntemleri belirlenmiştir (Yıldırım vd., 1998). Yonca hortumlu böceği, *Hypera variabilis* yonca bitkisinin en önemli zararlılardan biri olduğu tespit edilirken, bu zararlının hem ergin hem de larva dönemlerinin yonca bitkisine ciddi zararlara neden oldukları ortaya konulmuştur (Kılıç vd., 2008). Aynı çalışmada, korunga ve fiğin zararlı böcekleri üzerinde de araştırmalar yapılırken, korunga kök kurdu, *Bemecia scopigera*'nın korunga bitkisine, bakla tohum böceğinin ise fiğe zarar verdikleri rapor edilmiştir. Mercimek tohum böceği, *Bruchus lentis* esas olarak mercimek bitkisine zarar vermişken, bu



çalışmada fiğde görüldüğünü kaydedilmiştir. Projenin bu kısmının esas amacı sorgumun farklı çeşitlerinde bulunan farklı böcek türlerinin tespit edilmesi, ayrıca sorgum tarlasında zararlı böcek türlerinin gözlemlenmesi olmuştur.

Sonuç olarak, bu çalışmada biçim sıklığı ve 10 gün arayla köklü bitki örneği almak suretiyle büyüme eğrisi elde edilirken, ot üretim gücü de ortaya konmuştur. Bitkiler 30, 60, 90, 120, 150 cm boylandığında ve fizyolojik olum döneminde yapılan biçimlerle kütle üretimi tespit edilmiştir. Biçimlerin tekrarlanmasıyla yeniden gelişme güçleri ve toplam kütle üretimi açısından en uygun biçim sıklığı da belirlenmiştir. Bitki boyu dışında fizyolojik olum döneminde yapılan hasat ile kuru madde üretimi için kullanılabilme imkânları ortaya konmuştur. Biçim yüksekliği uygulamalarının yanında, on günlük aralıklarla her parselden beşer bitki örneği köküyle birlikte alınarak üretilen kuru madde, depolanan C ve N miktarı ve HCN oranı tespit edilmiştir. İncelenen bu özelliklerin spektral yansıma değerleri ortaya konmuş ve uygulamaların zararlı varlığına etkileri belirlenmiştir.



2. LİTERATÜR ÖZETİ

Yazları kurak geçen Akdeniz ikliminin hâkim olduğu ülkelerde hayvanlara yeşil kaba yem sunmak oldukça zordur. Fakat sorgum sudan otu ve şeker sorgum ile bu açığı kapatmak mümkündür (Donchev vd., 2016, Bazitov, 2020). Dolayısıyla bu alanlarda şeker sorgum ve sorgum sudan otu kasım sonuna kadar yeşil kaba yem imkanı sağlamaktadır (Shehu vd., 1999; Slanev vd., 2015). Sorgum sudan otu kurak koşullara en dayanıklı ve yağışın yetersiz olduğu alanlarda mısırdan daha fazla ot üretimi gerçekleştirebilmektedir (Lenobles ve Feyt, 1983; Moyer vd., 2004, Kikindonov vd., 2008; Slanev ve Enchev, 2014). Şeker sorgum ise küresel ısınma ve aşırı kurak koşullarda kuru madde üretimi oldukça yüksek seviyelerdedir. Üretmiş olduğu yeşil ot, kuru ot ve silajının besleme değerleri oldukça yüksek düzeylere sahiptir (Kalton, 1988). Hem hayvan beslemede hem de biyoenerji amacıyla kullanılabilir (Rooney, 2000; Donchev vd., 2018). Şeker sorgumun silajı mısır silajına göre sindirilebilirliği düşük olmasına karşın süt üretimine olan olumlu etkisi eşit durumdadır (Tsukov, 1991). Nitekim Bulgaristan'da "Endje 1", "Vercors" ve "Super Sweet sorgum" sudan otu çeşitleri ile Zaharna metla" ve "Shumensko sladko" şeker sorgum çeşitlerinin besin madde içeriklerinin belirlenmesi amacıyla 2017-2018 yıllarında çalışma yürütülmüştür. Yapılan bu çalışmanın sonucuna göre en yüksek yeşil ot verimi 59,5 t/ha ile "Shumensko sladko" şeker sorgum çeşidinde, en yüksek kuru madde verimi ise 20,8 t/ha ile "Endje 1" sorgum sudan otu çeşidinde belirlenmiştir. Çeşitlerin kimyasal kompozisyon içerikleri bakımından önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Çeşitlerin fosfor %0.369-0.696, ham yağ %1.28-2.39, Ca %0.889-1.572, ham protein %6.05-9.00, ham lif %32.64-39.26 ve mineral madde içerikleri %8.17-9.61 arasında değişiklik göstermiştir. Sonuç olarak tüm çeşitlerinin ot verimlerinin yeterli düzeyde olduğu fakat otun besin madde içerikleri bakımından "Endje 1" ve "Shumensko sladko" çeşitlerinin üstün performans gösterdiği ortaya çıkmıştır (Enchev, 2021).

Sorgum türleri kuraklık, eğitim ve tuza tolerans bitkinin önemini artıran özelliklerdir. Bunun yanında sorgum türleri organik tarımda yabancı ot baskısından kurtulma, ekim nöbeti ve örtü altı bitkisi olarak kullanılmaktadır. Ayrıca hayvan beslemede, tohum amaçlı ve biyoyakıt olarak kullanımı da bu bitkiyi öne çıkarmaktadır (Moyer vd., 2003). Bununla beraber diğer çok yıllık buğdaygil yem bitkileri ile karşılaştırıldığında kurak koşullarda daha yüksek verime sahiptir (Chamble vd., 1995). Sorgum türlerinin karakteristik özelliği toprak üstü aksamalarında chordein alkaloit (yaklaşık olarak %0.07) ve Durin glikozit içermesidir (C₁₄H₁₇O₇N) (Kunc vd., 1995; Eric vd., 2004; Sunaga vd., 2005). Aynı yazarlara göre kuru madde bazında 1000 ppm hidrosiyamik asit birikimi hücrelere oksijen iletimini engellediği için hayvanlarda ölümlere neden olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışmaya göre en yüksek glikozit içeriği yüksek metabolizmaya sahip genç yapraklar ve gen bitkilerde tespit edilmiştir. Bunun yanında çevresel

stres faktörleri bitkinin glikozit içeriğini artırdığını tespit edilmiştir (Pell, 2005). Nitekim Bulgaristan'da 2017-2019 yılları arasında farklı yerel sorgum popülasyonlarının farklı gelişme dönemlerine ve yüksekliklerine bağlı olarak glikozit içeriklerindeki değişimler incelenmiştir. Yürütülen araştırmanın sonucuna göre incelenen yerel popülasyonların bitki boyu 40 cm ve üzeri olduğunda hayvancılık açısından herhangi bir zehirlenme etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır (Golubinova ve Marinov-Serafimov, 2022).

Mısır silajı, özellikle süt üretimi üzerine kurulan hayvancılık işletmelerinde oldukça önemli bir kaba yemdir. Mısırdan en fazla ürün alabilmek için suyun ve gerekli besin maddelerinin yeterli düzeyde olması gerekmektedir (Howell vd., 2008; Kiziloglu vd., 2009). Bundan dolayı kurak ve yarı kurak alanlarda kurulan hayvancılık işletmelerinde yazlık kaba yem ihtiyacı bakımından sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu alanlarda kaba yem ihtiyacının kapatılmasında mısırın yerini sorgum sudan otu *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf almaktadır. Sorgum mısır ile kıyaslandığında kurak koşullara daha dayanıklı, daha küçük yaprak alanına sahip olması, kök başına daha fazla ikincil kök geliştirmesinden dolayı mısırın yarısı kadar transpirasyon yapmaktadır (Hussain vd., 1991; Merrill vd., 2007; Marsalis vd., 2010; Sowinski ve Szydelko, 2011). Bütün bu özelliklerinden dolayı kurak ve yarı kurak alanlarda hayvancılığın kaba yem ihtiyaçlarının karşılanmasında en uygun yazlık buğdaygil yem bitkisi olarak yerini almıştır. Ancak sorgum yetiştiriciliğinin yaygınlaşmasındaki en büyük engel yeterli miktarda ve kalitede tohum bulunmamaktadır (Awad vd., 2013). Bitkinin yetiştiriciliğinde verime iklim, toprak ve yetiştiricilik uygulamaları etki etmektedir. Yetiştiricilik uygulamaları içerisinde gübreleme, ekim zamanı, ekim normu, biçim sayısı ve sıklığı bulunmaktadır. Biçim sayısının artışı kardeşlenme ve sürgün sayısını artırdığı için kaba yem amaçlı yapılan yetiştiricilikte olumlu etkiye sahip olabilir. Fakat tohum için yapılan üretim modelinde biçim sayısı arttıkça birim alandan elde edilen tohum verimlerinde düşüşler gözlenmiştir (Sowinski ve Szydelko, 2011). Farklı biçim sayısının sorgumda tohum verimine olan etkilerinin belirlemek amacıyla 2010-2011 yıllarında Mısır'da yürütülen araştırmada hiç biçilmeyen ve 1 kez biçilen parseller karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmanın sonucuna göre hiç biçilmeyen parsellerin tohum verimleri 1 kez biçilen parsellere göre %50-74 arasında arttığı tespit edilmiştir (Awad vd., 2013).

Sorgum kurak ve yarı kurak alanlarda konuşlanmış mandıralarda silaj için iyi bir alternatif yem bitkisidir. Bu bitkisi kısıtlı su imkanı (Jahanzad vd., 2013) ve yüksek sıcaklıklara (Peacock, 1982) toleransı yüksek, toprak tuzluluğuna toleransı (Saberı vd., 2011) ise orta derecededir. Bu çevre koşulları altında mısıra göre birim alanda daha fazla kuru madde üretebilme yeteneğine sahiptir (Singh ve Singh, 1995; Pedersen, 1996). Lignin içeriğinin yüksek olmasından dolayı (%9,1) silajın sindirilebilir NDF içeriği de düşük seviyelerde kalmaktadır (Grant vd., 1995; Miron vd., 2007). Dolayısıyla bitkinin lignin içeriğini düşürmek için biçim yüksekliğinin artırılması ile bu oranı daha düşük seviyelere çekmek mümkündür. Nitekim

Sorghum almum'da yapılan çalışmada biçim yüksekliği 15 cm'den 45 cm'ye çıkması lignin içeriğini %7,7'den %6,4'e düşürmüştür (Elizondo-Salazar, 2017). Bitkinin hasat yüksekliğinin artışına bağlı olarak silajın besin madde kompozisyonunda olumlu yükselişler gözlenmektedir. Bu bağlamda Meksika'da 2018 yılında *Sorghum bicolor*'da bitkisinde farklı biçim yüksekliklerinde bitkiler hasat edilerek silajın kuru maddesi düşürmeden besin madde içeriklerini tespit edip en uygun biçim yüksekliğini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Bitkiler 10, 20, 30, 40, 50 ve 60 cm yükseklikten biçilip silaj yapılmıştır. Yapılan çalışmanın sonuçlarına göre kuru madde verimleri 40 cm ve üzeri hasatlarda düşmeye başlamıştır. Silajın NDF, ADF ve ADL oranları biçim yüksekliklerinin artışlarına bağlı olarak düşerken, sindirilebilir besin madde miktarı ile laktasyon dönemi net enerji değerleri ise artış göstermiştir. Silaj için en uygun pH 30 cm yükseklikten hasat edilen bitkilerde belirlenmiştir. Sonuç olarak *Sorghum bicolor* bitkisinin silaj amaçlı yetiştiriciliğinde en uygun hasat yüksekliğinin 20-40 cm arası olduğu tespit edilmiştir (Granados-Niño, 2021).

Hayvancılık yapan işletmelerin birçoğu yaz ortasından sonuna kadar kaliteli kaba yem sıkıntısı yaşamaktadır. *Sorghum sudan* otu ve *sorghum sudan* otu melezleri ise çok yönlü ve çok amaçlı yetiştiriciliği yapılan bitki türleridir. Üreticiler yaz dönemindeki silaj, otlama, yeşil ve kuru ot ihtiyaçlarını yazlık tek yıllık buğdaygillerle karşılamaktadırlar. Yaz döneminde çok yıllık bitkiler elverişsiz dönemde verim ve kalite anlamında sorun yarattığı için üreticiler bu dönemde tek yıllık yazlık buğdaygil yem bitkilerini programa dahil etmektedirler (Beuerlein vd., 1968; Bhatt, 1995; Creel ve Fribourg, 1981; Fribourg, 1995; Shehu vd., 1999). *Sorghum* çeşitlerinde çevre faktörleri, farklı hasat uygulamaları ve azotlu gübre uygulamaları kuru madde verimi ile kimyasal kompozisyonları üzerine önemli etkiler göstermektedir (İptaş ve Brohi, 2003). Farklı hasat uygulamalarının kuru madde verimlerine olan etkileri birçok çalışmada ortaya çıkarılmıştır (Beuerlein vd., 1968, Clapp ve Chamblee, 1970; Escalada ve Plucknett, 1977; Creel ve Fribourg, 1981; Sharma ve Rathim, 1985). Genel olarak daha sık hasat ile daha kısa anız yüksekliği kuru madde verimini yükseltmektedir (İptaş ve Brohi, 2003). Yapılan çalışmalara göre anız yüksekliğinin düşmesine bağlı olarak kardeşlenme ve yem veriminin arttığı gözlenmiştir (Burger ve Hittle, 1967; Bebawi, 1988). Buna göre 1995-1996 yıllarında Tokat'ta yürütülen araştırmada farklı biçim sayısı (1, 2. ve 3. kez biçim) ve anız yüksekliklerinin (7 cm, 14 cm ve 21 cm) *Sorghum sudan* ot *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf ve *sorghum sudan* otu melezinin *Sorghum bicolor* (L.) Moench ot verimi ve kalitesi üzerine olan etkileri incelenmiştir. Yapılan çalışmanın sonuçlarına göre biçim sayısı ve anız yüksekliğinin artışına bağlı olarak kuru madde verimlerinde düşüşler gözlenmiştir. Biçim sayısı ve anız yüksekliğinde meydana gelen değişimler otun ham protein içeriğinde istatistiki olarak önemli değişimlerle yol açmamıştır. Buna göre en yüksek kuru madde verimleri 7 ve 14 cm yükseklikten bir kez biçilen parsellerde tespit edilmiştir (İptaş ve Brohi, 2003).

Brezilya'nın güney bölgesi gibi subtropikal bölgelerde yaz döneminde kuraklığa bağlı olarak bitkisel üretimde ciddi verim kayıpları yaşanmaktadır (Gomes vd., 2015). Dolayısıyla bu bölgelerde yaşayan insanlar bitkisel üretimde sıcaklık ve kuraklığa dayanıklı *Pennisetum americanum* (L.), *Sorghum bicolor* ve *Sorghum sudanense* gibi adaptasyon kabiliyetleri yüksek olan bitkilerin yetiştirilmese yönelmişlerdir (Zegada-Lizarazu vd., 2012). Dolayısıyla Brezilya'da 2015-2016 yıllarında *Pennisetum americanum* (L.), *Sorghum bicolor* ve *Sorghum sudanense* türlerinin farklı biçim ve anız yüksekliklerine göre otun verim ve kalite değerlerine olan etkilerini araştırmışlardır. Biçim yüksekliği olarak 50 cm ve 85 cm anız yüksekliği olarak ise 20 cm ve 10 cm olarak belirlenmiştir. Biçim yüksekliği ile anız yüksekliğine bağlı olarak ot verimlerinde ve besin madde kompozisyonlarında değişimler gözlenmemiştir (Comasseto vd., 2020).

Sorgum sudan otu çeşitleri kurak ve yarı kurak alanlarda; kuraklığa daha dayanıklı olması, farklı dönemlerde birden fazla biçim ve otlatma yapılabilmesi, yeşil ot-kuru ot ve silaj olarak kullanılabilmesi ve üretmiş olduğu toplam biomass miktarından dolayı mısırdan daha fazla tercih edilmektedir (Acar vd., 2003). Bu amaçla Konya'da 2003 yılında yürütülen araştırmada farklı biçim dönemlerine göre sorgum sudan otu melezi çeşitlerinde verim ve bazı tarımsal özellikler üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Biçim dönemi olarak dört farklı gelişim döneminde (bitkiler 1,5 m boya ulaştığında, 2-2,5 m boya ulaştığında, çiçeklenme başlangıcında ve tam çiçeklenmede) ikişer kez biçim yapılmıştır. Yürütülen araştırmanın sonuçlarına göre bitkinin gelişiminin ilerlemesine bağlı olarak metre karedeki sap sayı ve yaprak oranında düşüşler olurken, bitki boyu, yaprak sayısı, sap oranı, kuru madde oranı, yeşil ot verimi ve kuru ot verimlerinde artışlar olmuştur. En uygun biçim zamanının ise bitkiler 250 cm boya ulaştığında yapılan hasatlarda belirlenmiştir (Akbudak vd., 2004).

Ülkemiz hayvancılık potansiyeli oldukça iyi durumda olmasına rağmen hayvan başına düşen verim oldukça düşük seviyelerdedir. Bunun nedenleri arasında hayvan ırklarımızın düşük verimli olması ve kaba yem kaynaklarının yetersiz ve uygun olmayan kullanımları sonucu kaliteli kaba yem açığıdır. Kaba yem kaynakları içerisinde çayır ve meralarımızın amacına uygun olmayan kullanımları sonucu verim güçlerini kaybetmişlerdir. Özellikle son 50 yılda çayır ve mera alanlarımızda %70'e varan düşüşler gerçekleşmiştir. Bu azalmanın nedenlerinden biri tarımsal mekanizasyon gelişmesine bağlı olarak mera alanlarının tarım arazilerine dönüştürülmesidir (Salman ve Budak, 2015). Bir diğer neden ise yaklaşık olarak 1,5 milyon hektara yakın alan orman içi meraların ağaçlandırma faaliyetlerine dahil edilerek orman sınırlarına dahil edilmelidir (Balabanlı vd., 2006). Hayvancılık için gerekli olan kaliteli kaba yem temini için mera alanlarının ıslahı ve yönetim ilkelerine uygun kullanılması ve tarım alanlarında yem bitkileri ekim alanlarının artırılması gerekmektedir. Yaz vejetasyonun elverdiği bölgelerde ikinci ürün yem bitkisi yetiştiriciliği kolaylıkla yapmak mümkündür. Bu bitkilerin başında da

sorgum çeşitleri gelmektedir. Sorgum ve sorgum x sudan otu melezi bitkileri kuraklığa ve yüksek sıcaklıklara daha dayanıklı olması, birden fazla biçim ve otlatma olanağı sağlaması, besleme değerinin mısıra yakın değerlere sahip olması, birim alanda daha fazla verim vermesi ve birim alandan daha fazla sindirilebilir besin maddesi üretmesi gibi nedenlerden dolayı benzer ekolojilerde bu bitkinin önemini daha da artırmaktadır (Çiğdem ve Uzun, 2006). Sorgum çeşitlerinde yazın sıcak dönemlerinde hayvan için kaliteli ve besleyici yem kaynağı konumundadır (Heath vd., 1985). Birim alanda mısıra göre daha verimli olması nedeniyle daha fazla tercih edilmektedir (Açıkgöz, 1991). Bundan dolayı 2013 yılında İzmir'in Bayındır ve Ödemiş ilçelerinde farklı sorgum sudan otu melezi çeşitlerin (Nutri Honey, Aneto, Greengo ve Gardavan) agronomik özelliklerine belirlemek amacıyla çalışma yürütülmüştür. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre her iki lokasyonda da yeşil ot ve kuru madde verimi açısından Greengo ve Garvadan çeşitlerinde en iyi sonuçlar elde edilirken, Nutri Honey çeşidi verim değerleri açısından beklenenin altında kalmıştır (Salman ve Budak, 2015).

Dünyada yaklaşık 150 böcek türünün sorguma zarar verdiği bildirilmiştir. Bunlardan sorgum sürgün sineği (*Atherigona soccata*), sorgum sap kurdu (*Chilo partellus*), sorgum yeşil yaprak biti (*Schizaphis graminum*), sorgum sineği (*Stenodiplosis sorghicola*), şeker kamışı aphidi (*Melanaphis sacchari*), mısır piresi (*Peregrinus maidis*), kırmızı örümcek (*Oligonychus* spp.), güz tırtılları (*Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera exempta*, *Mythimna separata*), sorgum sineği (*Stenodiplosis sorghicola*), yeşil kurtlar (*Helicoverpa armigera*, *Heliothis zea*, *Eublemma silicula*) ve sorgum ağ kurdu (*Nola sorghiella*) en önemli zararlı böcek türleridir (Munson vd., 1993; Wu ve Huang, 2008; Damte vd., 2009; Guo vd., 2011; Sharma vd., 2017).

Sorgum sürgün sineği (SSS), sorgum sineği ve sorgum sap kurdunun Afrika'nın bazı ülkelerinde sorgum bitkisine %85'i aşan zarara neden oldukları rapor edilmiştir (Okosun, 2021). Texas'ta sorgum yetiştiricilerinin çoğu, sorgum zararlıları ile entegre mücadele (IPM) hakkında bültenler, afişler, kısa kurslar, seminerler ve toplantılar yardımıyla bilgilendirilmiştir. Sorgum zararlılarının entegre mücadelesinde en fazla kullanılan yöntem kültürel önlemlerinin örneğin; tohum çimlenmesi ve fide büyümesini teşvik etmek için tohum yatağının hazırlanması, münavebe ve ekim nöbetinin uygulanması, uygun gübrenmesi, toprak işlenmesi ve zararlılara karşı dayanıklı sorgum çeşitlerinin kullanılması gibi olduğu oraya konulmuştur. Sorgum yetiştiricilerinin yaklaşık %80'i keşif ve ekonomik eşikler yöntemi kullanırken, ancak yaklaşık olarak %40-60'ı zararlı böceklerin mücadelesinde pestisit uygulamıştır (Pendleton vd., 2000).

Eklembacaklılar, biyotik faktörler arasında sorgum verimini artırmada ciddi zorluk oluşturmaktadırlar. Sorgumda zararlı böceklerin sorununun gidermesi için çeşitli değişkenler katkıda bulunmaktadır. Bu değişkenlerden en önemlisi böceklerin büyümesine, üremesine ve gelişmesine daha elverişli hale getirmek için çevrenin değiştirilmesinin yanı sıra geleneksel

kültürel önlemlerdir. Sorgumda zararlı böceklerle entegre mücadelenin ilk adımı yerel yetiştirme koşullarına iyi uyan zararlılara dayanıklı çeşitlerin seçilmesidir (Sohani vd., 2022). Şeker kamışı aphidi, *Melanaphis sacchari* (Zehnter) (Hemiptera: Aphididae)'nin ABD'nin farklı eyaletlerinde yetiştirilmiş olan sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)'un önemli bir zararlı böceğin olduğu bildirilmiştir (Carey, 2019). Tarım ekosistemi yeniden dengelemek için, geleneksel mücadele yönetimi uygulamalarına dayalı olarak sorgum zararlı böcekleri için kapsamlı bir entegre mücadele yönetim sisteminin geliştirilmesi gerektiğini bildirilmiştir. Bu yönetim sisteminde böcek-bitki direnci, kültürel önlemler ve biyolojik mücadele yönteminin kapsadığı söylenmiştir ve pestisitlerin sadece kesinlikle gerektiğinde kullanılmasını rapor edilmiştir (Leuschner vd., 1985). Mısır sap kurdu sadece tahıl amacıyla yetiştirilen mısır ve sorgum için zararlı değil, aynı zamanda yem bitkisi amacıyla yetiştirilen mısır ve sorgum bitkileri için de büyük bir tehdittir. Mısır sap kurdu sorgum ve mısır gibi tarla bitkilerinde %50-70 oranıyla verim kayıplarına neden olduğu saptanmıştır (Khan, 2019).

Sorgum afidi (SA), *Melanaphis sorghi*, (daha önce şekerkamışı afidi, *Melanaphis sacchari* olarak bilinen), 2013 yılında Beaumont, Texas yakınlarında tahıl amacıyla yetiştirilen sorgumda ilk bulunduğundan beri ekonomik olarak zararlı bir böcek türü olmuştur (Armstrong vd., 2015).

Dünya çapında sorgum sineği (*Contarinia sorghicola*) sorgum bitkisinin en yaygın ve önemli zararlı böcek türlerinin içinde yer aldığını rapor edilmiştir. Bunun yanı sıra, *Spodoptera exempta* (Brown ve Dewhurst, 1975), *Schistocerca gregaria*, *Locusta migratoria* ve *Nomodacris septemfasciata* zararlı böcek türlerinin sorgum tarlasında bulunduğu bildirilmiştir. Ayrıca sorgum sürgün sineği (*Atherigona soccata*), sorgum sap kurdu (*Chilo partellus*), mısır sap kurdu (*Busseola fusca*), *Sesamia* spp ve şeker kamışı sap kurdu (*Eldana saccharina*) gibi böcek türlerinin sorgumda zarar meydana getirdiği tespit edilmiştir (Davies, 1982).



3. GEREÇ VE YÖNTEM

Araştırma, şeker sorgum ve SSM çeşitlerinde farklı biçim yüksekliği uygulamaları ve belirli aralıklarla alınan köklü bitki örnekleriyle, toprak altı ve toprak üstü kütle verimi, büyüme seyri ve mineral içeriği, HCN kapsamı, C/N kullanım etkinliği, yem kalitesi ve zararlı böcek varlığı ve değişimi ile bitkilerin morfolojik ve fizyolojik gelişimlerinin hiperspektral ölçümlerle belirlenmesi amacıyla 2020 ve 2021 yılları yazlık ana ürün yetiştirme mevsiminde Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma alanında yürütülmüştür.

3.1 Deneme Alanının Toprak Özellikleri

Deneme alanına ait toprak analizleri Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde (ÇOBİLTUM) yaptırılmıştır. Yapılan analiz sonuçlarına göre deneme alanın toprakları killi-tınlı bünyeye sahip olup, toprak reaksiyonu açısından nötr karakterdedir. Topraklar orta kireçli, organik madde bakımından orta, fosfor içeriği orta ve potasyum bakımından noksan olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. Deneme alanına ait toprak özellikleri

	İşba (%)	pH	E.C. (mS/cm)	Kireç (%)	Organik madde (%)	P (kg/da)	K (kg/da)
Örnek 1	70	7,50	0,85	8,65	1,89	2,95	80,36
	Killi-tınlı	Hafif alkali	Tuzsuz	Orta kireçli	Az	Az	Az
Örnek 2	65	7,35	0,88	7,69	1,95	2,45	75,69
	Killi-tınlı	Nötr	Tuzsuz	Orta kireçli	Az	Az	Az
Örnek 3	68	7,31	0,95	9,16	1,78	3,10	86,35
	Killi-tınlı	Nötr	Tuzsuz	Orta kireçli	Az	Az	Az
Ortalama	67,7	7,39	89,3	8,50	1,87	2,83	80,80
	Killi-tınlı	Nötr	Tuzsuz	Orta kireçli	Az	Az	Az

3.2 Deneme Alanının İklim Özellikleri

Projenin yürütüldüğü Çanakkale ili Türkiye'nin kuzeybatısında Avrupa ve Asya kıtalarını birbirinden ayıran ve kendi adını taşıyan Boğaz'ın iki yakasında kurulmuştur. Balkan Yarımadası'nın Doğu Trakya topraklarına bağlanmış Gelibolu Yarımadası ile Anadolu'nun batı uzantısı olan Biga Yarımadası üzerinde toprakları bulunmaktadır. Avrupa ve Asya'da toprakları bulunan Çanakkale, Edirne, Tekirdağ ve Balıkesir il sınırları ile çevrilidir. Çanakkale 25°40'27"30' doğu boylamları ve 39°27'40"45' kuzey enlemleri arasında 9.933 km²'lik bir alanı kapsamaktadır. Topraklarının büyük bir kısmıyla Marmara Bölgesinin Güney Marmara bölümüne, çok az bir kısmı ise Ege Bölgesine dahil olmaktadır. İlin toplam kıyı uzunluğu 671 km'dir. İklimi bulunduğu yer nedeniyle geçiş iklimi özellikleri göstermektedir. Genel olarak Akdeniz iklimi özelliklerini taşımaktadır. İli genel olarak kuzeyde bulunması nedeniyle kışları ortalama sıcaklık daha düşüktür. En düşük sıcaklık -4,2 °C ile Şubat ayı, en yüksek sıcaklık +35,8 °C ile Ağustos aylarında görülmektedir. Yıllık sıcaklık ortalaması 14,7, ortalama nem oranı ise %72,6'dır. İl genelinde yılın büyük bir bölümünde rüzgârlı gün sayısı egemen olmaktadır. Yıllık egemen rüzgâr kuzey rüzgârlarıdır. En çok, poyraz, yıldız, lodos, kible eser. Yaz aylarında yağış miktarı oldukça düşüktür. Yağışların en fazla görüldüğü aylar aralık, ocak ve şubat'tır. Ortalama karla kaplı gün sayısı en fazla 8 gün'dür (Anonim, 2022). Uzun yıllara ait yıllık ortalama toplam yağış 620,4 mm, aylık ortalama sıcaklık 15,09 °C'dir. Araştırmanın yürütüldüğü 2020 ve 2021 yıllarına ait yıllık ortalama toplam yağış miktarları 457,2 mm ile 753,3 mm olarak gerçekleşmiştir. Buna göre araştırmanın yürütüldüğü il yıl (2020) düşen yağış miktarı uzun yıllar (1937-2019) düşen yağış miktarının altında kalmıştır. Fakat çalışmanın ikinci yılında (2021) düşen yağış miktarı ise hem uzun yıllar hem de araştırmanın birinci yılında düşen yağış miktarının üzerinde gerçekleşmiştir.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından Çanakkale ilinin uzun yıllar sıcaklık ortalaması 15,09 °C olarak verilmiştir. Deneme yıllarının ortalama sıcaklıkları 2020 yılında 17,01 °C ve 2021 yılında 17,58 °C olmak üzere uzun yıllar ortalamasının üzerinde yer almıştır. Denemenin yürütüldüğü 6 aylık dönemdeki (Mayıs başı-Ekim sonu) uzun yıllar ait toplam yağış miktarları 149,9 mm'dir. Araştırmanın ilk yılında bu dönemlerde düşen yağış miktarı 157,5 mm iken, ikinci yılda ise 201,2 mm yağış düşmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü dönemlerde düşen toplam yağış miktarları uzun yılların üzerinde gerçekleşmiştir. En yağışlı aylar Aralık, Ocak ve Şubat ayları olurken, en kurak aylar ise Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları olmuştur. Yine bu dönemlerde uzun yıllara ait ortalama sıcaklık 21,16 °C olarak gerçekleşmiştir. Fakat araştırmanın birinci (23,15 °C) ve ikinci yılına (23,62 °C) ait ortalama sıcaklık değerleri uzun yılların üzerinde gerçekleşmiştir. En soğuk aylar Ocak ve Şubat, en sıcak aylar ise Temmuz ve Ağustos ayları olarak tespit edilmiştir (Tablo 3.2).

Tablo 3.2. Çanakkale'nin deneme yılları ile uzun yıllara ait iklim verileri

Aylar	Toplam yağış (mm)			Ortalama sıcaklık (°C)		
	UY*	2020	2021	UY*	2020	2021
Ocak	93,2	57,2	165,3	6,18	7,30	9,80
Şubat	72,1	48,0	124,7	6,72	9,70	9,10
Mart	66,9	24,3	74,0	8,33	11,70	9,20
Nisan	45,7	55,7	40,4	12,54	12,30	13,10
Mayıs	30,1	54,6	57,3	17,51	18,20	19,90
Haziran	24,6	38,8	57,1	22,21	22,60	24,10
Temmuz	11,7	0,1	2,0	25,02	27,00	28,20
Ağustos	6,6	3,2	0,0	24,98	27,10	28,30
Eylül	22,8	9,5	8,9	21,05	24,70	23,10
Ekim	54,1	51,3	75,9	16,18	19,30	18,10
Kasım	85,7	0,7	26,7	12,05	12,70	15,80
Aralık	107,0	113,8	121,0	8,34	11,50	12,20
Top./Ort.	620,4	457,2	753,3	15,09	17,01	17,58

*UY: Uzun yıllar (1937 ile 2019 yılları arası 82 yıllık verileri kapsamaktadır).

3.3 Deneme Kullanılan Bitki Materyali

Araştırmada materyal olarak ikişer adet şeker sorgum ve sorgum sudan otu melezi (SSM) eşitleri kullanılmıştır (Tablo 3.3). şeker sorgum eşitleri Nebraska Üniversitesinde geliştirilmiş ve lkemizde Yücel vd. (2017) tarafından yürütülen araştırma sonucunda ümitvar olarak görülen çeşitler içerisindedir. SSM eşitleri ise ülkemizde yetiştirilen tescilli eşitlerdendir.

Tablo 3.3. Araştırmada kullanılan çeşitler ve zellikleri

Tr	eşitler	İslahı Kuruluş	retim Amacı	Olgunlaşma
şeker sorgum	Topper-76	Nebraska Uni.	şurup, etanol	Orta geci
şeker sorgum	M81-E	Nebraska Uni.	şurup, etanol, silaj	Geci
Sorgum x sudan otu	Nutri Honey	Alfa Tohum	Ot ve otlatma	Orta erkenci
Sorgum x sudan otu	Nutrima	Royal Agrolife	Yeşil ot, silaj, otlatma	Geci

3.3.1 şeker Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)

şeker sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) yüksek şeker verimine sahip olup, aynı oranda hem çözünebilir (glikoz ve sükroz) hem de çözünemeyen (selüloz ve hemiselüloz) karbonhidratlar içerdiğinden dolayı biyoetanol için iyi bir substrat maddesine sahip olduğu kabul edilir (Gnansounou vd., 2005; Kim ve Day, 2011). şeker sorgum buğdaygiller familyasına ait olup, bitki boyu 4 metreye kadar boylanabilmektedir. Diğer buğdaygiller gibi saçak kök sistemine sahip olup, uygun yetiştirme koşullarında yüksek oranda dal oluşturmaktadırlar. Kardeşenme yeteneğine sahip olup, daha sonra her kardeşten bir kök geliştirmektedir (El Bassam, 2010; Dar vd., 2018).

Gövdesi kolay fermente olabilen yüksek oranda şeker içerdiğinden dolayı bitkinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Olgunlaşmış şeker sorgum ağırlık olarak yaklaşık %75 kamış, %10 yaprak, %10 kök ve %5 tohumdan oluşmaktadır (Kim ve Day, 2011). şeker sorumu C4 bitkisi olup, kurak koşullarda atmosferik karbondioksiti (CO₂) şekere dönüştüren en verimli bitki olarak karşımıza çıkmaktadır (El Bassam, 2010). “ln şeker kamışı” veya “deve bitkisi” olarak tanımlanmaktadır (Sanderson vd., 1992).

Tropikal, subtropikal ve sıcak bölgelerde kolaylıkla yetişebilmesine rağmen, en uygun yetişme alanı dünyanın yarı tropik bölgeleridir (Borghini vd., 2013; Cosentino vd., 2012). Şeker sorgumunun adaptasyon kabiliyeti yüksektir. Adaptasyon kabiliyeti oldukça yüksektir. Aşırı nemli koşullara mısır dahil olmak üzere tahıllara göre dayanıklılığı daha yüksektir (Blum ve Sullivan, 1985). Sorgum, buğday, pirinç, mısır ve arpadan sonra dünyadaki beşinci önemli tahıl bitkisidir (Cifuentes, 2014).

Şeker sorgum, pH değeri 5,0-8,5 (Smith, 2000) ve orta-yüksek besleme özelliğine sahip ($N \geq 260$, $P \geq 12$ ve $K \geq 120$ kg/ha) ile ağır killi topraklardan hafif kumlu topraklara kadar çok çeşitli toprak koşullarına toleransı oldukça yüksektir. Mısır kadar etanol üretimi için toplam azotun %50'sinden daha azına ihtiyaç duyar (Anderson vd., 1995) ve kuru madde veriminde hiçbir fark olmaksızın toplam nitrojenin %62'sini giderebilir (Bean vd., 2008). En uygun toprak istekleri organik madde $> \%0,6$, derinlik > 80 cm, kütle yoğunluğu $< 1,4$ Mg m⁻³ ve su tutma kapasitesi $>$ tarla kapasitesinin %50'sinin üzerinde olması gerekmektedir (El Bassam, 2010). Bitki 900-1500 m rakımda yetişmektedir fakat 2500 rakımlarda bile ürün verebilmektedir. Vejetasyon süresi 120-150 gün arasındadır. Bitki 12-37 °C yetişebilirken, en uygun fotosentez sıcaklık isteği 32-34 °C, 10-14 saat gün uzunluğu ve %15-50 bağıl neme ihtiyaç duymaktadır (El Bassam, 2010). Mısıra kıyasla daha az su ihtiyacı bulunmaktadır (Olukoya vd., 2015). Şeker sorgum kısa gün bitkisi olmakla beraber çeşitlere gün gün uzunluğuna verilen tepkiler farklı göstermektedir (Almodares, 2000; Rezaie vd., 2005).

Bitki özsuğu şeker bakımından oldukça zengindir. Bileşiminde %43-58 çözünür (sükroz, glikoz ve fruktoz) ve %22,6-47,8 çözünmez (selüloz ve hemiselüloz) şekerler ihtiva etmektedir. Bununla beraber arabinoz, galaktoz, mannoz, sorboz ve ksiloz gibi diğer bazı şekerleri de içermektedir (Kaur vd., 2010). Özsuğundaki şeker içeriğine genetik, iklim ve toprak faktörleri etki etmektedir. Bitkinin şeker içeriğinin en yüksek olduğu dönem çiçeklenme öncesi dönemdir (16–23°Brix). Bu bakımdan şeker amacıyla yetiştiricilikte bu dönemde hasat edilmesi önerilmekte, aksine hasadın gecikmesi durumunda şeker içeriğinde %20-25 oranında düşüşler olmaktadır (Amaducci vd., 2004). Şeker sorgum suyunun içeriği Tablo 3.4'te verilmiştir (Mamma vd., 1995). Şeker sorgum suyu Ca, Mg, S, Zn, Fe, Mn, Cu, K ve Na gibi mineraller açısından oldukça zengindir. Bitkinin sapslarından su çıkarıldıktan sonra geriye küspesi kalmaktadır. Küspesi ise %35-50 selüloz, %20-30 hemiselüloz ve %15-25 lignin içermektedir (Mamma vd., 1995; Grassi vd., 2002). Küspe %55 glukan (selüloz), %20 ksilan, %2 arabinan ve %1,5 kül içerdiği tespit edilmiştir (Claassen vd., 2004) (Tablo 3.4).

Tablo 3.4. Şeker sorgum özsuyunun içeriği

Özellik	Değer
pH	4.9–5,5
Toplam şeker (g/L)	173,02
Brix (°Brix)	10,5–20,7
Sükroz (%)	69–74
İndirgeyici şeker	(%) 5–19
Nişasta (%)	0,4–5,3
Titre edilebilir asitlik	3,6–4,8
Akonitik asit (%)	3,6–4,8
Protein (%)	0,9–1,3
Fermente olabilir nitrogen(mg/L)	626,38
Amonyum iyonları (ppm)	21,4
Nitrit iyonları (ppm)	4,4
Toplam fosfor (ppm)	20
Toplam potasyum (ppm)	1790
Toplam sodyum (ppm)	170
Toplam sülfür (ppm)	120
Toplam kalsiyum (ppm)	166
Toplam magnezyum (ppm)	194
Toplam çinko (ppm)	1.4
Toplam demir (ppm)	2
Toplam mangan (ppm)	3
Toplam bakır (ppm)	0,3

3.3.2 Sorgum Sudan otu (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.)

Sorgum buğdaygiller familyasında ait olup tropikal bir bitkidir. Yaz döneminde hayvanlara yeşil kaba yem imkânı sunmaktadır. Ot verimi ve otunun lezzetliliği üst seviyededir. Uzun boylu olması ve fazla kardeş oluşturmamasından dolayı ot verimleri yüksektir. Tane sorgumun sudan otu ile yapılan melezleri sonucu sorgum*sudan otu melezi ortaya çıkmıştır (Açıkgöz, 2001). Sorgum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) dünyada gıda ve endüstride kullanılan en önemli bitkilerin başında gelmektedir (Rooney ve Waniska, 2000). Bunun yanında insan ve hayvan beslenmesinde, yapı malzemesinde, lif ve çit kaynağı olarak kullanım alanları mevcuttur (Doggett, 1988; House, 1985). Üretilen sorgumun %35'i insan beslenmesinde kullanılmakta olup, geriye kalanı hayvan besleme, alkol üretiminde ve endüstride kullanılmaktadır (FAO,

1995; Awika and Rooney, 2004). Afrika, Asya ve Latin Amerika'nın yarı kurak tropik bölgelerinde yaşayan 750 milyona yakın insanın beslenmesinde rol alan ana tahıl bitkisidir (CCCF, 2011).

Tarımda yetiştiriciliği yapılan sorgumlar, tane sorgum, silaj otu, şeker sorgum şeklinde alt sınıflara ayrılmıştır (Berenji ve Dahlberg, 2004). Dünyada 700'den fazla sorgum varyetesi tanımlanmıştır (Kangama ve Rumei, 2005). Sorgum C4 bitki gurubunda yer almaktadır. Özellikle 400-600 mm yağış alan sıcak, yarı kurak alanlarda diğer tahıllara göre uyum yeteneği üst seviyededir. Kurak dönemlerde terleme ile su kaybını azaltmak için yapraklarını kıvrırmaktadır. Kuraklık devam ettiği durumlarda ölüm yerine, uyku durumuna geçmektedir. Buharlaştırma ile su kaybını en aza indirmek için yaprak yüzeyleri mumsu kutikula tabakası ile kaplıdır (Ramatoulaye vd., 2016).

Sorgum sıcak bölgelerde dağılım göstermekte olup, deniz seviyesinden 2300 metreye kadar yetişebilmektedir. Sorgumdan yüksek tane verimi almak için ortalama hava sıcaklığının en az 25 °C olması gerekmektedir (Ramatoulaye vd., 2016). Bitkinin toprak üstü bioması oldukça yüksek olup, 6 metreye kadar boylanabilmektedir (Dicko vd., 2005). Kökleri derinlere kadar inebilmekte ve çok fazla toprak altı biomas oluşturmaktadır. Yaprakları uzun (0,3-1,4 m) ve geniştir (1-13 cm). Fenolik bileşikler bakımından tahıllar içerisinde en zengin olan bitkidir ve bu oran %6'ya kadar ulaşabilmektedir (Beta vd., 2000; Dicko vd., 2005; Awika ve Rooney., 2004).

Sorgum çok çeşitli çevre şartlarına adaptasyonu üst seviyededir. Düzensiz yağış dağılımı ve yüksek hava sıcaklıklarındaki yüksek veriminden dolayı olağanüstü bitki olarak adlandırılmaktadır (Almeida Filho vd., 2014; Griebel vd., 2019). Sorgum yarı kurak alanlarda tuz toleransı, ozmotik basıncını ayarlayarak su stresine dayanımı, hayvan besleme için yüksek enerji içeriğine sahip biomass üretimine sahip karakteristik özellikleri mevcuttur (Buso vd., 2011; Vanamala vd., 2018).

Sorgum hayvancılık işletmelerinde yüksek besin değeri ve verime sahip yem üretmesinden dolayı yem maliyetlerini en aza indirecek alternatif bir yem bitkisi olma konumundadır (Avelino vd., 2011; Alves vd., 2012; Griebel vd., 2019).

Yaz döneminde uygun koşullar altında yapılan yetiştiriciliklerde hektara yaklaşık olarak 10 tonun üzerinde verim vermektedir (Jardim vd., 2020). Sorgum gelişmiş ülkelerde hayvansal üretimde yem kaynağı olarak kullanılırken, gelişmekte olan ülkelerde insan beslenmesinde de kullanılmaktadır (Ribas, 2008; Fornasieiri Filho ve Fornasieiri, 2009). Et hayvancılığı sektöründe tek mideli ruminant hayvanların diyetinde önemli bir yer almaktadır (Jardim vd., 2020). Çin, Hindistan, ABD, İran, İtalya ve İspanya gibi ülkelerde biyoyakıt üretiminde ve bu alandaki projelerde önemli yer tutmaktadır (Almodares vd., 2008).

3.4 Denemenin Kurulması ve Uygulanması

Araştırmada iki yılda da denemeye başlamadan önce tohumlar temin edilmiş ve deneme yeri ayrılmıştır. Tohum ekimi araştırmanın ilk yılında (2020) 16 Mayıs, ikinci yılında ise (2021) 5 Mayıs tarihinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1). Ekim öncesinde tav sulaması yapılmış, sonrasında pullukla derin sürülmüştür. Akabinde kültivatör ve diskaro çekilerek tohum yatağı hazırlanmıştır (Şekil 3.2). Derin sürümden önce dekara 10'ar kg azot, fosfor ve potasyum gelecek şekilde kompoze gübre (15-15-15) atılıp toprağa karıştırılmıştır. Çıkiştan hemen sonra üst gübre olarak dekara 5 kg azot olacak şekilde amonyum sülfat verilmiştir (Avcioğlu vd., 2009). Gübreleme öncesinde parsellerden toprak örnekleri alınıp analizleri yapılmıştır. Damla sulama yöntemi (Şekil 3.3) ile sulanan bitkilerde, sulamaya ekimden önce tav sulaması ile başlanmıştır. Sulama sıklığı hava sıcaklığı ve yağış durumuna göre ayarlanmıştır. Fakat genelde temmuz ve ağustos aylarında yaklaşık 7 gün ara ile sulama yapılmıştır. Deneme sürecinde çıkan yabancı otlar sıra üzerinde el ile yolunarak ve sıra arasında ise çapalanarak temizlenmiştir.

Projede belirtildiği gibi, şeker sorgum ve sorgum x sudanotu melezi (SSM) ayrı denemeler halinde yan yana kurulup yürütölmüştür. Her tür için deneme bölünmüş parseller deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Ana parselleri çeşitler, alt parselleri biçim yüksekliği uygulamaları oluşturmuştur. Şeker sorgum çeşitlerinde sıra arası 70 cm ve sıra üzeri 8 cm, SSM çeşitlerinde ise sıra arası 35 cm sıra üzeri ise 8 cm olacak şekilde ekim işlemleri gerçekleştirilmiştir (Orak ve Kavdır, 1994; Baytekin ve Şilbir, 1996; Baytekin vd., 1996; Kızıl ve Tansı, 1997; Mahmood ve Honermeier, 2012). Parseller 5 m uzunluğunda hazırlanmıştır. Şeker sorgum parselleri 4 sıra, SSM parselleri ise 6 sıra olacak şekilde düzenlenmiştir. Parseller arasında boşluk bırakılmamış, bloklar arasında 1 m mesafe bırakılmıştır. Araştırmada materyal olarak kullanılan şeker sorgum ve SSM çeşitleri ve bazı özellikleri Tablo 3.3'te verilmiştir.

Bitkiler planlanan biçim yüksekliklerine ulaştığında, orak ve biçim makinası ile 15 cm anız kalacak şekilde biçilmiştir.

Bitki örnekleme dönemlerinde parsel başlarından 50'şer cm'lik kısımlar kenar tesiri olarak atılmıştır. Parseller arasında boşluk bırakılmadığı için kenar sıralar da hasada dahil edilmiştir. Köklü bitki örneği için her parselin sağ tarafındaki 2 sıra kullanılmıştır. Dolayısıyla ot örnekleri için biçim şeker sorgumda 2 sırada, SSM'de ise 4 sırada gerçekleştirilmiştir. Buna bağlı olarak ortaya çıkan hasat alanları ise hem şeker sorgum (4 m sıra boyu x 2 sıra x 0,7 m sıra arası) hem de SSM'de (4 m sıra boyu x 4 sıra x 0,35 m sıra arası) 5,6 m² olmuştur. Arazide biçilen ot örnekleri yaş ağırlıkları alınmak üzere hemen el kantarı ile tartılmıştır (Şekil 3.4). Daha sonra bu yaş bitkilerden 1 kg'ın üzerinde olacak şekilde örnekler alınıp kese kâğıtlarına

konulmuş ve laboratuvara getirilmiştir. Örnekler laboratuvarda sap, yaprak ve salkımlarına ayrılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.1. Sulama boruları döşendikten sonra deneme alanının ekimi.



Şekil 3.2. Denemede parselasyon işlemi.



Şekil 3.3. Denemede sulama amacıyla kullanılan damla sulama sistemi.



Şekil 3.4. Parseldeki bitkilerin orak ile biçilmesi (solda) ve hasadı yapılan yaş bitki numunelerinin tartımı (sağda).



Şekil 3.5. Laboratuvarda sap, yaprak ve salkımlarına (püsküllerine) ayrılmış bitki numuneleri.

3.5 İncelenen Özellikler

3.5.1 Bitkisel Özellikler

3.5.1.1 Yeşil ot verimi (kg/da)

Bitki örnekleme dönemlerinde parsel başlarından 50'şer cm'lik kısımlar kenar tesiri olarak atılmıştır. Parseller arasında boşluk bırakılmadığı için kenar sıralar da hasada dahil edilmiştir. Bitkiler planlanan biçim yüksekliklerine ulaştığında, yukarıda belirtilen 5,6 m²'lik hasat alanı orakla veya proje kapsamında alınan biçim makinası ile 15 cm anız kalacak şekilde biçilip hemen tartılmıştır (Lang, 2001). Elde edilen değerler kg/da olarak parsel verimlerine çevrilmiştir.

3.5.1.2 Kuru ot verimi (kg/da)

Yeşil ot verimi ile kuru madde oranı çarpılarak elde edilip kg/da olarak hesaplanmıştır.

Kuru ot verimi (kg/da)= Yaş ot verimi (kg/da) X Kuru madde oranı (%)

3.5.1.3 Kuru madde oranı (%)

Arazide biçilen ot örnekleri yaş ağırlıkları alınmak üzere hemen el kantarı ile tartılmıştır. Daha sonra bu yaş bitkilerden 1 kg'ın üzerinde olacak şekilde örnekler alınıp kese kâğıtlarına konulmuş ve laboratuvara getirilmiştir. Örnekler laboratuvarda sap, yaprak ve salkımlarına ayrılarak önce havada, daha sonra 60°C'ye ayarlı kurutma fırınında ağırlık sabitleşinceye kadar (48 saat) kurutulup tartılmıştır (AOAC, 1990). Kurutulan örneklerin ağırlıkları yaş hallerine oranlanarak kuru madde oranları (%) belirlenmiştir.

Kuru madde oranı (%)=(Kuru ot verimi/ Yeşil ot verimi)*100

3.5.1.4 Yaprak, sap ve salkım oranı (%)

Biçim yüksekliklerine göre yapılan her hasattan sonra kuru madde oranını belirlemek için alınan yaklaşık 1 kg yeşil bitki örneği ile köklü bitki örnekleri kese kâğıtlarına konup laboratuvara getirilerek yaprak, sap ve salkım (oluşmuş ise) kısımlarına ayrılıp hem yeşil hem de kurutulmuş tartılmıştır. Tartım değerleri toplam ağırlığa bölünüp 100 ile çarpılmak suretiyle yaprak, sap ve salkım oranları tespit edilmiştir.

3.5.1.5 Kök miktarı (g/bitki)

Kök kütlelerinin ölçümü için ot hasadıyla beraber örnekleme için ayrılan bitki sıralarından, her seferinde sıra üzerindeki beşer bitki kökleri ile birlikte sökülüştür (Şekil 3.6). Sökümde iki sıranın ve iki bitkinin ortasından 30 cm derinliğinde kökler dikkatlice (dağılmadan) bel küreği ile toprakları ile birlikte çıkarılmış ve kökleri deneme alanı yanındaki su kanalında yıkanarak yaş ağırlıkları belirlemek için hemen tartılmıştır (Hu vd., 2018) (Şekil 3.7). Sonrasında önce havada daha sonra da fırında 60°C'de 48 saat kurutulup tartılmış ve sonuçlar bitki başına kök kütlesi (g/bitki) olarak kaydedilmiştir.



Şekil 3.6. Deneme alanında köklü bitki örneklerinin alınması.



Şekil 3.7. Köklü bitki örneklerinin yıkanmış (solda) ve kurumaya bırakılmış hali (sağda).

3.5.1.6 C ve N oranları (%)

Bitki örneklerinin C ve N oranları DAYTAM (Doğu Anadolu İleri teknoloji Enstitüsü Uygulama ve Araştırma Merkezi)'den hizmet alımı şeklinde yapılmıştır. Elementel analiz LECO marka CHNS-932 Analyzer cihazında yapılmıştır. Cihazın kalibrasyonu sülfametazin standardı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Numune 2 mg'dan az olacak şekilde terazi yardımıyla (Sartorius) kalay kapsülde tartılmış ve kapsül otomatik numune alma sistemine yerleştirilmiştir. Daha sonra bitki örneği otomatik numune alma sistemi aracılığıyla yanma reaktörüne (1050 °C) gönderilmiştir ve He taşıyıcı gazı eşliğinde O₂ ile yakılmıştır. Elementlerin % değerleri cihazın yazılımı tarafından otomatik olarak hesaplanmıştır (Kirsten, 1983).

3.5.1.7 Ham protein oranı (%)

Kurutulup öğütülerek analize hazır hale getirilen bitki örneklerinde Kjeldahl yöntemine göre toplam azot içerikleri belirlenmiştir. Ham protein içerikleri salisilik-sülfürik asit karışımı ile yaş yakmaya tabi tutulan örneklerde Kjeldahl yöntemi ile tespit edilmiştir (Bremner, 1960).

3.5.1.8 Ham kül oranı (%)

Kurutulup öğütülerek analize hazır hale getirilen bitki örneklerinden üçer gram tartılarak porselen kroze konmuş ve 550°C'ye ayarlı fırında beyaz kül elde edilinceye kadar yakılmıştır. Yakma işlemi tamamlandıktan sonra çıkarılıp tartılmış ve ilk ağırlıkla son ağırlık arasındaki fark toplam kül oranı olarak ele alınmıştır (AOAC, 1990).

3.5.1.9 Ham yağ oranı (%)

Kurutulup öğütülerek analize hazır hale getirilen bitki örneklerinde ham yağ analizleri AOAC (2000) tarafından belirtilen analitik yöntemlerle yapılmıştır.

3.5.1.10 Tanen, NDF, ADF ve ADL oranları (%)

Yapısal karbonhidrat sınıflarına (NDF, ADF, ADL) ilişkin analizler Van Soest vd. (1991) ve tanen analizleri ise Makkar vd. (1995) tarafından önerilen yöntemlere göre yapılmıştır.

3.5.1.11 Mineral element içeriği (%)

Deneme alanından alınan bitki örneklerinde, bitki ve hayvan beslenmesi için önemli olan Ham kül ve mineral element analizleri yapılmıştır. Ham kül analizleri için öğütülen kuru

örneklerden üçer gram tartılarak porselen krozeeye konmuş ve 550°C'ye ayarlı fırında beyaz kül elde edilinceye kadar yakılmıştır. Yakma işlemi tamamlandıktan sonra çıkarılıp tartılmış ve ilk ağırlıkla son ağırlık arasındaki fark toplam kül oranı olarak hesaplanmıştır (AOAC, 1990). Makro ve mikro element (P, K, Ca, Mg, Na, Pb, B, Cd, Zn, Cu, Ni, Co, Fe, Cr ve Mn) analizleri Keşan Ticaret Borsa'sından hizmet alımı şeklinde ICP-OES cihazında yapılmıştır (Wolf vd., 2003).

3.5.1.12 HCN içeriği (%)

Bitkilerin HCN içeriğinin analizi yüksek maliyet getirdiği için sadece biçim uygulamaları sonucu alınan bitki örneklerinde ve üç tekerrürde yapılmıştır. Bu amaçla analiz için hazırlanan örnekler Spektrofotometrede 510 nm dalga boyunda okutulurak aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Bradbury vd., 1999).

Toplam Hidrosiyanik asit içeriği (mg/kg) =396*absorbans okuma değeri

3.5.2 Hiperspektral ölçümler

Yukarıda bahsedilen ölçümlere paralel olarak yapılan bu ölçümler, 350-2500 nm dalga boyu aralığında ölçüm yapabilmeye özelliği olan Analytical Spectral Devices (ASD) marka seyyar arazi spektrometresi ile gerçekleştirilmiştir. Hiperspektral ölçümler, bitkinin belirlenen biçim yüksekliklerine geldiği zamanlarda gerçekleştirilmiştir. Ölçümler aktif sistem olan temaslı duyarğa (contact probe) ve bulutsuz hava koşullarında pasif sistem olan tabanca (pistol grip) ile yapılmıştır. Bitkiden ölçümlere başlamadan, "Kör Nokta Düzeltmesi" ile "Optimizasyon ve Beyaz Referans" kalibrasyonu işlemleri gerçekleştirilmiştir. Ölçüm ve kalibrasyon işlemleri, hedefin (yaprak ve beyaz cisim) üzerinden, aynı mesafeden ve nadirden olacak şekilde yapılmıştır. Bir spektral ölçümde her ölçüm için en az 10 yineleme gerçekleştirilmiş ve elde edilen değerlerin aritmetik ortalaması ViewSpec Pro yazılımında alınarak bitkinin o dönemki spektral eğrisi oluşturulmuştur. Ölçümler güneş ışığından maksimum etkilenme dilim aralığı olan 10.00-14.00 saatleri arasında yapılmıştır. Bitkinin morfolojik değişimine göre klorofil içeriğindeki değişimlerin yansıtıma etkisi kayıt altına alınmıştır.

3.5.3 Böcek Gözlemleri

Projenin ilk yılında (2020) 5 Haziran, ikinci yılında (2021) ise 11 Haziran tarihinde sorgumda zararlı böcek incelemeleri başlanmıştır. Zararlı böcekler, böcek toplama kapları ile aspiratör (Şekil 3.8) aleti ve manuel olarak toplanmıştır. Deneme alanında bulunan böceklerin resimleri çekilerek sorgum çeşitleri bazında zararlı böceklerin Türkçe ile bilimsel isimleri ve

sayıları kayıt altına alınmıştır. Böceklerin tür teşhisi Bugman, Daniel Marlos ve Leslie Mertz'in tarafından önerilmiş böcek türü teşhis anahtarları yardımıyla yapılmıştır.

Deneme materyalini oluşturan her iki bitki türündeki zararlıların bitkilerin büyüme başlangıcından itibaren son hasat dönemine kadar 10 gün aralıklarla (büyüme seyri örneklerinin alındığı tarihlerde) rastgele 7 bitkinin yapraklarının altı ve yeni çıkmış sürgünlerin üzeri kontrol edilip (Malipatil ve Wainer, 2006), görülen zararlılar alınıp ve bunların bitki başına düşen sayıları tespit edilmiştir. Proje sonunda zararlılar ile mücadele amacıyla çeşitli stratejiler önerilmiştir.



Şekil 3.8. Böcek toplama kapları (solda) ve Aspiratör (sağda).

3.5.4 Sonuçların Değerlendirilmesi

3.5.4.1 Bitkiler ile İlgili Değerlendirme

Araştırmadan elde edilen verilerin analizleri "Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Tekniğine"ne göre yapılmıştır. Ortalamaların karşılaştırılmasında LSD çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Verilerin istatistik analizlerinde SAS ve JMP 13 (SW) istatistik paket programları (SAS Institute, 1999) kullanılmıştır.

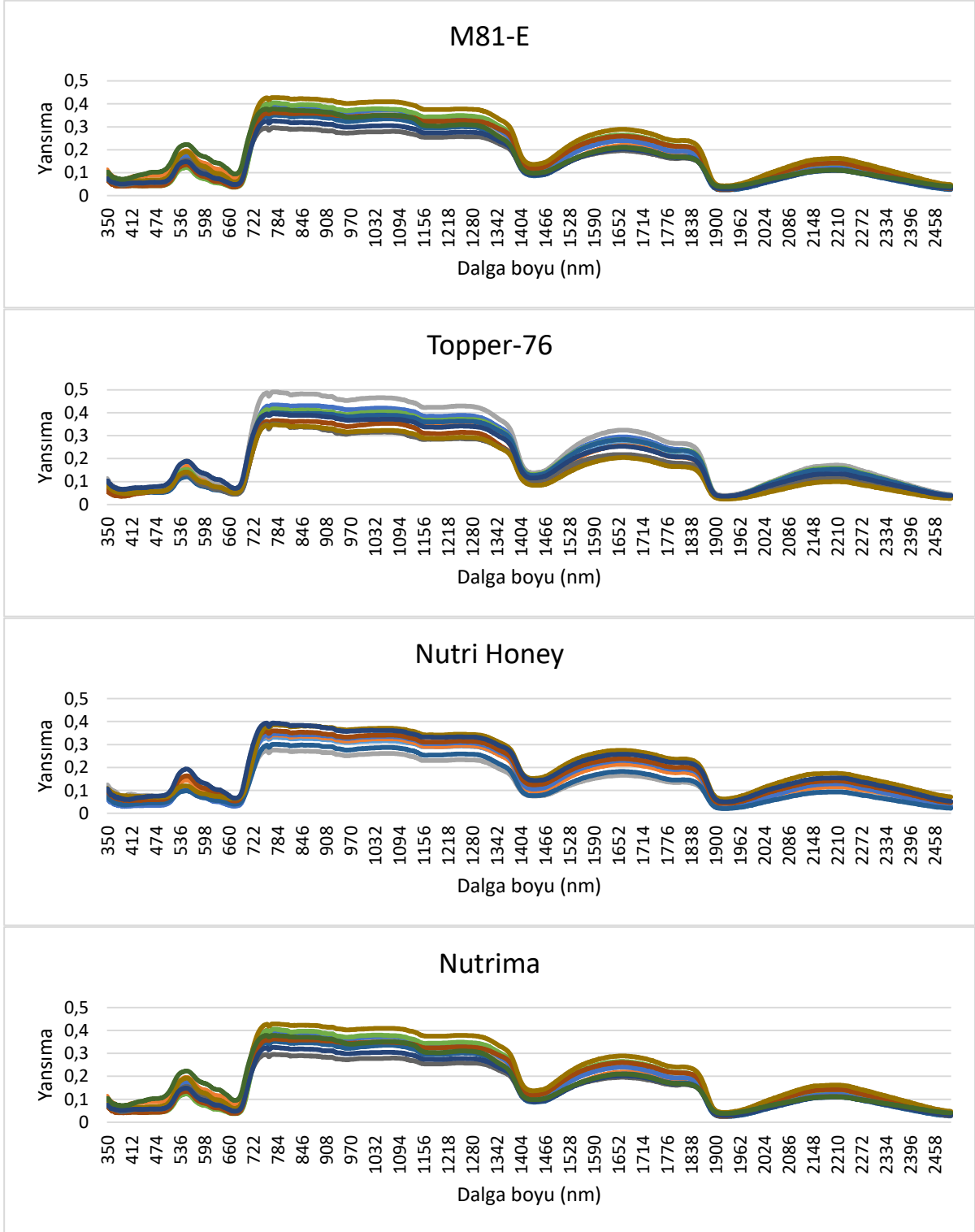
3.5.4.2 Spektral Ölçümler ile İlgili Değerlendirme

Proje kapsamında bitkilerin yansıma değerleri 350-2500 nm dalga boyu aralığında ölçüm yapabilme özelliği olan Analytical Spectral Devices (ASD) spektrometre cihazı ile elde edilmiştir. Spektrometre cihazı ile gerçekleştirilen hiperspektral ölçümler, bitkinin belirlenen biçim yüksekliklerine geldiği zamanlarda (30, 60, 90, 120 ve 150 cm ile fizyolojik

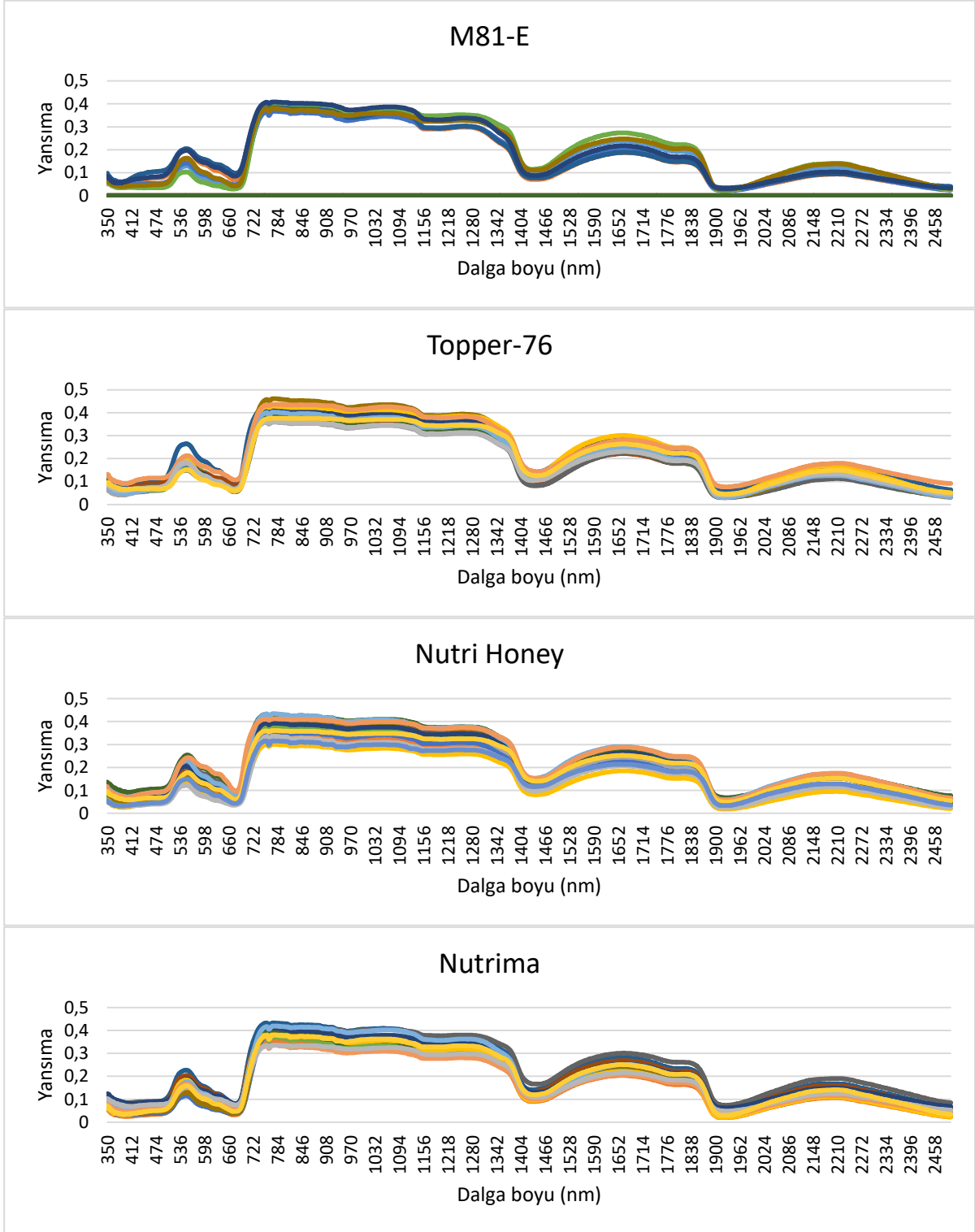
olum) gerçekleştirilmiştir. Ortam ışınımındaki bulutluluğa bağlı değişkenliklerden etkilenmemesi için, ölçümler temaslı duyarğa (contact probe) ile yapılmıştır. Her çalışma öncesinde, “Optimizasyon ve Beyaz Referans” kalibrasyonu işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bitkide gerçekleştiren hiperspektral ölçümlerde her tekerrürde 3 ölçüm ve her ölçümde de 5 yineleme ile toplamda bir tekerrürde 15 hiperspektral yansıma eğrisi elde edilmiştir (Şekil 3.9). Bitkilerin birinci biçimlerine ait spektral eğriler 2020 ve 2021 yılları için örnek olarak sırasıyla Şekil 3.10 ve 3.11’de verilmiştir. ASD ile elde edilen hiperspektral değerlerin ön işleme ve analize hazır hale getirilmesi için ViewSpec Pro yazılımı kullanılmıştır. Araziye elde edilen her bir hiperspektral eğrinin düzeltmeleri yapıldıktan sonra her ölçüm için ortalama yansıtım değerleri hesaplanmıştır. Ölçülen hiperspektral veriler, ViewSpec Pro yazılımı kullanılarak işlenmiştir. Oluşturulan veriler ile proje kapsamında ölçülen fizyolojik ve morfolojik özellikler arasındaki ilişkiler MS-Office ve SPSS istatistik paket programları yardımıyla incelenmiştir. Ayrıntılı literatür taramaları sonucunda bitkilerin verim ve kalite çalışmalarında en çok kullanılan 52 indisin belirlenmiştir. Bu indisler klorofil, pigment, biomas/vegetasyon, biyofiziksel ve su indisleri olarak beş farklı kategoride sınıflandırılmıştır. İndislere ait bilgiler ve formüller sırasıyla Tablo 3.5’te verilmiştir.



Şekil 3.9. Araziye spektrodadyometrik ölçümlerin gerçekleştirilmesi.



Şekil 3.10. 2020 Hiperspektral yansıma eğrileri.



Şekil 3.11. 2021 Hiperspektral yansıma eğrileri.

Tablo 3.5. Çalışmada kullanılan indisler ve formülleri (Giovos vd. 2021)

KATEGORİ	INDEX	AÇILIMI	FORMÜL
Klorofil	CLREDEGE	Chlorophyll Red Edge	$(NIR/RED) - 1$
Klorofil	CARI	Chlorophyll Absorption Ratio Index	$CAR \times \frac{\alpha RED}{\beta RED}$
Klorofil	MCARI	Modified Chlorophyll Absorption in Ratio Index	$\frac{1,2 \times (2,5 \times (NIR - RED) - 1,3 \times (NIR - GREEN))}{\sqrt{(2 \times NIR + 1)^2 - 6 \times (NIR - 5 \times RED) - 0,5}}$
Klorofil	MTVI	Modified Transformed Vegetation Index	$1,2 \times (NIR - GREEN) - 2,5 \times (RED - GREEN)$
Klorofil	GLI	Green Leaf Index	$\frac{2 \times GREEN - RED - BLUE}{2 \times GREEN + RED + BLUE}$
Klorofil	NPCI	Normalized Pigment Chlorophyll Index	$\frac{(BLUE - RED)}{(BLUE + RED)}$
Klorofil	GNDVI	Green Normalized Difference Vegetation Index	$\frac{(NIR - GREEN)}{(NIR + GREEN)}$
Klorofil	PI1	The Phylloxera Infestation Indices	$\frac{(R522 - R504)}{(R522 + R504)}$
Klorofil	RE	Red Edge	$R750/R710$
Pigment	ExB	Excess Blue Vegetation Index	$1,4 \times BLUE - GREEN$
Pigment	ExG	Excess Green Index	$\frac{(2 \times GREEN - RED - BLUE)}{(RED + GREEN + BLUE)}$
Pigment	ExR	Excess Red Vegetation Index	$\frac{(1,4 \times RED - GREEN)}{(RED + GREEN + BLUE)}$
Pigment	ExGR	Excess Green minus Excess Red	$EXG - EXR$
Pigment	C1GREEN	Chlorophyll index Green	$\frac{NIR}{GREEN} - 1$
Pigment	RGBVI	Red-Green-Blue Vegetation Index	$\frac{GREEN^2 - (BLUE \times RED)}{GREEN^2 + (GREEN \times BLUE)}$
Pigment	NGBDI	Normalized Green Blue Difference Index	$\frac{(GREEN - BLUE)}{(GREEN + BLUE)}$
Pigment	NGRDI	Normalized Red Green Difference Index	$\frac{(GREEN - RED)}{(GREEN + RED)}$
Pigment	VARI	Visible Atmospherically Resistant Index	$\frac{(GREEN - RED)}{(GREEN + RED - BLUE)}$
Pigment	CIVE	Color Index of Vegetation	$(0,441 \times RED) - (0,881 \times GREEN) + 0,385 \times BLUE + 18,78745$
Pigment	GCC	Green Chromatic Coordinate	$\frac{GREEN}{GREEN + RED + BLUE}$
Pigment	TGI	Triangular Greenness Index	$GREEN - 0,39 \times RED - 0,61 \times BLUE$
Pigment	GR	Green ratio	$GREEN/RED$
Pigment	PRI	The Photochemical Reflectance Index	$\frac{(R531 - R570)}{(R531 + R570)}$
Pigment	R/G	Red/Green Index	$RED/GREEN$
Pigment	R/B	Red/Blue Index	$RED/BLUE$
Pigment	GRVI	Green Red Vegetation Index	$\frac{(RED - GREEN)}{(RED + GREEN)}$

Tablo 3.5. Çalışmada kullanılan indisler ve formülleri (Giovos vd. 2021) (devamı)

Biyomaz/Vejetasyon	NDVI	Normalized Difference Vegetation Index	$(NIR - RED)/(NIR + RED)$
Biyomaz/Vejetasyon	EVI	Enhanced Vegetation Index	$2,5 \times \frac{(NIR - RED)}{(NIR + C1RED - C2BLUE + L)}$
Biyomaz/Vejetasyon	ARVI	Atmospherically Resistant Vegetation Index	$\frac{(NIR - (Red - Blue))}{(NIR + (Red - Blue))}$
Biyomaz/Vejetasyon	SAVI	Soil-Adjusted Vegetation Index	$\frac{NIR - RED}{NIR + RED + L} \times (1 + L)$
Biyomaz/Vejetasyon	MSAVI	Modified Soil-Adjusted Vegetation Index	$\frac{2 \times NIR + 1 - \sqrt{(2 \times NIR)^2 - 8 \times (NIR - RED)}}{2}$
Biyomaz/Vejetasyon	OSAVI	Optimization Soil-Adjusted Vegetation Index	$\frac{(1 + 0,16) \times (NIR - RED)}{(NIR + RED + 0,61)}$
Biyomaz/Vejetasyon	PVI	Perpendicular Vegetation Index	$\sqrt{(0,335 \times NIR - 0,149 \times RED + (0,335 \times RED - 0,149 \times NIR)^2)}$
Biyomaz/Vejetasyon	SR	Simple Ratio	NIR/RED
Biyomaz/Vejetasyon	DVI	Difference Vegetation Index	$NIR - RED$
Biyomaz/Vejetasyon	RDVI	Renormalized Difference Vegetation Index	$\frac{(NIR - RED)}{\sqrt{(NIR + RED)}}$
Biyomaz/Vejetasyon	NLI	Non-linear Vegetation Index	$\frac{(NIR^2 - RED)}{(NIR^2 + RED)}$
Biyomaz/Vejetasyon	GEMI	Global Environment Monitoring Index	$eta \times 1 - 0,25 \times eta - \frac{RED - 0,125}{1 - RED}$
Biyomaz/Vejetasyon	MNLI	Modified Non-Linear Indices	$\frac{(NIR^2 - RED) \times (1 + L)}{NIR^2 + RED + L}$
Biyomaz/Vejetasyon	VIF	Vegetation Index Faster	$\frac{NIR}{(NIR + RED)}$
Biyomaz/Vejetasyon	RVI	Ratio Vegetation Index	RED/NIR
Biyomaz/Vejetasyon	VDVI	Visible-Band Difference Vegetation Index	$\frac{(2 \times GREEN - RED - BLUE)}{(2 \times GREEN + RED + BLUE)}$
Biyofiziksel Parametreler	MSR	Modified Simple Ratio	$\frac{((NIR/RED) - 1)}{\sqrt{((NIR/RED) + 1)}}$
Biyofiziksel Parametreler	NIR/G	NIR/G Index	$NIR/GREEN$
Biyofiziksel Parametreler	NIR-G	NIR-G Index	$NIR - GREEN$
Biyofiziksel Parametreler	TVI	Transformed Vegetation Index	$0,5 \times (120 \times (NIR - GREEN) - 200 \times (RED - GREEN))$
Su	NDWI	Normalized Difference Water Index	$\frac{(GREEN - NIR)}{(GREEN + NIR)}$
Su	MSI	Moisture Stress Index	$SWIR/NIR$
Su	GVMİ	Global Vegetation Moisture Index	$\frac{(NIR + 0,1) - (SWIR + 0,02)}{(NIR + 0,1) + (SWIR + 0,02)}$

Tablo 3.5. Çalışmada kullanılan indisler ve formülleri (Giovos vd. 2021) (devamı)

Su	SIWSI	Shortwave Infrared Water Stress Index	$\frac{(NIR - SWIR)}{(NIR + SWIR)}$
Su	WI	Water Index	$R900/R970$

3.5.4.3 Böceklerle ilgili Değerlendirme

Böcek gözlemlerinden elde edilen veriler MS-Office paket programı yardımıyla değerlendirilmiştir.



4. BULGULAR

4.1 Bitkisel Özelliklerle İlgili Değerlendirme

4.1.1 Yeşil Ot Verimi

Yeşil ot verimleri araştırmanın tüm yıllarında çeşitlere, biçim yükseklikleri ve çeşit*biçim yüksekliği etkileşimine göre istatistiki olarak önemlilik göstermiştir. Aynı şekilde yılların ortalama yeşil ot verimleri arasındaki fark da önemli bulunmuştur (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. SSM ve ŞS'nin 2020, 2021 ve iki yıllık toplam yeşil ot verimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	638594,00*
Hata-1	2	-	-	17400,00
Çeşit (Ç)	3	6130379,00*	9120785,00**	10787869,00**
Y*Ç	3	-	-	4463294,00**
Hata-2	6	-	-	26424,00
Biçim Yüksekliği (BY)	5	58844254,00**	72099477,00**	1054051,00**
Y*BY	5	-	-	146207584,00**
Ç*BY	15	74077546,00**	79657098,00**	7527060,00**
Y*Ç*BY	15	-	-	1026678,00
Hata	46/88+	465701,00	491939,00	-
Genel	71/143+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Biçim yüksekliklerinin artışı ile daha çok yeşil ot üretilmiştir. Bu sebeple 30 cm'den fizyolojik oluma kadar olan biçim yüksekliklerinde ortalama yeşil ot verimleri düzenli ve önemli artış göstererek ilk yıl dekara 5415,9 kg'dan 7251,0 kg'a, ikinci yıl 5179,1 kg'dan 7124,2 kg'a, iki yıllık ortalama da 5297,5 kg'dan 7187,6 kg'a yükselmiştir.

Araştırmanın iki yılında da SSM çeşitleri ŞS çeşitlerinden daha yüksek yeşil ot üretmişlerdir. İlk yılda M81-E ve Topper-76 çeşitlerinin ortalama yeşil ot verimleri 7193,2 ve 6514,3 kg/da olurken, Nutri Honey ve Nutrima çeşitleri 7255,0 ve 7048,7 kg/da yeşil ota sahip olmuşlardır. Çeşitlere ait verimler ikinci yılda aynı sıra ile 6464,6, 6632,7, 7391,1 ve 6990,1 kg/da olarak belirlenmiştir. İki yılın ortalamasında da çeşitlerin yeşil ot verimleri 6828,9, 6573,5, 7323,1 ve 7019,4 kg/da olarak hesaplanmıştır.

Çeşitler ile biçim yükseklikleri birlikte ele alındığında, en yüksek yeşil ot verimleri denemenin iki yılında da fizyolojik olumda biçilen M81-E çeşidinde (ilk yıl 9717,2 kg/da, ikinci yıl 9140,8 kg/da) saptanmıştır. En düşük verimler de yine aynı çeşidin 30 cm boylandığında biçilen parsellerde 4228,5 ve 4082,3 kg/da olarak belirlenmiştir. Araştırmanın ilk yılına ait yeşil ot verimleri ikinci yıla nazaran daha yüksek olmuştur (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. SSM ve ŞS'nin 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık toplam yeşil ot verimleri (kg/da)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	6706,9 i	6498,1 j	4228,5 n	4230,1 n	5415,9 E
60 cm	7120,9 h	7706,3 f	5966,4 k	5827,5 kl	6655,3 D
90 cm	7326,3 g	6733,0 i	6822,2 i	5736,0 l	6654,4 D
120 cm	8324,4 d	7016,1 h	8520,8 c	7915,5 e	7944,2 B
150 cm	8331,3 d	9109,9 b	7904,1 e	7039,3 h	8096,1 A
Fiz. olum	5720,4 l	5228,7 m	9717,2 a	8337,6 d	7251,0 C
Ortalama	7255,0 A	7048,7 B	7193,2 A	6514,3 C	7002,8 A
2021 yılı					
30 cm	6354,6 h	6046,6 ij	4082,3 n	4232,7 n	5179,1 F
60 cm	7418,5 e	7158,5 f	5048,1 m	5937,5 jk	6390,6 E
90 cm	6739,6 g	6478,3 h	6845,4 g	5858,6 k	6480,5 D
120 cm	9344,4 a	7867,8 d	7535,8 e	7971,6 d	8179,9 A
150 cm	9132,7 b	9044,3 b	6135,0 i	7141,9 f	7863,5 B
Fiz. olum	5357,0 l	5345,4 l	9140,8 b	8653,8 c	7124,2 C
Ortalama	7391,1 A	6990,1 B	6464,6 D	6632,7 C	6869,6 B
İki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	6530,8 ij	6272,4 jk	4155,4 n	4231,4 n	5297,5 D
60 cm	7269,7 efg	7432,4 ef	5507,3 lm	5882,5 kl	6523,0 C
90 cm	7032,9 fgh	6605,6 ij	6833,8 hi	5797,3 l	6567,4 C
120 cm	8834,4 bc	7441,9 e	8028,3 d	7943,6 d	8062,1 A
150 cm	8732,0 bc	9077,1 ab	7019,5 gh	7090,6 e-h	7979,8 A
Fiz. olum	5538,7 lm	5287,0 m	9429,0 a	8495,7 c	7187,6 B
Ortalama	7323,1 A	7019,4 B	6828,9 C	6573,5 D	-

4.1.2 Kuru Ot Verimi

Kuru ot verimleri araştırmanın tüm yılları, çeşitlere ve biçim yüksekliklerine göre önemli değişim göstermiştir. Aynı şekilde çeşit*biçim yüksekliği etkileşimleri de önemli bulunmuştur (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. SSM ve ŞS'nin 2020, 2021 ve iki yıllık toplam kuru ot verimlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	153385,00**
Hata-1	2	-	-	8214,00
Çeşit (Ç)	3	405342,00**	956734,00**	456284,00**
Y*Ç	3	-	-	905792,00*
Hata-2	6	-	-	24533,00
Biçim Yüksekliği (BY)	5	21337332,00**	20845049,00**	42121497,00**
Y*BY	5	-	-	60884,00
Ç*BY	15	4113323,00**	4539119,00**	7964635,00**
Y*Ç*BY	15	-	-	687806,00**
Hata	46/88+	236393,00	292435,00	942073,00
Genel	71/143+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Araştırmanın ilk yılında kuru ot verimleri biçim yüksekliklerinin artışına bağlı olarak yükselmiştir. En yüksek kuru ot verimleri 2562,1 kg/da ile fizyolojik olum dönemlerinde hasat edilen parsellerde belirlenirken, en düşük kuru ot verimleri ise 932,9 kg/da ile 30 cm yükseklikten biçilen parsellerden elde edilmiştir. Çeşitlere göre en yüksek kuru ot verimi ŞS M81-E çeşidinde 1766,1 kg/da olarak belirlenirken, bunu SSM Nutrima (1659,2 kg/da), Nutri Honey (1593,2 kg/da) ve ŞS topper-76 çeşidi (1574,2 kg/da) izlemiştir. Çalışmanın ilk yılında toplam kuru ot verimi 1648,2 kg/da, ikinci yılda 1713,5 kg/da'ya yükselmiştir (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. SSM ve ŞS'nin 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık toplam kuru ot verimleri (kg/da)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	1042,2 l	1179,8 k	749,1 m	760,4 m	932,9 E
60 cm	1169,3 k	1365,8 hı	1227,5 k	1244,7 jk	1251,8 D
90 cm	1251,8 ijk	1356,5 huj	1378,0 h	1244,6 jk	1307,7 D
120 cm	1998,3 de	1756,2 g	1851,1 fg	1736,0 g	1835,4 C
150 cm	1927,3 ef	2244,6 c	1935,6 def	1889,1 ef	1999,2 B
Fiz. olum	2170,6 c	2052,5 d	3455,1 h	2570,1 b	2562,1 A
Ortalama	1593,2 C	1659,2 B	1766,1 A	1574,2 C	1648,2 B
2021 yılı					
30 cm	1239,1 ij	1147,8 jk	771,6 l	765,6 l	981,0 E
60 cm	1572,1 ef	1550,8 efg	1063,0 k	1327,8 hı	1378,4 D
90 cm	1444,5 fgh	1435,7 gh	1454,6 fgh	1270,9 ij	1401,4 D
120 cm	2351,3 c	1881,4 d	1660,9 e	1453,8 fgh	1836,8 C
150 cm	2341,3 c	2342,6 c	1511,4 fg	1948,0 d	2035,8 B
Fiz. olum	2244,7 c	2350,4 c	3148,5 a	2845,1 b	2647,2 A
Ortalama	1865,6 A	1784,8 B	1601,7 C	1601,9 C	1713,5 A
İki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	1140,7 j	1163,8 j	760,3 k	763,0 k	956,9 E
60 cm	1370,7 hı	1458,3 gh	1145,2 j	1286,3 ij	1315,1 D
90 cm	1348,1 hı	1396,1 hı	1416,3 hı	1257,7 ij	1354,6 D
120 cm	2174,8 c	1818,8 de	1756,0 ef	1594,9 fg	1836,1 C
150 cm	2134,3 c	2293,6 j	1723,5 ef	1918,6 d	2017,5 B
Fiz. olum	2207,7 c	2201,5 c	3301,8 a	2707,6 b	2604,6 A
Ortalama	1729,4 A	1722,0 A	1983,9 A	1588,0 B	

Çalışmanın ikinci yılında da ilk yıla benzer kuru ot verimlerinde değişimler gerçekleşmiştir. Biçim yüksekliklerinin artışına bağlı olarak toplam kuru ot verimlerinde artışlar olmuştur. En yüksek kuru ot verimi 2647,2 kg/da ile fizyolojik olum dönemi öne çıkarken, en düşük verimler ise 981,0 kg/da ile 30 cm yükseklikten biçilen parsellerde elde edilmiştir. Bitki çeşitlerine göre toplam kuru ot verimleri 1601,7-1865,6 kg/da arasında değişmiştir. Etkileşimlerde ise en yüksek kuru ot üretimlerine M81-E çeşidinin fizyolojik olum döneminde gerçekleşen üretim (3148,5 kg/da) öne çıkarken, en düşük ot üretimi ise Topper-76 (765,6 kg/da) çeşidinde belirlenmiştir.

Araştırmada iki yıllık ortalama sonuçlara göre ortaya çıkan değişimler ilk iki yıla benzer eğrilere sahip olmuştur. Buna göre biçim yüksekliklerinin artışına bağlı olarak kuru ot verimlerinde artışlar kaydedilmiştir. Toplam kuru ot verimleri biçim yüksekliklerine göre 956,9-2604,6 kg/da, bitki çeşitlerine göre ise 1588,0-1983,9 kg/da arasında değişim göstermiştir. Etkileşimlere göre ise toplam kuru ot verimleri 760,3-3301,8 kg/da arasında değerlere sahip olmuştur (Tablo 4.4).

4.1.3 Kuru Madde Oranı

Ortalama kuru madde oranları araştırmanın ilk yılında sadece biçim yüksekliği ile çeşit*biçim yükseklikleri etkileşiminde önemli değişim gösterirken, ikinci yıl ve iki yıllık ortalama değerlerde çeşitlere, biçim yüksekliklerine ve çeşit * biçim yüksekliği etkileşimlerinde önemli olmuştur (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. SSM ve ŞS'nin 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama kuru madde oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	339,07 **
Hata-1	2	-	-	23,50
Çeşit (Ç)	3	71,82	354,22**	225,23**
Y*Ç	3	-	-	200,81**
Hata-2	6	-	-	257,20
Biçim Yük. (BY)	5	5903,20**	5107,36**	10839,89**
Y*BY	5	-	-	170,67**
Ç*BY	15	545,21**	625,86**	1014,67**
Y*Ç*BY	15	-	-	156,39
Hata	261/516 ⁺	3843,67	3270,02	7068,67
Genel	287/575 ⁺	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Biçilen bitkiler sürekli olarak kendilerini yenileyip taze sürgünler ürettikleri ve başlangıçta oluşturdukları hücre ve dokuları olgunlaştığı için kuru madde oranları da azalmaktadır. Bu sebeple 2020 yılında biçilen bitkilerde ortalama kuru madde oranları %17,66-27,32 arasında değişirken, büyüme sonunda (fizyolojik olum) biçilen bitkilerin kuru madde oranı %38,54 olarak belirlenmiştir. Biçilen bitkilerde daha alttan biçilenler daha ince sap meydana getirdikleri için daha az kuru madde oranına sahip olmuştur. Buna göre, araştırmanın ilk yılında en az kuru madde oranı %17,66 ile 30 cm yükseklikten biçilen parsellerde gerçekleşirken, en yüksek kuru madde oranı (%35,75) fizyolojik olumda hasat edilen parsellerde belirlenmiştir. Etkileşimlere göre en yüksek kuru madde oranları fizyolojik olumda hasat edilen Nutri Honey (%37,85) ve Nutrima (%38,30) çeşitlerinde ölçülmüştür. En düşük kuru madde oranı ise 30 cm yükseklikten biçilen Nutri Honey (%16,10) çeşidinde tespit edilmiştir.

Denemenin ikinci yılında da benzer sonuçlar elde edilmiştir. En düşük kuru madde oranı (%20,35) yine 30 cm yükseklikten biçilen, en yüksek (%38,54) ise fizyolojik olumda hasat edilen parsellerde kaydedilmiştir. Bitki gruplarına göre en yüksek kuru madde oranı %26,62 ve %27,27 ile Nutri Honey ve Nutrima çeşitlerinde belirlenirken, en düşük değerlere Topper-76 ve M81-E çeşitleri (%24,11 ve %24,93) sahip olmuştur (Tablo 4.6).

İki yıllık ortalama kuru madde oranları bezer olup, yine en yüksek kuru madde oranı %37,14 ile fizyolojik olumda biçilenlerde, en az kuru madde (%19,01) ise 30 cm yükseklikten biçilen parsellerde belirlenmiştir. Bitki çeşitlerinde en yüksek kuru madde oranı %25,99 ile Nutrima çeşidinde tespit edilirken, bunu %24,86 ile Nutri Honey, %24,99 ile M81-E ve %24,07 ile Topper-76 izlemiştir. Etkileşimlere göre en yüksek kuru madde oranları Nutri Honey ve Nutrima çeşitlerinin fizyolojik olum dönemlerinde yapılan hasatlarında (%39,95 ve %41,43), en düşük değerlere ise 30 cm yükseklikten biçilen Topper-76 (%18,31), M81-E (%18,61) ve Nutri Honey (%18,76) çeşitlerinde tespit edilmiştir. Projenin ilk yılında ortalama kuru madde oranı %23,97 iken, bu oran ikinci yılda %25,73'e düşmüştür (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. SSM ve ŞS'nin 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama kuru madde oranları (%)

Biçim Yükseklği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	16,10 k	19,17 hij	17,38 jk	18,00 jk	17,66 E
60 cm	16,88 jk	18,18 ijk	21,21 gh	21,78 fg	19,51 D
90 cm	17,10 jk	20,92 ghi	21,11 fgh	21,82 fgh	20,24 D
120 cm	24,12 ef	25,92 de	23,45 efg	23,25 efg	24,18 C
150 cm	26,62 cde	25,82 de	25,40 de	28,23 cd	26,52 B
Fiz. olum	37,85 a	38,30 a	35,69 ab	31,15 bc	35,75 A
Ortalama	23,11	24,72	24,04	24,04	23,97 B
2021 yılı					
30 cm	21,41 hij	21,43 hij	19,83 jk	18,75 k	20,35 E
60 cm	21,64 g-j	21,76 g-j	21,89 g-j	22,41 ghi	21,93 D
90 cm	22,22 g-j	23,06 fgh	22,35 g-j	21,69 g-j	22,33 D
120 cm	25,82 ef	26,16 de	23,99 efg	19,75 ijk	23,93 C
150 cm	26,55 de	26,68 de	26,80 de	29,23 cd	27,32 B
Fiz. olum	42,05 a	44,55 a	34,74 b	32,81 bc	38,54 A
Ortalama	26,62 A	27,27 A	24,93 B	24,11 B	25,73 A
iki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	18,76 kl	20,29 h-k	18,61 kl	18,38 l	19,01 E
60 cm	19,26 kl	19,97 i-l	21,55 hij	22,10 gh	20,72 D
90 cm	19,66 jkl	21,99 ghi	21,73 g-j	21,76 g-j	21,28 D
120 cm	24,97 ef	26,04 e	23,72 fg	21,50 hij	24,06 C
150 cm	26,59 de	26,25 de	26,10 def	28,73 cd	26,92 B
Fizy. olum	39,95 a	41,43 a	35,21 b	31,98 bc	37,14 A
Ortalama	24,86 B	25,99 A	24,49 B	24,07 B	-

4.1.4 Yaprak, Sap ve Salkım Oranı

Bitki materyallerinde belirlenen biçim zamanlarında hasat edilen bitkiler laboratuvarında sap, yaprak ve salkımlarına ayrılıp kurutulmuştur. Kuruyan örnekler ayrı ayrı tartılıp toplam kütleyle oranlanarak oransal dağılımları hesaplanmış ve sonuçlar aşağıda ayrı başlıklar halinde verilmiştir.

Yaprak oranı: Araştırmada yaprak oranlarındaki değişim deneme yılları ve ortalamasında sadece biçim yüksekliklerine göre istatistiki olarak önemli bulunurken, çeşit ve çeşit*biçim yükseklikleri etkileşimi önemsiz bulunmuştur (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	279,50
Hata-1	2	-	-	147,43
Çeşit (Ç)	3	819,07	122,86	777,87
Y*Ç	3	-	-	164,05
Hata-2	6	-	-	585,24
Biçim Yüksekliği (BY)	5	75798,04**	69506,91**	144304,97**
Y*BY	5	-	-	999,98
Ç*BY	15	1213,87	1019,44	992,72
Y*Ç*BY	15	-	-	1240,60
Hata	261/516 ⁺	32207,27	19975,65	52682,36
Genel	287/575 ⁺	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Deneme yılları ve ortalamasında biçim yüksekliğinin artışına bağlı olarak yaprak oranları azalmıştır. Biçim yüksekliklerinin artışı ile bitkilerin ortalama yaprak oranları ilk yıl %66,91'den %13,35'e, ikinci yıl %63,95'den %9,68'e ve iki yılın ortalamasında ise %65,43'den %11,51'e düşmüştür. Çeşitlerin yaprak oranları arasında önemli fark ortaya çıkmamış ve değerler ilk yıl %39,46-44,18, ikinci yıl %38,61-40,54 ve iki yıllık ortalama da %39,03-42,36 arasında değişmiştir (Tablo 4.8).

Tablo 4.8. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak oranları (%)

Biçim Yükseklği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	62,34	63,79	71,87	69,62	66,91 A
60 cm	55,83	53,23	59,96	54,89	55,98 B
90 cm	47,62	48,14	51,74	45,79	48,32 C
120 cm	35,40	35,71	37,92	30,80	34,96 D
150 cm	21,36	29,19	28,34	24,16	25,76 E
Fizyolojik olum	15,20	11,44	15,25	11,50	13,35 F
Ortalama	39,63	40,25	44,18	39,46	40,88
2021 yılı					
30 cm	64,09	65,37	62,61	63,74	63,95 A
60 cm	56,77	56,15	53,27	57,89	56,02 B
90 cm	42,21	41,10	47,12	39,58	42,50 C
120 cm	35,68	34,71	41,35	34,77	36,63 D
150 cm	26,78	27,50	26,21	27,24	26,93 E
Fizyolojik olum	9,17	8,42	12,71	8,42	9,68 F
Ortalama	39,12	38,88	40,54	38,61	39,29
iki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	63,22	64,58	67,24	66,68	65,43 A
60 cm	56,30	54,69	56,61	56,39	56,00 B
90 cm	44,92	44,62	49,43	42,68	45,41 C
120 cm	35,54	35,21	39,63	32,79	35,79 D
150 cm	24,07	28,34	27,27	25,70	26,35 E
Fizyolojik olum	12,19	9,93	13,99	9,96	11,51 F
Ortalama	39,37	39,56	42,36	39,03	-

Sap oranı: Bitkilerin sap oranları yıllar arası ve ortalamasında sadece biçim yüksekliklerine göre istatistiki olarak önemli değişim göstermiştir (Tablo 4.9).

Tablo 4.9. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	141,84
Hata-1	2	-	-	156,67
Çeşit (Ç)	3	423,95	52,71	319,35
Y*Ç	3	-	-	157,31
Hata-2	6	-	-	611,95
Biçim Yük. (BY)	5	42024,30**	34810,79**	74926,35**
Y*BY	5	-	-	1908,75**
Ç*BY	15	2524,21	982,71	1524,14
Y*Ç*BY	15	-	-	1982,78
Hata	261/516+	29116,63	20662,36	50003,72
Genel	287/575+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Yaprak oranlarındaki değişimin aksine, sap oranları biçim yüksekliklerinin artışı ile önemli düzeyde artmıştır. Çeşitlerin ortalaması olarak, denemenin ilk yılında sap oranları biçim yüksekliklerinin artışı ile %32,74'den %65,88'e, ikinci yılda %35,65'den %72,00'ye ve iki yılın

ortalamasında %34,19'dan %68,94'e yükselmiştir. Ekilen sorgum çeşitlerinin ortalama sap oranları birbirine yakın olmuştur. Nitekim 2020 yılında çeşitlere göre sap oranları %51,41-54,32, ikinci yılda %53,22-54,42 ve yıllar ortalamasında %52,32-54,37 arasında değişim göstermiştir (Tablo 4.10).

Tablo 4.10. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap oranları (%)

Biçim Yükseklği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	37,42	35,77	27,86	29,90	32,74 D
60 cm	43,61	46,00	39,21	44,31	43,28 C
90 cm	51,30	50,70	46,97	52,82	50,45 B
120 cm	61,26	63,14	57,91	63,77	61,52 A
150 cm	65,52	63,57	62,28	63,09	63,61 A
Fizyolojik olum	50,75	66,50	74,24	72,01	65,88 A
Ortalama	51,64	54,28	51,41	54,32	52,91
2021 yılı					
30 cm	35,61	34,13	37,02	35,83	35,65 D
60 cm	42,63	42,96	45,86	41,29	43,19 C
90 cm	56,65	57,67	51,62	59,21	56,29 B
120 cm	59,49	59,54	55,11	60,52	58,66 B
150 cm	58,48	57,38	61,04	57,14	58,51 B
Fizyolojik olum	73,53	73,28	68,67	72,52	72,00 A
Ortalama	54,40	54,16	53,22	54,42	54,05
İki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	36,52	34,95	32,44	32,87	34,19 E
60 cm	43,12	44,48	42,54	42,80	43,23 D
90 cm	53,97	54,18	49,30	56,02	53,37 C
120 cm	60,37	61,34	56,51	62,15	60,09 B
150 cm	62,00	60,47	61,66	60,12	61,06 B
Fizyolojik olum	62,14	69,89	71,46	72,26	68,94 A
Ortalama	53,02	54,22	52,32	54,37	-

Salkım oranı: Denemede ortalama salkım oranları araştırmanın ilk yılında ve yıllar ortalamasında çeşitlere, biçim yüksekliklerine ve çeşit*biçim yüksekliklerine göre önemli değişimler göstermiştir. İkinci yılda ise biçim yükseklikleri arasındaki fark önemli çıkmıştır (Tablo 4.11).

Tablo 4.11. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama salkım oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	23,15**
Hata-1	2	-	-	2,096
Çeşit (Ç)	3	558,97**	22,10	295,89**
Y*Ç	3	-	-	285,19**
Hata-2	6	-	-	10,47
Biçim Yük. (BY)	5	7921,69**	8948,30	16579,19**
Y*BY	5	-	-	290,80**
Ç*BY	15	1389,37**	57,88	630,98**
Y*Ç*BY	15	-	-	816,27**
Hata	261/516 ⁺	1162,42	1703,59	2827,11
Genel	287/575 ⁺	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analiz serbestlik derecesini göstermektedir.

Bitkilerin biçildiği yükseklik arttıkça salkım oranlarında önemli ve düzenli artışlar kaydedilmiştir. En yüksek salkım oranı fizyolojik olumda üretilmiş, en az salkım oranı ise 30 cm'de bir biçilen bitkilerde tespit edilmiştir Denemenin ilk yılında 30 cm'de biçimden fizyolojik oluma kadar salkım oranında %0,35'den %20,78'e, ikinci yılında %0,40'dan %18,33'e ve iki yılın ortalamasında %0,38'den %19,55'e varan artışlar meydana gelmiştir. Biçim zamanlarının ortalaması olarak, üretilen salkım miktarları bakımından ilk yıl ve iki yılın ortalamasında çeşitler arasında önemli farklar doğmuştur. İlk yılda ve yıllar ortalamasında Nutri Honey en çok salkım oranına sahip çeşit olmuştur (sırasıyla %8,73 ve 7,61). En az salkım oranları (ilk yıl %4,41, yıllar ortalamasında %5,32) M81-E çeşidinde belirlenmiştir. İkinci yılda çeşitlerin salkım oranları %6,24-6,98 arasında değişmiştir. Araştırmanın ilk yılında ortalama salkım oranı %6,21 iken, bu oran ikinci yılda %6,67'ye yükselmiştir (Tablo 4.12).

Tablo 4.12. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama salkım oranları (%)

Biçim Yükseklği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	0,24 j	0,44 j	0,27 j	0,47 j	0,35 E
60 cm	0,56 j	0,78 j	0,83 j	0,81 j	0,74 DE
90 cm	1,08 j	1,17 j	1,28 j	1,38 j	1,23 D
120 cm	3,33 ı	1,17 j	4,18 hı	5,42 gh	3,53 C
150 cm	13,13 d	7,25 g	9,38 f	12,75 de	10,63 B
Fiz. olum	34,06 a	22,05 b	10,50 ef	16,49 c	20,78 A
Ortalama	8,73 A	5,48 B	4,41 C	6,22 B	6,21 B
2021 yılı					
30 cm	0,29	0,50	0,38	0,44	0,40 D
60 cm	0,59	0,88	0,88	0,81	0,79 D
90 cm	1,14	1,23	1,27	1,21	1,21 D
120 cm	4,83	5,75	3,54	4,71	4,71 C
150 cm	14,74	15,14	12,75	15,62	14,56 B
Fiz. olum	17,31	18,31	18,63	19,08	18,33 A
Ortalama	6,49	6,97	6,24	6,98	6,67 A
İki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	0,27 g	0,47 g	0,32 g	0,45 g	0,38 E
60 cm	0,58 g	0,83 g	0,85 g	0,81 g	0,77 DE
90 cm	1,11 g	1,20 g	1,28 g	1,30 g	1,22 D
120 cm	4,08 ef	3,46 f	3,86 ef	5,07 e	4,12 C
150 cm	13,94 c	11,19 d	11,06 d	14,19 c	12,59 B
Fiz. olum	25,68 a	20,18 b	14,57 c	17,78 b	19,55 A
Ortalama	7,61 A	6,22 B	5,32 C	6,60 B	-

4.1.5 Kök Miktarı

Bitki başına kök üretimleri yıllara ve yılların ortalamalarında çeşitlere, biçim yüksekliklerine ve çeşit*biçim yüksekliklerine bağlı olarak önemli değişim göstermiştir (Tablo 4.13).

Tablo 4.13. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama kök miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	51,28**
Hata-1	2	-	-	24,70**
Çeşit (Ç)	3	2150,00**	1355,28**	3429,21**
Y*Ç	3	-	-	76,08**
Hata-2	6	-	-	19,33
Biçim Yük. (BY)	5	5945,24**	3878,20**	9676,39**
Y*BY	5	-	-	147,05**
Ç*BY	15	3261,92**	1009,56**	3936,89**
Y*Ç*BY	15	-	-	334,59**
Hata	46/88+	24,05	197,58	220,89
Genel	71/143+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Biçim yüksekliklerinin artışı ile ortalama kök kütlesi artmıştır. Dolayısıyla en yüksek kök üretimi fizyolojik olumda hasat edilen bitkilerde (ilk yıl 34,49, ikinci yıl 28,92 ve iki yıllık ortalama 31,70 g/bitki) tespit edilmiştir. En az kök oluşturan bitkiler ise en sık biçilenler olmuştur. Buna göre, 30 cm’de biçilen bitkilerin ortalama kök ağırlığı ilk yıl 5,95 g/bitki, ikinci yıl 6,18 g/bitki ve yıllar ortalamasında 6,06 g/bitki olarak belirlenmiştir. Yıllar ve ortalamasında bitki başına en yüksek kök Topper-76 tarafından üretilmiştir. Biçimlerin ortalaması olarak Topper-76 çeşidinin kök ağırlıkları sırasıyla 21,53, 20,11 ve 20,82 g/bitki olarak ölçülmüştür. Buna karşılık Nutri Honey çeşidi en az kök kütlesine sahip olmuştur (sırasıyla 9,44, 9,53 ve 9,49 g/bitki). Projenin ilk yılında bitki başına ortalama kök miktarı 15,61 g/bitki iken, bu rakam ikinci yılda 14,41 g/bitkiye düşmüştür (Tablo 4.14).

Tablo 4.14. SSM ve ŞS’nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama kök miktarları (g/bitki)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	4,84 kl	5,78 k	4,33 l	8,85 hı	5,95 F
60 cm	7,78 ij	9,81 kh	10,12 fg	12,00 e	9,93 E
90 cm	7,15 j	9,83 gh	14,68 d	17,27 c	12,23 D
120 cm	11,05 ef	11,77 e	17,39 c	17,81 c	14,51 C
150 cm	11,39 e	13,86 d	22,48 b	18,38 c	16,53 B
Fiz. olum	14,42 d	14,45 d	54,24 a	54,84 a	34,49 A
Ortalama	9,44 D	10,92 C	20,54 B	21,53 A	15,61 A
2021 yılı					
30 cm	4,70 m	5,00 m	5,00 m	10,00 ijk	6,18 F
60 cm	6,33 lm	8,00 klm	9,33 jkl	11,67 hij	8,83 E
90 cm	7,50 klm	10,00 ijk	13,00 ghı	16,33 efg	11,71 D
120 cm	10,00 ijk	11,67 hij	16,00 efg	18,00 cde	13,92 C
150 cm	12,33 hij	14,00 fgh	20,00 cd	21,33 c	16,92 B
Fiz. olum	16,33 efg	17,00 def	39,00 b	43,33 a	28,92 A
Ortalama	9,53 D	10,94 C	17,06 B	20,11 A	14,41 B
İki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	4,77 ı	5,39 ı	4,67 ı	9,42 gh	6,06 F
60 cm	7,06 hı	8,90 gh	9,73 gh	11,83 fg	9,38 F
90 cm	7,32 hı	9,91 gh	13,84 ef	16,80 cde	11,97 D
120 cm	10,53 g	11,72 fg	16,70 de	17,91 cd	14,21 C
150 cm	11,86 fg	13,93 ef	21,24 b	19,86 bc	16,72 B
Fiz. olum	15,38 de	15,73 de	46,62 a	49,09 a	31,70 A
Ortalama	9,49 D	10,93 C	18,80 B	20,82 A	-

4.1.6 C ve N Oranları

Yaprak karbon oranı: Denemenin ilk yılında bitkilerin yaprak karbon içerikleri çeşitlere, biçim yüksekliklerine ve çeşit*biçim yükseklikleri etkileşimlerine göre istatistiki olarak önemli bulunmuştur. İkinci yıl ve yıllar ortalamasında ise biçim yükseklikleri ile çeşit*biçim yüksekliği etkileşimi önemli olmuştur (Tablo 4.15).

Tablo 4.15. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak karbon oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	36,73**
Hata-1	2	-	-	0,34
Çeşit (Ç)	3	22,72**	0,87	8,61**
Y*Ç	3	-	-	14,98**
Hata-2	6	-	-	3,18
Biçim Yük. (BY)	5	66,40**	118,75**	169,07**
Y*BY	5	-	-	16,08**
Ç*BY	15	22,32**	75,78**	65,94**
Y*Ç*BY	15	-	-	32,15**
Hata	46/88 ⁺	8,68	22,90	28,49
Genel	71/143 ⁺	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Biçim yüksekliklerinin artışına bağlı olarak yaprakların karbon içerikleri genel olarak azalmıştır. Yıllar ve yıllar ortalamasında en az yaprak karbon oranları (2020'de %39,70, 2021'de %38,11 ve ortalama %38,91) fizyolojik olumda biçilen bitkilerde saptanmıştır. En yüksek oranlar ise 30 ve 60 cm yüksekliğe ulaştığında biçilen bitkilerde belirlenmiştir. Bu yüksekliklerde biçilen bitkilerdeki karbon oranları %42 civarında olmuştur.

Biçimlerin ortalaması olarak çeşitlerin yaprak karbon içerikleri ilk yıl %41,08-42,64, ikinci yıl %40,57-40,87 ve yıllar ortalamasında %40,92-41,60 arasında değişmiştir. İlk yıl çeşitlerin yaprak karbon oranları arasında önemli farklılık görülmüş ve SSM çeşitleri yapraklarında daha fazla karbon içeriğine sahip olmuştur. İkinci yıl önemli fark ortaya çıkmamıştır.

Çeşit ile biçim yüksekliği birlikte ele alındığında, 2020 yılında 120 cm'de biçilen Nutrima, 2021 ve yıllar ortalamasında ise 60 ve 90 cm'de biçilen M81-E yapraklarında diğer çeşitlerden daha yüksek karbona sahip olmuştur. İlk yılda yaprakların ortalama karbon içerikleri %41,75 iken, bu oran ikinci yılda %40,74'e düşmüştür (Tablo 4.16).

Tablo 4.16. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak karbon oranları (%)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	41,92 ef	42,57 cde	40,43 ij	42,21 ef	41,78 B
60 cm	42,05 ef	43,43 ab	42,95 bcd	41,16 gh	42,40 A
90 cm	42,31 de	43,19 abc	42,94 bcd	41,53 fg	42,49 A
120 cm	42,27 de	43,76 a	42,57 cde	40,83 ghı	42,36 A
150 cm	41,53 ef	42,49 cde	42,23 ef	40,80 hı	41,76 B
Fiz. olum	39,76 j	40,40 ij	38,68 k	39,97 j	39,70 C
Ortalama	41,64 B	42,64 A	41,63 B	41,08 C	41,75 A
2021 yılı					
30 cm	41,92 bc	42,33 ab	40,19 fgh	41,74 bcd	41,54 AB
60 cm	41,58 b-e	41,30 b-f	43,40 a	42,01 bc	42,07 A
90 cm	40,95 c-g	39,95 gh	43,20 a	40,73 d-h	41,21 B
120 cm	39,88 gh	40,00 gh	39,99 gh	41,45 b-e	40,33 C
150 cm	41,98 bc	39,76 h	42,41 ab	40,49 e-h	41,16 B
Fiz. olum	38,26 ı	40,07 gh	36,04 j	38,07 ı	38,11 D
Ortalama	40,76	40,57	40,87	40,75	40,74 B
iki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	41,92 b-e	42,45 abc	40,31 g	41,97 a-e	41,66 AB
60 cm	41,82 c-f	42,37 abc	43,18 a	41,58 c-f	42,23 A
90 cm	41,63 c-f	41,57 c-f	43,07 ab	41,13 d-g	41,85 AB
120 cm	41,08 efg	41,88 b-e	41,28 c-g	41,14 d-g	41,34 B
150 cm	41,76 c-f	41,12 d-g	42,32 a-d	40,65 fg	41,46 B
Fiz. olum	39,01 h	40,23 g	37,36 ı	39,02 h	38,91 C
Ortalama	41,20	41,60	41,25	40,92	-

Sap karbon oranı: Yıllar ve ortalamalarında sapların karbon oranları arasındaki farklılık hem çeşit hem de biçim yüksekliklerinde önemli bulunmuştur. Aynı şekilde aralarındaki etkileşimler de önemli olmuştur (Tablo 4.17).

Tablo 4.17. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap karbon oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	11,17**
Hata-1	2	-	-	0,68
Çeşit (Ç)	3	49,60**	7,46**	44,44**
Y*Ç	3	-	-	12,45**
Hata-2	6	-	-	4,12
Biçim Yük. (BY)	5	47,64**	42,48**	74,90**
Y*BY	5	-	-	15,04**
Ç*BY	15	29,67**	45,56**	58,83**
Y*Ç*BY	15	-	-	16,25
Hata	46/88 ⁺	24,68	31,35	54,18
Genel	71/143 ⁺	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Bitki saplarının karbon içeriklerindeki değişim genel olarak biçim yüksekliklerinin artışı ile yükselme eğilimi şeklinde ortaya çıkmıştır. En yüksek karbon içerikleri, en kalın saplarda ve

en olgun hücrelere sahip olan fizyolojik olumda biçilen bitki saplarında tespit edilmiştir. Fizyolojik olumda ortalama sap karbon oranları ilk yıl %40,19, ikinci yıl %40,40 ve yılların ortalamasında %40,30 olmuştur. Buna karşılık 30-90 cm arasında biçilen bitkilerin ortalama sap karbon oranları 2020, 2021 ve ortalamalarında %37,99-38,65, %37,94-38,53 ve %37,97-38,49 arasında yer almıştır.

Biçim yüksekliklerinin ortalaması olarak çeşitler içerisinde en düşük sap karbon oranları Topper-76'da belirlenmiştir (ilk yıl %37,46, ikinci yıl %38,54 ve ortalama %38,00). Diğer çeşitlerin sap karbon oranları birbirine yakın değerlere sahip olmuştur. İki yıllık ortalamada en yüksek sap karbon oranı fizyolojik olumda biçilen M81-E, en az karbon oranları ise 90 cm'de biçilen Topper-78 çeşidinde ölçülmüştür. Projede sap kısımların karbon içerikleri yıllara göre önemli değişim göstermiştir. Buna göre ilk yılda ortalama karbon oranı %38,53 iken, bu oran ikinci yılda %39,09'a yükselmiştir (Tablo 4.18).

Tablo 4.18. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap karbon oranları (%)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	38,21 e-k	39,79 bc	38,34 e-j	38,30 e-j	38,65 B
60 cm	37,35 ijk	38,76 c-g	38,55 c-l	37,29 jkl	37,99 C
90 cm	37,90 g-k	39,57 cd	38,39 d-j	36,12 l	37,99 C
120 cm	37,85 g-k	38,62 c-h	37,49 h-k	37,02 kl	37,75 C
150 cm	37,53 h-k	39,40 cde	39,56 cd	37,97 f-k	38,62 B
Fizy. olum	39,17 c-f	40,83 b	42,71 a	38,05 f-k	40,19 A
Ortalama	38,00 B	39,49 A	39,17 A	37,46 C	38,53 B
2021 yılı					
30 cm	38,77 f-j	39,15 c-l	36,89 k	39,31 c-h	38,53 CD
60 cm	37,99 h-k	38,65 f-j	40,19 b-e	39,10 d-j	38,98 BC
90 cm	38,22 g-k	37,75 j-k	37,84 ijk	37,95 ijk	37,94 D
120 cm	40,50 bc	40,29 bcd	38,91 e-j	38,26 g-j	39,49 B
150 cm	39,56 b-g	39,69 b-f	39,66 b-f	37,85 ijk	39,19 BC
Fizy. olum	40,14 b-e	40,68 ab	42,00 a	38,78 f-j	40,40 A
Ortalama	39,20 A	39,37 A	39,25 A	38,54 B	39,09 A
İki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	38,49 d-h	39,44 cde	37,61 hi	38,80 c-g	38,59 B
60 cm	37,67 hi	38,71 c-h	39,37 cde	38,20 fgh	38,49 BC
90 cm	38,06 f-l	38,66 c-h	38,11 fi	37,03 l	37,97 C
120 cm	39,17 c-f	39,44 cde	38,20 fgh	37,64 hi	38,61 B
150 cm	38,54 c-h	39,55 cd	39,61 c	37,91 ghi	38,90 B
Fizy. olum	39,66 bc	40,76 b	42,36 a	38,41 e-h	40,30 A
Ortalama	38,60 B	39,43 A	39,21 A	38,00 C	-

Yaprak azot oranı: Araştırma yıllarında yaprakların azot içerikleri çeşitlere, biçim yüksekliklerine ve çeşit*biçim yüksekliklerine göre istatistiki olarak önemli değişim göstermiştir. Yıllar ortalamasında ise sadece biçim yüksekliklerine göre farklılık önemli bulunmuştur (Tablo 4.19).

Tablo 4.19. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak azot oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	39,85**
Hata-1	2	-	-	0,22
Çeşit (Ç)	3	5,24**	1,05**	3,71**
Y*Ç	3	-	-	2,59**
Hata-2	6	-	-	0,57
Biçim Yük. (BY)	5	10,00**	21,51**	27,09**
Y*BY	5	-	-	4,41**
Ç*BY	15	2,98*	5,43**	2,76**
Y*Ç*BY	15	-	-	5,64**
Hata	46/88+	4,62	3,43	7,48
Genel	71/143+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Bitkilerde olgunlaşmaya bağlı olarak yapraklarının azot içerikleri azalmıştır. Buna göre ilk yıl ortalama en yüksek azot oranları %3,29 ve %3,17 ile 30 ve 60 cm boylandığında biçilen bitki yapraklarında, en az azot (%2,16) ise fizyolojik olumda biçilen bitkilerde tespit edilmiştir. Çeşitler içerisinde ortalama yaprak azot içeriği Nutri Honey'de en yüksek (%3,14), M81-E'de en düşük (%2,42) olmuştur. Çeşit*biçim yüksekliği etkileşimine göre, en yüksek yaprak azot oranı (%3,58) 30 cm boylandıca biçilen Nutri Honey, en düşük azot oranı (%1,61) ise fizyolojik olumda biçilen M81-E çeşidinde tespit edilmiştir.

Araştırmanın ikinci yılında ise biçim yüksekliklerine göre yaprakların azot içerikleri önemli ölçüde azalmış ve %0,92-2,55 arasında değişim göstermiştir. Çeşitler içerisinde en yüksek azot oranı %2,00 ile Topper-76'da belirlenirken, bunu Nutrima (%1,83), M81-E (%1,72) ve Nutri Honey (%1,69) takip etmiştir. Çeşit*biçim yüksekliği etkileşimlerinde ise en yüksek azot içeriğine %2,95 ile Topper-76 çeşidinin 30 cm boyunda hasat edilen bitkilerinde, en az oran ise %0,76 ile yine aynı çeşit ve %0,83 ile M81-E çeşitlerinin fizyolojik olum dönemlerindeki bitkilerde tespit edilmiştir.

İki yıllık ortalama sonuçlara göre, yaprakların azot içerikleri sadece biçim yüksekliklerine bağlı olarak değişim göstermiştir. Buna göre en yüksek azot oranları %2,92 ve 2,69 ile 30 ve 60 cm boyunda biçilen bitkilerin yapraklarında, en düşük ise %1,54 ile fizyolojik olumdaki bitkilerde tespit edilmiştir. Çeşitlere göre yaprakların azot oranları %2,07-2,41 ve etkileşimlere

göre ise %1,22-3,18 aralığında belirlenmiştir. Yaprakların ortalama azot içerikleri çalışmanın ilk yılında %2,87 iken, bu oran ikinci yılda %1,81'e düşmüştür (Tablo 4.20).

Tablo 4.20. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak azot oranları (%)

Biçim Yükseklği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	3,58 a	3,23 a-e	2,93 c-h	3,42 abc	3,29 A
60 cm	3,37 a-d	3,38 abc	3,02 b-f	2,92 c-h	3,17 A
90 cm	2,71 e-h	2,89 c-h	1,88 ij	3,15 a-f	2,66 C
120 cm	3,48 ab	3,22 a-e	2,41 hi	3,00 b-g	3,03 AB
150 cm	3,20 a-e	2,82 e-h	2,67 fgh	2,85 d-h	2,88 BC
Fiz. olum	2,49 gh	1,92 ij	1,61 j	2,62 fgh	2,16 D
Ortalama	3,14 A	2,91 B	2,42 C	2,99 AB	2,87 A
2021 yılı					
30 cm	2,46 bc	2,53 ab	2,26 b-e	2,95 a	2,55 A
60 cm	2,46 bc	2,25 b-e	1,77 ghi	2,34 bcd	2,21 B
90 cm	1,89 e-h	1,79 ghi	1,95 d-h	2,24 b-f	1,97 C
120 cm	0,32 l	1,43 ij	1,55 hij	1,88 e-ı	1,29 D
150 cm	2,06 c-g	1,80 f-ı	1,95 d-h	1,81 e-ı	1,91 C
Fiz. olum	0,94 k	1,16 jk	0,83 k	0,76 kl	0,92 E
Ortalama	1,69 B	1,83 AB	1,72 B	2,00 A	1,81 B
iki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	3,02	2,88	2,59	3,18	2,92 A
60 cm	2,91	2,82	2,40	2,63	2,69 AB
90 cm	2,30	2,22	1,92	2,69	2,28 BC
120 cm	1,90	2,33	1,98	2,44	2,16 C
150 cm	2,63	2,31	2,31	2,33	2,40 BC
Fiz. olum	1,71	1,54	1,22	1,69	1,54 D
Ortalama	2,41	2,35	2,07	2,49	-

Sap azot oranı: Bitkilerin sap kısımlarının azot içerikleri araştırmanın ilk yılında çeşitlere, biçim yüksekliklerine ve etkileşimlere göre istatistiki olarak önemli değişim gösterirken, ikinci yıl ve iki yıllık ortalama değerlerde sadece biçim yüksekliklerine göre önemli bulunmuştur (Tablo 4.21).

Tablo 4.21. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap azot oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	19,79**
Hata-1	2	-	-	1,33
Çeşit (Ç)	3	1,71**	2,44	1,44
Y*Ç	3	-	-	2,70**
Hata-2	6	-	-	2,07
Biçim Yük. (BY)	5	33,03**	18,11**	48,95**
Y*BY	5	-	-	2,19
Ç*BY	15	6,14**	6,57	6,60*
Y*Ç*BY	15	-	-	6,10
Hata	46/88+	4,33	18,84	21,58
Genel	71/143+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Araştırmanın her iki yılında da bitkilerin olgunlaşmasına bağlı olarak sap kısımlarındaki azot içeriği azalmıştır. İlk yılda en yüksek azot oranı %2,31, 2,18 ve 2,06 ile 30, 60 ve 90 cm boylarında biçilen bitkilerin saplarında, en düşük oran ise %0,37 ile fizyolojik olumda biçilen bitkilerin saplarında tespit edilmiştir. Diğer taraftan en yüksek sap azot oranına sahip çeşit (%1,88) Topper-76 olurken, bunu sırasıyla %1,58 ile Nutrima ve %1,51 ile Nutri Honey ve M81-E izlemiştir (Tablo 4.22).

Denemenin ikinci yılında, biçim yüksekliklerine göre sapların azot içeriklerinde yüksek değerlere sahip grubu %1,40, 1,12, 1,38 ve 0,97 ile 30 cm, 60 cm, 90 cm ve 120 cm boylarda biçilen, en düşük grubu ise %0,33 ve 0,09 ile 150 cm ve fizyolojik olumda biçilen bitkiler oluşturmuştur. Çeşitlerin ortalama azot oranları %0,66-1,16 arasında değişmiş ve aralarındaki fark önemli olmamıştır (Tablo 4.22).

İki yıllık ortalama da 30 cm, 60 cm ve 90 cm boylarda hasat edilen bitkiler en yüksek azot oranına sahip grubu meydana getirmiştir (sap azot oranları sırasıyla %1,86, 1,65 ve 1,72). En az sap azot oranı (%0,23) ise yine fizyolojik olumda hasat edilen bitkilerde tespit edilmiştir. Çeşitlere göre de ortalama sap azot içerikleri %1,09-1,33 arasında değişmiştir. Araştırmada yıllara göre sap kısımların ortalama azot içerikleri önemli değişim göstermiştir. Araştırmanın ikinci yılına ait azot içerikleri yaklaşık olarak %45 oranında düşüş göstermiştir (Tablo 4.22).

Tablo 4.22. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap azot oranları (%)

Biçim Yükseklği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	1,94 cde	2,72 a	2,29 a-d	2,29 a-d	2,31 A
60 cm	2,47 ab	1,91 cde	1,71 efg	2,65 a	2,18 A
90 cm	1,80 def	1,56 e-h	2,53 a	2,37 abc	2,06 A
120 cm	1,71 efg	1,97 b-e	1,16 hı	1,69 efg	1,63 B
150 cm	0,95 ı	1,11 hı	1,36 f-ı	1,25 ghi	1,17 C
Fiz. olum	0,19 j	0,24 j	0,02 j	1,05 ı	0,37 D
Ortalama	1,51 B	1,58 B	1,51 B	1,88 A	1,62 A
2021 yılı					
30 cm	1,42	1,19	1,70	1,31	1,40 A
60 cm	1,27	1,72	0,56	0,92	1,12 A
90 cm	2,15	1,31	0,79	1,25	1,38 A
120 cm	1,81	0,97	0,47	0,61	0,97 A
150 cm	0,21	0,19	0,45	0,46	0,33 B
Fiz. olum	0,09	0,13	0,01	0,14	0,09 B
Ortalama	1,16	0,92	0,66	0,78	0,88 B
iki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	1,68	1,95	2,00	1,80	1,86 A
60 cm	1,87	1,81	1,14	1,78	1,65 AB
90 cm	1,97	1,43	1,66	1,81	1,72 A
120 cm	1,76	1,44	0,81	1,15	1,29 B
150 cm	0,58	0,65	0,90	0,85	0,75 C
Fiz. olum	0,14	0,18	0,02	0,60	0,23 D
Ortalama	1,33	1,24	1,09	1,33	-

4.1.7 Ham Protein Oranı

Yaprak ham protein oranı: Araştırmada sorgum çeşitlerinin yapraklarına ait ham protein içerikleri birinci yıl, ikinci yıl ve iki yıllık ortalama değerleri çeşitlere ($p < 0,0001$) ve biçim yüksekliklerine ($p < 0,0001$) göre istatistiki olarak önemli bulunurken, çeşit*biçim yüksekliklerine göre ise bu değişim önemsiz düzeyde kalmıştır (Tablo 4.23).

Tablo 4.23. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak ham protein oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	745,20**
Hata-1	2	-	-	37,28
Çeşit (Ç)	3	504,37**	197,98**	306,33**
Y*Ç	3	-	-	396,02**
Hata-2	9	-	-	21,31
Biçim Yük. (BY)	5	829,48**	1181,41**	1967,98**
Y*BY	5	-	-	42,92
Ç*BY	15	156,77	68,30	154,39
Y*Ç*BY	15	-	-	70,69
Hata	261/516+	2459,56	1264,50	3715,68
Genel	287/575+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Çalışmanın ilk yılında çeşitlerin yaprak protein içerikleri arasında ortalama en yüksek ham protein içeriği %15,31 ile Nutri Honey çeşidi ön plana çıkarken, bunu sırasıyla %12,22 ile Topper-76, %11,77 ile M81-E ve %11,58 ile Nutrima çeşitleri izlemiştir. Biçim yüksekliğinin artışına bağlı olarak yaprakların ham protein içeriklerinde düşüşler olmuştur. En yüksek ham protein oranları %15,19 ile 30 cm ve %14,67 ile 60 cm yükseklikten biçilen bitkilerde belirlenirken, bunları %13,20 ile 90 cm, %12,81 ile 120 cm ve %12,13 ile 150 cm yükseklikten biçilen bitkiler izlemiştir. En düşük ham protein oranı ise %8,31 ile fizyolojik olum döneminde hasat edilen bitkilerin yapraklarında tespit edilmiştir. Çeşit ile biçim yüksekliği etkileşimlerinde ise en yüksek ham oranı %17,13 ile Nutri Honey çeşidinin 30 cm yükseklikten biçilen bitkilerinde belirlenirken, en düşük ise %5,81 ile Topper-76 çeşidinin fizyolojik olum döneminde hasat edilen parsellerinde tespit edilmiştir.

Denemenin ikinci yılında bitki çeşitlerine göre yaprakların ham protein içeriklerinde en yüksek ham protein oranı %11,74 ile Topper-76 çeşidi en yüksek orana sahip olurken, diğer çeşitler %9,32-9,66 arasında değerlere sahip olmuşlardır. Biçim yüksekliklerine göre yaprakların ham protein içerikleri ilk yıla benzer değişim göstermiştir. Biçim yüksekliklerinin artışına bağlı olarak yaprakların protein içeriklerinde düşüşler olmuştur. Buna göre en yüksek ham protein oranı %13,35 ile 30 cm yükseklikten biçilen bitkilerde belirlenirken, en düşük ise %4,61 ile fizyolojik olum döneminde hasat edilen bitkilerde tespit edilmiştir. Bitki çeşidi ile biçim yüksekliği etkileşimlerinde ise yaprakların ham protein içerikleri %2,54-15,18 arasında değerlere sahip olmuştur.

İki yıllık ortalama değerlerde ise en yüksek ham protein içerikleri %12,49 ile Nutri Honey ve %11,98 ile Topper-76 çeşitlerinde belirlenirken, bunları %10,67 ile Nutrima ve %10,55 ile M81-E çeşitleri izlemiştir. Biçim yüksekliklerine göre yaprakların ortalama en yüksek ham protein içeriği %14,27 ile 30 cm yükseklikten biçilen parsellerde tespit edilirken, en düşük ise %6,46 ile fizyolojik olum döneminde hasadı gerçekleştirilen bitkilerde belirlenmiştir. Etkileşimlere göre ham protein değişimleri %15,10-4,92 arasında gerçekleşmiştir. Yıllara göre yaprakların ortalama ham protein içeriklerinde %20 oranında değişim meydana gelmiştir (Tablo 4.24).

Tablo 4.24. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak ham protein oranları (%)

Biçim Yükseklği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	17,13	15,02	13,60	15,01	15,19 A
60 cm	16,80	14,40	13,64	13,85	14,67 A
90 cm	16,07	12,28	11,78	12,68	13,20 B
120 cm	15,79	10,00	12,31	13,15	12,81 B
150 cm	14,08	9,66	11,97	12,82	12,13 B
Fizy. olum	12,00	8,14	7,30	5,81	8,31 C
Ortalama	15,31 A	11,58 B	11,77 B	12,22 B	12,72 A
2021 yılı					
30 cm	11,86	13,39	12,96	15,18	13,35 A
60 cm	11,07	10,90	10,76	13,76	11,62 B
90 cm	10,44	10,28	10,00	12,85	10,89 BC
120 cm	9,88	10,38	10,38	12,29	10,74 C
150 cm	9,20	8,17	9,30	11,34	9,50 D
Fiz. olum	5,53	5,38	2,54	5,01	4,61 E
Ortalama	9,66 B	9,75 B	9,32 B	11,74 A	10,12 B
İki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	14,49	14,20	13,28	15,10	14,27 A
60 cm	13,93	12,65	12,20	13,81	13,15 B
90 cm	13,26	11,28	10,89	12,76	12,05 C
120 cm	12,83	10,19	11,35	12,72	11,77 CD
150 cm	11,64	8,91	10,63	12,08	10,82 D
Fiz. olum	8,76	6,76	4,92	5,41	6,46 E
Ortalama	12,49 A	10,67 B	10,55 B	11,98 A	

Sap ham protein oranı: Denemde bitkilerin sap kısımlarına ait ham protein içerikleri araştırmanın ilk yılı, ikinci yılı ve iki yıllık ortalama değerlere göre çeşitlere ve biçim yüksekliklerine göre istatistiki olarak önemli değişim göstermiştir. Çeşit*biçim yüksekliği etkileşimleri birinci ve ikinci yıl önemli olurken, iki yıllık ortalama ise önemsiz düzeyde kalmıştır (Tablo 4.25).

Tablo 4.25. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap ham protein oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	1160,21**
Hata-1	2	-	-	1,09
Çeşit (Ç)	3	175,04**	185,51**	156,50**
Y*Ç	3	-	-	204,05**
Hata-2	9	-	-	31,79
Biçim Yük. (BY)	5	1449,47**	1343,11**	2765,20**
Y*BY	5	-	-	27,32
Ç*BY	15	298,61**	98,26**	203,06**
Y*Ç*BY	15	-	-	193,81**
Hata	261/516 ⁺	2578,95	664,54	3214,97
Genel	287/575 ⁺	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Çalışmanın ilk yılında çeşitlere göre sapların ham protein içeriklerinde en yüksek ham protein oranına %9,84 ile Nutrima çeşidinde belirlenirken, bunu sırasıyla %8,22 ile Topper-76, %8,03 ile M81-E ve %7,42 ile Nutri Honey çeşitleri izlemiştir. Yaprak kısmında olduğu gibi sap kısmın protein içerikleri biçim yüksekliklerinin artışına bağlı olarak düşmüştür. Buna göre en yüksek ham protein oranı %12,12 ile 30 cm yükseklikten biçilen parsellerde belirlenirken, en düşük ise %5,96 ile 150 cm ve %5,69 ile fizyolojik olum dönemlerinde hasat edilen bitkilerde tespit edilmiştir. Etkileşimlere göre en yüksek ortalama ham protein içeriği %14,77 ile Nutrima çeşidinin 30 cm yükseklikten biçilen bitki saplarında belirlenirken, en düşük ise %2,90 ile Nutri Honey çeşidinin fizyolojik olum dönemindeki bitkilerinde tespit edilmiştir.

Araştırmanın ikinci yılında çeşitlere göre en yüksek ham protein oranı %6,64 ile Topper-76 çeşidinde belirlenirken, bunu %5,08 ile M81-E çeşidi izlemiştir. En düşük oranlara ise %4,46 ile Nutrima ve %4,33 ile Nutri Honey sorgum Sudanotu çeşitlerinde belirlenmiştir. Biçim yüksekliğinin artışına bağlı olarak bitkilerin sap kısımlarının ortalama ham protein içeriklerinde düşümler olmuştur. Buna göre en yüksek ham protein oranı %8,56 ile 30 cm yükseklikten biçilen bitkilerde, en düşük ise %1,46 ile fizyolojik olum döneminde hasat edilen bitki saplarında tespit edilmiştir. Çeşit*biçim yüksekliği etkileşimlerine göre en yüksek ham protein içeriği %10,27 ile Topper-76 çeşidinin 30 cm yükseklikten biçilen bitkilerinde belirlenirken, bunu %9,50 ile yine aynı çeşidin 60 cm biçilen bitkileri ve %8,42 ile aynı çeşidin 90 cm yükseklikten bitkileri izlemiştir. En düşük değerler ise %1,05 ve %1,30 ile M81-E ve Nutrima çeşitlerinin fizyolojik olum dönemlerindeki bitkilerinde bulunmuştur.

İki yıllık ortalama sonuçlara göre saptaki ortalama en yüksek ham protein oranı %7,43 ile Topper-76 çeşidi öne çıkarken, en düşük ise %5,88 ile Nutri Honey çeşidinde belirlenmiştir. Biçim yüksekliklerine göre sap kısmın ham protein değişimi ilk yıl ve ikinci yıla benzerlik göstermiştir. Buna en yüksek ham protein oranı 30 cm yükseklikten biçilen bitkilerde belirlenirken, bunu sırasıyla 60, 90, 120, 150 ve fizyolojik dönemlerinde hasat edilen bitkiler izlemiştir. Çeşit ile biçim yüksekliği etkileşimi iki yıllık ortalama değerler bakımından önemli değişim göstermiştir. Bu kısımda ise sapların ham protein içerikleri %10,67-2,30 arasında değişim göstermiştir. İkinci yılda sapların ortalama ham protein içeriklerinde %20'ye varan düşümler gerçekleşmiştir (Tablo 4.26).

Tablo 4.26. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap ham protein oranları (%)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	12,24 bc	14,77 a	10,41 cde	11,07 bcd	12,12 A
60 cm	9,45 def	12,50 b	9,09 d-g	9,57 def	10,15 B
90 cm	8,53 e-h	12,52 abc	7,32 f-ı	7,93 f-ı	9,07 B
120 cm	7,01 g-j	8,77 e-h	6,64 hij	6,65 hij	7,27 C
150 cm	4,43 jk	5,15 ijk	6,91 f-j	7,34 f-j	5,96 C
Fiz. olum	2,90 k	5,30 h-k	7,81 d-j	6,76 f-k	5,69 C
Ortalama	7,42 B	9,84 A	8,03 B	8,22 B	8,38 A
2021 yılı					
30 cm	7,97 cd	8,48 bc	7,52 cde	10,27 a	8,56 A
60 cm	6,30 fgh	6,57 efg	7,25 def	9,50 ab	7,41 B
90 cm	4,64 ijk	4,45 i-l	5,32 hi	8,42 bcd	5,71 C
120 cm	3,32 lmn	3,70 klm	5,56 ghi	5,08 ij	4,41 D
150 cm	2,08 no	2,30 mno	3,76 j-m	4,81 ijk	3,24 E
Fiz. olum	1,70 no	1,30 o	1,05 o	1,79 no	1,46 F
Ortalama	4,33 C	4,46 C	5,08 B	6,64 A	5,13 B
iki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	10,10	11,63	8,96	10,67	10,33 A
60 cm	7,88	9,54	8,17	9,54	8,78 B
90 cm	6,58	8,48	6,32	8,18	7,39 C
120 cm	5,16	6,23	6,10	5,86	5,84 D
150 cm	3,25	3,72	5,33	6,07	4,60 E
Fiz. olum	2,30	3,30	4,43	4,27	3,57 E
Ortalama	5,88 C	7,15 AB	6,55 BC	7,43 A	

4.1.8 Ham Kül Oranı

Yaprak ham kül oranı: Farklı bitki çeşitlerinin yapraklarının ham kül içerikleri yapılan varyans değerlendirmesine göre her iki yılda da çeşitlere ve biçim yüksekliklerine (p:0,0001) göre önemli değişim göstermiştir. Bunlar arasındaki etkileşimlere göre olan bu değişimler ilk yıl ve iki yıllık ortalamalara göre önemli, çalışmanın ikinci yılında ise bu değişim önemsiz düzeyde kalmıştır (Tablo 4.27).

Tablo 4.27. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak ham kül oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	82,31**
Hata-1	2	-	-	8,81
Çeşit (Ç)	3	97,51**	56,15**	36,75**
Y*Ç	3	-	-	116,91**
Hata-2	9	-	-	6,24
Biçim Yük. (BY)	5	19,65*	57,97**	42,41**
Y*BY	5	-	-	35,21**
Ç*BY	15	89,25**	12,82	58,17**
Y*Ç*BY	15	-	-	43,90**
Hata	261/516+	451,99	215,53	664,53
Genel	287/575+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Araştırmanın ilk yılında yaprakların ortalama ham kül içeriklerinin en yüksek olduğu çeşitler %11,50 ile Topper-76 ve %11,35 ile Nutri Honey olurken, M81-E çeşidi %10,80 ve %9,80 ile Nutrima çeşitleri ise daha az ham kül içeriğine çeşitler olmuşlardır. Bitiklerin olgunlaşmasına bağlı olarak yaprak kısımlarının ham kül içerikleri düzenli olarak azalmıştır. Buna göre en yüksek ham kül içeriği %11,30 ile 30 cm yükseklikten biçilen bitkilerin yapraklarında belirlenirken, en düşük orana ise %10,84 ile 150 cm ve %10,93 ile fizyolojik olum dönemlerinde hasat edilen bitkilerde rastlanılmıştır. Etkileşimlere göre en yüksek ham kül içeriği %13,60 ile Topper-76 çeşidinin fizyolojik olum döneminde hasat edilen bitkilerinde belirlenirken, en düşük ise %7,48 ile Nutrima çeşidinin fizyolojik olum dönemindeki bitkilerin yapraklarında tespit edilmiştir.

Çalışmanın ikinci yılında çeşitlerin yapraklarının ortalama ham kül içeriklerinde sorgum sudan otu çeşitleri ön plana çıkmıştır. Buna göre en yüksek ham kül oranları %12,24 ve %12,19 ile Nutrima ve Nutri Honey çeşitlerinde belirlenirken, bunu %11,42 ile M81-E ve %11,06 ile Topper-76 çeşitleri izlemiştir. Bu dönemde bitkilerin olgunlaşmasına bağlı olarak yaprakların ham kül içerikleri artış göstermiştir. Buna göre en yüksek ham kül oranları %13,14 ile fizyolojik olum döneminde hasat edilen bitkilerin yapraklarında tespit edilirken, en düşük değerlere ise sırasıyla %11,15, %11,32 ve %11,32 ile 90 cm, 120 cm, 30 cm ve 60 cm yükseklikten hasat edilen bitkilerde tespit edilmiştir.

İki yıllık ortalama ham kül içeriklerinde en yüksek değere %11,77 ile Nutri Honey çeşidinde rastlanılırken, bunu %11,28 ile Topper-76, %11,11 ile M81-E ve %11,02 ile Nutrima çeşitleri izlemiştir. Bitkilerin olgunlaşmasına bağlı olarak yapraklarında ham kül birikimi artış göstermiştir. En yüksek ham kül oranları %12,05 ile fizyolojik olum döneminde hasat edilen bitkilerde belirlenirken, en düşük değerlere ise %10,94 ile 90 cm ve %10,96 ile 120 cm yükseklikten biçilen bitkilerde gözlemlenmiştir. Etkileşimlerde ise en yüksek ham kül oranları %13,12 ile Topper-76, %12,57 ile M81-E ve %12,00 ile Nutri Honey çeşitlerinin fizyolojik olum dönemlerindeki bitkilerde tespit edilirken, en düşük orana ise %10,24 ile M81-E çeşidinin 90 cm yükseklikten hasat edilen bitkilerinde belirlenmiştir. İlk yılda yaprakların ham kül içerikleri %10,86 iken, bu oran ikinci yılda %11,73'e yükselmiştir (Tablo 4.28).

Tablo 4.28. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak ham kül oranları (%)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	11,44 bc	11,03 b-g	11,34 bc	11,40 bc	11,30 A
60 cm	11,29 bcd	10,44 d-g	10,29 e-h	11,02 b-g	10,76 B
90 cm	11,76 b	10,52 c-g	10,02 fgh	10,66 c-g	10,74 B
120 cm	11,24 b-e	9,38 h	10,58 c-g	11,21 b-e	10,60 B
150 cm	11,66 bc	9,97 fgh	10,63 b-g	11,10 b-g	10,84 AB
Fiz. olum	10,70 b-h	7,48 ı	11,93 abc	13,60 a	10,93 AB
Ortalama	11,35 A	9,80 C	10,80 B	11,50 A	10,86 B
2021 yılı					
30 cm	11,72	11,84	11,36	10,76	11,42 C
60 cm	12,26	11,68	10,87	10,86	11,42 C
90 cm	11,58	11,88	10,46	10,67	11,15 C
120 cm	11,89	11,94	11,18	10,26	11,32 C
150 cm	12,37	12,54	11,42	11,15	11,87 B
Fiz. olum	13,30	13,58	13,21	12,64	13,14 A
Ortalama	12,19 A	12,24 A	11,42 B	11,06 C	11,73 A
İki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	11,58 cde	11,43 c-g	11,35 c-h	11,08 e-ı	11,36 B
60 cm	11,77 bcd	11,06 e-ı	10,58 ij	10,94 f-ı	11,09 BCD
90 cm	11,67 b-e	11,20 d-ı	10,24 j	10,66 ij	10,94 D
120 cm	11,57 b-f	10,66 ij	10,88 f-j	10,74 g-ı	10,96 CD
150 cm	12,02 bc	11,25 c-ı	11,03 d-j	11,13 hij	11,36 BC
Fiz. olum	12,00 a-e	10,53 gj	12,57 ab	13,12 a	12,05 A
Ortalama	11,77 A	11,02 B	11,11 B	11,28 B	

Sap ham kül oranı: Sorgum sudan otu ve şeker sorgumu çeşitlerinin sap kısımlarının ham kül içerikleri araştırmanın her iki yılı ile iki yıllık ortalama sonuçlarına göre, çeşitler, biçim yükseklikleri ve çeşit*biçim yüksekliği etkileşimlerinde istatistiki olarak önemlilik bulunmuştur (Tablo 4.29).

Tablo 4.29. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap ham kül oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	65,04**
Hata-1	2	-	-	2,18
Çeşit (Ç)	3	18,09**	37,28**	43,30**
Y*Ç	3	-	-	12,06**
Hata-2	9	-	-	14,89
Biçim Yük. (BY)	5	192,55**	239,81**	424,75**
Y*BY	5	-	-	7,61
Ç*BY	15	103,58**	42,90**	51,72**
Y*Ç*BY	15	-	-	94,76**
Hata	261/516+	450,98	253,17	698,61
Genel	287/575+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analiz için serbestlik derecesini göstermektedir.

İlk yıla ait en yüksek ham kül (%9,36) Nutrima çeşidinde belirlenmiştir. Diğer çeşitlerin ham kül içerikleri %8,62-8,79 arasında değerlere sahip olmuştur. Biçim yüksekliklerinin artmasına bağlı olarak ham kül oranları azalmıştır. En yüksek ham kül içeriği %10,17 ile 30 cm yükseklikten biçilen bitkilerin sap kısımlarında belirlenirken, en düşük ham kül içeriği ise %7,26 ile fizyolojik olum döneminde hasat edilen bitkilerde tespit edilmiştir. Etkileşimlere göre en yüksek ham kül oranları %10,99, %10,62 ve %10,82 ile Nutrima çeşidinin 30 cm, 60 cm ve 90 cm yükseklikten biçilen parsellerindeki bitkilerde tespit edilmiştir. En düşük ham kül içeriği ise %5,72 ile Nutri Honey çeşidinin fizyolojik olum döneminde hasat edilen bitkilerde ölçülmüştür (Tablo 4.30).

Araştırmanın ikinci yılında ham kül oranındaki değişimde SSM çeşitleri ön plana çıkmıştır. Buna göre en yüksek ham kül oranları %8,49 ve %8,45 ile Nutri Honey ve Nutrima çeşitlerinde belirlenirken, şeker sorgum çeşitlerinde (Topper-76 ve M81-E) bu oranlar %7,46 ve 8,03 olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.30).

İki yıllık ortalama sonuçlara göre, SSM çeşitlerinin ham kül içerikleri şeker sorgum çeşitlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Bunun yanında biçim yüksekliklerindeki artış ile ham kül içerikleri düşmüştür. Çeşitlere göre en yüksek ham kül içerikleri %8,90 ile Nutrima ve %8,61 ile Nutri Honey çeşitlerinde belirlenirken, en düşük ham kül (%8,04) Topper-76 çeşidinde tespit edilmiştir. Biçim yüksekliklerine göre en yüksek ham kül oranı %9,82 ile 30 cm yükseklikten biçilen bitkilerde, en düşük ise %6,49 ile fizyolojik olum döneminde hasat edilen bitkilerde tespit edilmiştir. Etkileşimlere göre ise en yüksek ham kül oranları %10,33 ile Nutrima çeşidinin 30 cm yüksekliğinden hasat edilen bitkilerinde, en düşük ise %6,00, %6,21 ve %6,64 ile fizyolojik olum döneminde hasat edilen Nutri Honey, Topper-76 ve M81-E çeşitlerinde belirlenmiştir. Araştırmanın ikinci yılında sap kısımların ham kül içeriklerinde yaklaşık olarak %8 oranında düşüşler gerçekleşmiştir (Tablo 4.30).

Tablo 4.30. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap ham kül oranları (%)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	10,17 bcd	10,99 a	9,84 c-f	9,69 d-g	10,17 A
60 cm	10,01 b-e	10,62 abc	9,27 e-h	9,03 fgh	9,73 B
90 cm	9,80 b-g	10,82 ab	7,86 jkl	8,02 i-l	9,13 C
120 cm	9,08 e-ı	9,00 f-ı	8,85 g-j	7,83 jkl	8,69 CD
150 cm	7,63 kl	7,64 kl	8,88 f-k	8,92 e-k	8,27 D
Fiz. olum	5,72 m	7,09 lm	8,05 h-l	8,21 h-l	7,26 E
Ortalama	8,73 B	9,36 A	8,79 B	8,62 B	8,88 A
2021 yılı					
30 cm	9,80 a	9,67 ab	9,31 abc	9,12 bcd	9,47 A
60 cm	9,16 a-d	9,22 abc	8,77 c-f	9,07 b-e	9,06 B
90 cm	8,71 c-f	8,20 fg	8,37 ef	8,46 def	8,43 C
120 cm	8,67 c-f	8,42 def	9,06 b-e	6,89 ı	8,26 C
150 cm	8,30 efg	7,99 fgh	7,45 ghi	7,03 hı	7,69 D
Fiz. olum	6,28 ij	7,19 ghi	5,23 jk	4,21 k	5,72 E
Ortalama	8,49 A	8,45 A	8,03 B	7,46 C	8,11 B
İki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	9,98 ab	10,33 a	9,58 bcd	9,40 cde	9,82 A
60 cm	9,58 bcd	9,92 abc	9,02 def	9,05 def	9,39 B
90 cm	9,25 c-f	9,51 b-e	8,11 h-k	8,24 ghi	8,78 C
120 cm	8,87 efg	8,71 fgh	8,95 d-g	7,36 jkl	8,47 C
150 cm	7,96 h-k	7,82 ijk	8,17 g-k	7,98 h-k	7,98 D
Fiz. olum	6,00 m	7,14 j-m	6,64 lm	6,21 m	6,49 E
Ortalama	8,61 AB	8,90 A	8,41 B	8,04 C	

4.1.9 Ham Yağ Oranı

Yaprak ham yağ oranı: Sorgum çeşitlerinin yapraklarına ait ham yağ içerikleri uygulanan faktörlere göre sadece biçim yüksekliklerine bağlı olarak tüm yıllarda önemli değişim gösterirken, çeşitlere ve çeşit*biçim yüksekliği etkileşimlerinde değişim önemsiz düzeyde kalmıştır (Tablo 4.31).

Tablo 4.31. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak ham yağ oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	0,000734
Hata-1	2	-	-	0,037596
Çeşit (Ç)	3	0,148229	0,2184708	0,271096
Y*Ç	3	-	-	0,095603
Hata-2	6	-	-	0,175569
Biçim Yük. (BY)	5	10,594660**	9,7336458**	20,239297**
Y*BY	5	-	-	0,089009
Ç*BY	15	0,321636	0,6132375	0,321532
Y*Ç*BY	15	-	-	0,631341
Hata	46/88+	2,260862	1,441675	3,797585
Genel	71/143+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Araştırmanın tüm yıllarında biçim yüksekliğinin artışına bağlı olarak ham yağ içeriklerinde düşüşler gerçekleşmiştir. İlk yılda en yüksek ham yağ oranı %3,39 ile 30 cm yükseklikten hasat edilen bitkilerin yapraklarından elde edilirken, en düşük değerler ise %2,23 ile fizyolojik olum döneminde hasat edilen bitkilerde tespit edilmiştir. Çeşitlere göre ham yağ içerikleri %2,70-2,83, çeşit ile biçim yüksekliği etkileşimlerine göre ise %2,19-3,51 arasında değişim göstermiştir (Tablo 4.32).

Çalışmanın ikinci yılında biçim yüksekliklerine göre ham yağ değişimlerinde en az oranlar %3,39 ile 30 cm ve %2,98 ile 60 cm yükseklikten biçilen parsellerde belirlenirken, bunları %2,82 ile 90 cm, %2,62 ile 120 cm ve %2,48 ile 150 cm yükseklikten biçilen parseller takip etmiştir. En düşük ham yağ oranı ise %2,25 ile ilk yılda olduğu gibi fizyolojik olum döneminde hasatı gerçekleştirilen bitkilerde belirlenmiştir. Çeşit ortalamaları ise %2,67-2,81 arasında değişim göstermiştir (Tablo 4.32).

Yaprakların İki yıllık ortalama ham yağ değişimleri ilk iki yıla benzerlik göstermiştir. En yüksek ham yağ oranı %3,39 ile en düşük yükseklikten biçilen (30 cm) parsellerden elde edilirken, en düşük değerler ise (%2,24) en yüksekten biçilen (fizyolojik olum) bitkilerden elde edilmiştir. Çeşitlere göre ortalama yaprak ham yağ oranları %2,71-2,82 arasında, etkileşimlere göre ise %2,22-3,49 arasında gerçekleşmiştir (Tablo 4.32).

Tablo 4.32. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak ham yağ oranları (%)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	3,51	3,34	3,31	3,38	3,39 A
60 cm	3,26	2,94	3,12	3,01	3,02 B
90 cm	2,87	2,77	2,73	2,72	2,77 C
120 cm	2,76	2,51	2,62	2,68	2,64 C
150 cm	2,33	2,47	2,54	2,47	2,46 D
Fiz. olum	2,25	2,19	2,26	2,22	2,23 E
Ortalama	2,83	2,70	2,76	2,75	2,76
2021 yılı					
30 cm	3,20	3,32	3,67	3,38	3,39 A
60 cm	3,06	2,90	3,04	2,91	2,98 B
90 cm	2,86	2,86	2,87	2,69	2,82 C
120 cm	2,75	2,62	2,58	2,52	2,62 D
150 cm	2,69	2,54	2,38	2,31	2,48 D
Fiz. olum	2,23	2,25	2,30	2,22	2,25 E
Ortalama	2,80	2,75	2,81	2,67	2,76
İki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	3,36	3,33	3,49	3,38	3,39 A
60 cm	3,16	2,92	3,08	2,96	3,03 B
90 cm	2,86	2,82	2,80	2,70	2,80 C
120 cm	2,75	2,56	2,60	2,60	2,63 D
150 cm	2,51	2,51	2,46	2,39	2,47 E
Fiz. olum	2,24	2,22	2,28	2,22	2,24 F
Ortalama	2,82	2,73	2,79	2,71	

Sap ham yağ oranı: Farklı sorgum çeşitlerinin sap kısımlarına ait ham yağ içerikleri tüm yıllarda da çeşitlere (p: 0,0001) ve biçim yüksekliklerine (p: 0,0001) göre istatistiki olarak önemli değişim gösterirken, bunlar arasında etkileşimler önemsiz olmuştur (Tablo 4.33).

Tablo 4.33. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap ham yağ oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	0,103469**
Hata-1	2	-	-	0,015726
Çeşit (Ç)	3	1,1280819**	1,3901153**	2,481722**
Y*Ç	3	-	-	0,036475
Hata-2	6	-	-	0,107512
Biçim Yük. (BY)	5	6,9332569**	6,6563458	13,550272**
Y*BY	5	-	-	0,039331
Ç*BY	15	0,0797597	0,2687264	0,241861
Y*Ç*BY	15	-	-	0,106625
Hata	46/88+	1,0570139	0,6024000	1,708494
Genel	71/143+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Bitkilerin yaprak kısımlarında olduğu gibi sap kısımlarında da olgunlaşmaya bağlı olarak ham yağ içerikleri azalmıştır. Araştırmanın ilk yılında en yüksek ham yağ içeriği %2,26 ile 30 cm yükseklikten biçilen bitkilerde belirlenirken, en düşük ham yağ içeriği %1,34 ile fizyolojik olum döneminde hasat edilen bitkilerde saptanmıştır. Öte yandan genel olarak şeker sorgum çeşitleri (M81-E ve Topper-76) sorgum sudan otu çeşitlerine (Nutri Honey ve Nutrima) nazaran saplarında daha fazla yağ biriktirmişlerdir. Araştırmanın ilk yılında en yüksek ham yağ içerikleri %1,96 ile M81-E ve %1,75 ile Topper-76 çeşitleri öne çıkarken, en düşük oranlar Nutri Honey (%1,72) ve Nutrima (%1,61) çeşitlerinde kaydedilmiştir (Tablo 4.34).

Araştırmanın ikinci yılında, en yüksek ham yağ oranı %2,16 ile en kısa biçilen parsellerdeki bitkilerde, en düşük (%1,26) ise en yüksekten biçilen bitkilerde belirlenmiştir. Çeşitlere göre en yüksek ham yağ oranlarına M81-E (%1,90) ve Topper-76 (%1,73) sahip olurken, Nutri Honey (%1,62) ve Nutrima (%1,55) en az yağ içermişlerdir (Tablo 4.34).

Çalışmada iki yıllık ortalama ham yağ değişimleri ilk iki yılla benzerlik göstermiştir. En yüksek ham yağ oranı %2,21 ile 30 cm ve %2,00 ile 60 cm yükseklikten biçilen parsellerde, en düşük ise %1,30 ile fizyolojik olum döneminde ve %1,49 ile 150 cm yükseklikten biçilen bitkilerde belirlenmiştir. Çeşitlere göre en yüksek ham yağ içeriği %1,94 ile M81-E çeşidi öne çıkarken, en düşük ham yağ ise %1,58 ile Nutrima çeşidi olmuştur. Bunun yanında ilk yılda sapların ortalama ham yağ içerikleri %1,76 iken, bu oran çalışmanın ikinci yılında %1,71'e düşmüştür (Tablo 4.34).

Tablo 4.34. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap ham yağ oranları (%)

Biçim Yükseklği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	2,25	2,05	2,46	2,29	2,26 A
60 cm	1,99	1,86	2,20	2,05	2,03 B
90 cm	1,76	1,62	2,01	1,75	1,78 C
120 cm	1,52	1,53	1,86	1,60	1,63 D
150 cm	1,51	1,37	1,71	1,47	1,52 D
Fiz. olum	1,31	1,24	1,50	1,30	1,34 E
Ortalama	1,72 B	1,61 C	1,96 A	1,75 B	1,76 A
2021 yılı					
30 cm	2,02	1,92	2,41	2,83	2,16 A
60 cm	1,85	1,76	2,27	2,03	1,98 B
90 cm	1,71	1,60	2,02	2,72	1,76 C
120 cm	1,58	1,53	1,82	1,55	1,62 D
150 cm	1,39	1,29	1,66	1,48	1,46 E
Fiz. olum	1,19	1,19	1,32	1,32	1,26 F
Ortalama	1,62 C	1,55 C	1,92 A	1,73 B	1,71 B
iki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	2,14	1,98	2,44	2,29	2,21 A
60 cm	1,92	1,81	2,23	2,04	2,00 B
90 cm	1,74	1,61	2,02	1,74	1,77 C
120 cm	1,55	1,53	1,84	1,58	1,62 D
150 cm	1,45	1,33	1,69	1,48	1,49 E
Fiz. olum	1,25	1,22	1,41	1,31	1,30 F
Ortalama	1,67 C	1,58 D	1,94 A	1,74 B	

4.1.10 Tanen, NDF, ADF ve ADL Oranları

Yaprak tanen oranı: Sorgum çeşitlerinin yapraklarındaki tanen oranları araştırmanın ilk yılında çeşitlere ve biçim yüksekliklerine göre önemli değişim gösterirken, ikinci yıl ve iki yıllık ortalamalara göre sadece biçim yüksekliklerine göre olan değişim önemli olmuştur. Çeşit*biçim yüksekliği etkileşimleri önemli çıkmamıştır (Tablo 4.35).

Tablo 4.35. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak tanen oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalamaları		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	0,011022**
Hata-1	2	-	-	0,001781
Çeşit (Ç)	3	0,013749**	0,000372	0,006406
Y*Ç	3	-	-	0,007715
Hata-2	6	-	-	0,002530
Biçim Yük. (BY)	5	0,062259**	0,054857**	0,116529**
Y*BY	5	-	-	0,000588
Ç*BY	15	0,009127	0,003842	0,006840
Y*Ç*BY	15	-	-	0,006129
Hata	46/88 ⁺	0,066294	0,040864	0,110895
Genel	71/143 ⁺	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Araştırmanın ilk yılında yaprakların tanen içerikleri SSM çeşitlerinde daha yüksek bulunmuştur. Buna göre en yüksek tanen oranları %0,202 ile Nutri Honey ve %0,198 ile Nutrima'da belirlenirken, en düşük değerler %0,185 ile M81-E ve %0,167 ile Topper-76'da tespit edilmiştir. Bitkilerin olgunlaşmasına bağlı olarak yapraklarındaki tanen miktarı artmıştır. En yüksek tanen içeriği %0,238 ile fizyolojik olum döneminde ve %0,210 ile 150 cm yükseklikten hasat edilen bitkilerde, en düşük ise %0,149 ile 30 cm, %0,164 ile 60 cm ve %0,176 ile 90 cm yükseklikten hasat edilen bitkilerde belirlenmiştir (Tablo 4.36).

Çalışmanın ikinci yılında da yaprakların tanen içeriklerindeki değişimler ilk yıla benzer olmuştur. Buna göre, en yüksek tanen oranları %0,214 ve %0,197 ile fizyolojik olum ve 150 cm yükseklikten, en düşük ise %0,136 ve %0,147 ile 30 ve 60 cm yükseklikten hasat edilen bitkilerde belirlenmiştir. Çeşitlere göre tanen içerikleri %0,168-0,173, etkileşimlere göre ise %0,132-0,217 arasında değişmiştir (Tablo 4.36).

İki yıllık ortalama sonuçlara göre, yaprakların tanen oranları biçim yüksekliklerinin artışına bağlı olarak artmıştır. Dolayısıyla en yüksek tanen oranı %0,223 ile fizyolojik olumda hasat edilen bitkilerde saptanırken, en düşük oranlar %0,143 ile 30 cm ve %0,155 ile 60 cm yükseklikten hasat edilen bitkilerde tespit edilmiştir. Projenin ikinci yılında yapraklardaki tanen düzeyleri yaklaşık olarak %10'luk bir düşüş göstermiştir (Tablo 4.36).

Tablo 4.36. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak tanen oranları (%)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	0,164	0,178	0,127	0,129	0,149 D
60 cm	0,174	0,179	0,158	0,145	0,164 CD
90 cm	0,195	0,191	0,165	0,151	0,176 CD
120 cm	0,204	0,205	0,185	0,172	0,191 BC
150 cm	0,217	0,212	0,207	0,202	0,210 AB
Fiz. olum	0,259	0,225	0,267	0,200	0,238 A
Ortalama	0,202 A	0,198 A	0,185 AB	0,167 B	0,188 A
2021 yılı					
30 cm	0,132	0,138	0,137	0,138	0,136 C
60 cm	0,144	0,149	0,146	0,147	0,147 C
90 cm	0,152	0,157	0,152	0,161	0,156 BC
120 cm	0,168	0,163	0,171	0,187	0,173 B
150 cm	0,233	0,187	0,184	0,196	0,197 A
Fiz. olum	0,214	0,215	0,217	0,209	0,214 A
Ortalama	0,172	0,168	0,168	0,173	0,170 B
İki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	0,148	0,158	0,132	0,133	0,143 E
60 cm	0,159	0,164	0,152	0,146	0,155 DE
90 cm	0,174	0,174	0,159	0,156	0,166 CD
120 cm	0,186	0,184	0,178	0,180	0,182 C
150 cm	0,220	0,199	0,196	0,199	0,204 B
Fiz. olum	0,237	0,220	0,242	0,205	0,223 A
Ortalama	0,187	0,183	0,176	0,170	

Sap tanen oranı: Yapılan varyans analizine göre farklı sorgum çeşitlerinin sap kısımlarındaki tanen düzeylerindeki değişim araştırmanın yürütüldüğü yıllar ile iki yılın ortalamasına göre sadece biçim yüksekliklerine (p:0,0001) önemli değişim gösterirken, çeşitlere ve çeşit*biçim yüksekliği etkileşimlerine göre bu değişim istatistiki olarak önemsiz düzeyde kalmıştır (Tablo 4.37).

Tablo 4.37. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap tanen oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	0,000171
Hata-1	2	-	-	0,002688
Çeşit (Ç)	3	0,001461	0,000786	0,000240
Y*Ç	3	-	-	0,002006
Hata-2	6	-	-	0,006114
Biçim Yük. (BY)	5	0,037824**	0,042576**	0,079763**
Y*BY	5	-	-	0,000637
Ç*BY	15	0,000688	0,001095	0,000496
Y*Ç*BY	15	-	-	0,001287
Hata	46/88 ⁺	0,029879	0,028749	0,064054
Genel	71/143 ⁺	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Biçim yüksekliklerine göre çalışmanın tüm yıllarında bitkilerin olgunlaşmalarına bağlı olarak saplarda tanen birikimi artmıştır. Araştırma yılları ve ortalamasında en yüksek tanen oranları %0,223 ile fizyolojik olumda biçilen bitkilerde , ikinci yılda %0,225 ile aynı dönem ve iki yıllık ortalama değerlere göre %0,224 ile yine fizyolojik olum dönelerinde tespit edilmiştir. En düşük tanen oranları ise ilk yılda %0,158 ve %0,165, ikinci yıl %0,156 ve %0,164 ve yılların ortalaması olarak %0,157 ve %0,165 ile 30 ve 60 m yükseklikten hasat edilen bitkilerde belirlenmiştir. Çeşitlere göre sap kısımların tanen düzeyleri ilk yıl %0,179-0,190, ikinci yıl %0,183-0,194 ve yılların ortalaması olarak %0,185-0,189 aralığında değerlere sahip olmuştur (Tablo 4.38).

Tablo 4.38. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap tanen oranları (%)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	0,161	0,156	0,163	0,154	0,158 D
60 cm	0,168	0,162	0,171	0,159	0,165 D
90 cm	0,175	0,176	0,181	0,169	0,175 CD
120 cm	0,184	0,189	0,190	0,182	0,186 BC
150 cm	0,213	0,204	0,214	0,196	0,207 AB
Fiz. olum	0,235	0,217	0,225	0,216	0,223 A
Ortalama	0,189	0,184	0,190	0,179	0,186
2021 yılı					
30 cm	0,157	0,152	0,154	0,159	0,156 E
60 cm	0,164	0,164	0,163	0,165	0,164 DE
90 cm	0,171	0,183	0,174	0,186	0,178 CD
120 cm	0,192	0,195	0,198	0,202	0,197 BC
150 cm	0,200	0,216	0,204	0,212	0,208 AB
Fiz. olum	0,212	0,232	0,230	0,225	0,225 A
Ortalama	0,183	0,190	0,187	0,191	0,188
İki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	0,159	0,154	0,158	0,156	0,157 E
60 cm	0,166	0,163	0,167	0,162	0,165 DE
90 cm	0,173	0,179	0,177	0,177	0,177 D
120 cm	0,188	0,192	0,194	0,192	0,191 C
150 cm	0,207	0,210	0,209	0,204	0,207 B
Fiz. olum	0,224	0,224	0,227	0,221	0,224 A
Ortalama	0,186	0,187	0,189	0,185	

Yaprak NDF oranı: Sorgum çeşitlerinin yapraklarının NDF içerikleri birinci yıl, ikinci yıl ve iki yıllık ortalamaya göre çeşitlere ve biçim yüksekliklerine göre önemli değişim göstermiştir. Fakat bunlar arasındaki etkileşimler sadece ikinci yıl istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Tablo 4.39).

Tablo 4.39. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak NDF oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	671,76**
Hata-1	3	-	-	18,81
Çeşit (Ç)	3	216,53**	64,22**	124,96**
Y*Ç	3	-	-	155,79**
Hata-2	9	-	-	57,86
Biçim Yük. (BY)	5	314,18**	918,39**	1111,85**
Y*BY	5	-	-	120,72**
Ç*BY	15	127,93	194,39**	146,68
Y*Ç*BY	15	-	-	175,65**
Hata	261/516+	1353,73	1699,38	3495,15
Genel	287/575+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Araştırmanın ilk yılında çeşitlere göre en yüksek NDF içerikleri %59,92 ile Topper-76 ve %59,76 ile M81-E'de belirlenirken, en düşük NDF oranına sahip çeşitler Nutri Honey (%58,01) ve Nutrima (%57,72) olmuştur. Biçim yüksekliklerinin artışına ile yaprakların NDF içeriklerinde artışlar yaşanmıştır. Buna göre en yüksek NDF oranları %60,04, %59,92, %59,42 ve %58,80 ile fizyolojik olum, 150 cm, 90 cm ve 120 cm yükseklikten hasatları yapılan bitkilerde tespit edilmiştir. En düşük NDF oranları ise %57,24 ile 30 cm ve %57,70 ile 60 cm yükseklikten biçilen bitkilerde belirlenmiştir (Tablo 4.40).

Araştırmanın ikinci yılında da ilk yıla benzer sonuçlar elde edilmiştir. Yine en yüksek NDF oranları %62,04 ile M81-E çeşidinde tespit edilirken, bunu %61,50 ile Nutrima ve %61,20 ile Nutri Honey çeşitleri izlemiştir. Topper-76 çeşidini otunun ortalama NDF oranı (%60,55) en düşük olmuştur. Biçim yüksekliklerine göre en yüksek NDF oranı ile fizyolojik olum döneminde biçilen bitkilerin ortalama NDF oranı %65,12 ile en yüksek olurken, 30 cm'de biçilen bitkilerde NDF oranı en düşük (%58,33) olarak belirlenmiştir (Tablo 4.40).

İki yıllık ortalama yaprak NDF oranlarında ise en yüksek değerler %60,90 ile M81-E ile %60,23 ile Topper-76 çeşitlerinde, en düşük ise %59,61 ile Nutri Honey ve Nutrima çeşitlerinde gerçekleşmiştir. Yine burada da bitkilerin olgunlaşmalarına bağlı olarak yapraklarındaki NDF oranlarında artışlar kaydedilmiştir. Buna göre en yüksek NDF içeriğine %52,58 ile fizyolojik olum döneminde, en düşük ise %57,79 ile 30 cm yükseklikten hasat edilen bitkilerde

belirlenmiştir. Projenin ilk yılındaki yapraklardaki NDF oranı %58,85 iken, ikinci yılda bu oran %61,32'ye yükselmiştir (Tablo 4.40).

Tablo 4.40. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak NDF oranları (%)

Biçim Yükseklği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	56,66	56,90	57,64	57,76	57,24 B
60 cm	57,86	55,96	58,34	58,62	57,70 B
90 cm	59,45	58,25	60,13	59,87	59,42 A
120 cm	57,50	58,15	60,95	58,60	58,80 A
150 cm	58,61	58,58	61,33	61,17	59,92 A
Fiz. olum	58,01	58,51	60,14	63,50	60,04 A
Ortalama	58,01 B	57,72 B	59,76 A	59,92 A	58,85 B
2021 yılı					
30 cm	58,46 jkl	58,73 ijk	58,83 ijk	57,32 kl	58,33 E
60 cm	59,82 hij	61,38 e-h	60,67 fgh	56,95 l	59,70 D
90 cm	60,37 f-ı	60,94 fgh	63,36 a-d	59,76 g-j	61,11 C
120 cm	61,39 d-h	60,38 f-ı	62,27 c-f	61,12 e-h	61,29 BC
150 cm	62,63 b-f	63,35 a-e	61,55 c-h	62,04 c-g	62,39 B
Fiz. olum	64,56 abc	64,25 a-d	65,59 ab	66,10 a	65,12 A
Ortalama	61,20 AB	61,50 AB	62,04 A	60,55 B	61,32 A
İki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	57,56	57,81	58,23	57,54	57,79 E
60 cm	58,84	58,67	59,51	57,78	58,70 D
90 cm	59,91	59,59	61,74	59,82	60,27 BC
120 cm	59,44	59,26	61,61	59,86	60,04 C
150 cm	60,62	60,96	61,44	61,60	61,16 B
Fiz. olum	61,29	61,38	62,86	64,80	62,58 A
Ortalama	59,61 B	59,61 B	60,90 A	60,23 AB	

Sap NDF oranı: Yapılan varyans değerlendirmesine göre, sorgum çeşitlerinin sap kısımlarının NDF içerikleri araştırmanın tüm yıllarında çeşitlere, biçim yüksekliklerine ve bunlar arasındaki etkileşimlere göre istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Tablo 4.41).

Tablo 4.41. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap NDF oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalamaları		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	391,27**
Hata-1	3	-	-	9,83
Çeşit (Ç)	3	144,55**	680,10**	624,19**
Y*Ç	3	-	-	200,46**
Hata-2	9	-	-	50,38
Biçim Yük. (BY)	5	619,02**	1137,32**	1530,16**
Y*BY	5	-	-	226,19**
Ç*BY	15	493,26**	259,30**	507,25**
Y*Ç*BY	15	-	-	245,31**
Hata	261/516 ⁺	2560,76	2227,87	4754,46
Genel	287/575 ⁺	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analiz serbestlik derecesini göstermektedir.

Projenin ilk yılında en yüksek NDF oranları %62,60 ile Nutri Honey ve %62,43 ile M81-E çeşitlerinde belirlenirken, en düşük değerlere %60,98 ile Nutrima ve %60,83 ile Topper-76 çeşitlerinde kaydedilmiştir. Farklı sorgum çeşitlerinin sap kısımlarına ait NDF içerikleri de yapraklara benzer şekilde bitkilerin gelişmelerine bağlı olarak artmıştır. Buna göre en yüksek NDF oranı (%64,61) fizyolojik olum döneminde hasat edilen bitkilerde, en düşük NDF ise (%59,15) 30 cm yükseklikte hasat edilen bitkilerin saplarında tespit edilmiştir. Etkileşimlere göre en yüksek NDF oranı %66,84 ile Topper-76 çeşidinin fizyolojik olum dönemindeki bitkilerde, en düşük ise %57,77 ile Nutrima çeşidinin 150 cm boyundaki bitkilerinde ve %58,09 ile Topper-76 çeşidinin 30 cm boyundaki bitkilerinde belirlenmiştir (Tablo 4.42).

Araştırmanın ikinci yılında çeşitlere göre en yüksek NDF oranı %65,52 ile Nutri Honey çeşidinde tespit edilirken, bunu %64,31 ile Nutrima, %63,80 ile M81-E ve %60,75 ile Topper-76 izlemiştir. Biçim yüksekliklerine göre en yüksek sap NDF oranları %66,50 ile 150 cm ve %65,73 ile fizyolojik olum dönemlerine ulaşan bitkilerde, en düşük değerlere ise %60,60 ile 30 cm ve %64,61 ile 60 cm boyundaki bitkilerde tespit edilmiştir (Tablo 4.42).

İki yıllık ortalama en yüksek NDF oranına sahip çeşit Nutri Honey (%64,06) olurken, bunu %63,12 ile M81-E ve %62,65 ile Nutrima çeşitleri izlemiştir. Topper-76 en az NDF oranına sahip çeşit olmuştur. Hasat esnasındaki bitki boyunun artışına bağlı olarak NDF oranı artmıştır. Buna göre, fizyolojik olumda ve 150 cm yüksekliğinde biçilen bitkiler en yüksek, 30 cm boylandığında biçilenler ise en düşük NDF oranına sahip olmuşlardır. Yıllara göre sap kısımlarının NDF içerikleri yapraklara benzer değişim göstermiş ve ikinci yıl daha yüksek olmuştur (Tablo 4.42).

Tablo 4.42. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap NDF oranları (%)

Biçim Yükseklği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	60,00 g-k	59,18 jk	59,34 ijk	58,09 k	59,15 D
60 cm	63,56 a-d	62,46 c-f	59,90 h-k	59,08 jk	61,25 C
90 cm	62,16 c-h	61,69 c-h	61,16 e-j	58,64 k	60,91 C
120 cm	63,12 b-e	61,45 d-ı	65,46 ab	60,16 f-k	62,55 C
150 cm	62,90 b-f	57,74 k	64,37 abc	62,17 c-h	61,80 BC
Fiz. olum	63,88 a-e	63,35 a-g	64,35 a-e	66,84 a	64,61 A
Ortalama	62,60 A	60,98 B	62,43 A	60,83 B	61,71 B
2021 yılı					
30 cm	61,59 jkl	61,83 ijk	60,71 kl	58,28 m	60,60 C
60 cm	63,58 e-ı	63,74 e-ı	60,75 kl	58,07 m	61,53 C
90 cm	65,01 c-g	65,64 b-f	62,77 g-k	59,65 lm	63,27 B
120 cm	65,53 b-f	64,15 d-h	63,30 f-j	62,79 g-k	63,94 B
150 cm	70,28 a	66,01 b-e	67,75 ab	61,96 h-l	66,50 A
Fiz. olum	67,15 a-d	64,50 b-j	67,53 abc	63,75 c-k	65,73 A
Ortalama	65,52 A	64,31 B	63,80 B	60,75 C	63,60 A
iki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	60,79 hij	60,51 hij	60,02 ijk	58,18 l	59,88 D
60 cm	63,57 c-f	63,10 d-g	60,33 hij	58,57 kl	61,39 C
90 cm	63,59 c-f	63,66 c-f	61,97 fgh	59,14 jkl	62,09 C
120 cm	64,32 b-e	62,80 efg	64,38 b-e	61,48 ghı	63,25 B
150 cm	66,59 a	61,87 f-ı	66,06 ab	62,07 fgh	64,15 AB
Fiz. olum	65,52 a-d	63,93 a-g	65,94 abc	65,30 a-e	65,17 A
Ortalama	64,06 A	62,65 B	63,12 B	60,79 C	

Yaprak ADF oranı: Farklı sorgum çeşitlerinin yapraklarına ait ADF içerikleri yıllar ve iki yıllık ortalamasında da çeşitlere ve biçim yüksekliklerine bağlı olarak önemli değişim göstermiştir. Fakat tüm yıllarda etkileşimler önemsiz olmuştur (Tablo 4.43).

Tablo 4.43. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak ADF oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	370,98**
Hata-1	3	-	-	21,48
Çeşit (Ç)	3	165,50**	50,63**	155,60**
Y*Ç	3	-	-	60,53**
Hata-2	9	-	-	15,56
Biçim Yük. (BY)	5	112,35**	226,63**	272,73**
Y*BY	5	-	-	66,25**
Ç*BY	15	58,59	60,11	42,98
Y*Ç*BY	15	-	-	75,73
Hata	261/516+	1343,82	807,98	2255,92
Genel	287/575+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Bitkilerde büyümenin ilerlemesine bağlı olarak yapraklardaki ADF üretiminde artış kaydedilmiştir. Araştırmanın ilk yılında en yüksek ADF içeriği %32,77, %32,54 ve %32,08 ile

150 cm, 120 cm ve 90 cm boya sahip bitkilerde belirlenirken, en düşük ADF %31,08 ile 30 cm ve %31,47 ile 60 cm boyunda hasat edilen bitkilerin yapraklarında tespit edilmiştir. Çeşitlere göre ise en yüksek ADF oranları %33,22 ile Topper-76, %32,79 ile M81-E ve %32,01 ile Nutrima çeşitleri ön plana çıkarken, en düşük ADF (%30,45) Nutri Honey çeşidinde gerçekleşmiştir (Tablo 4.44).

Çalışmanın ikinci yılında en yüksek ADF içeriği (%34,45) Nutrima çeşidinde belirlenirken, bunu M81-E, Topper-76 ve Nutri Honey çeşitleri izlemiştir. Biçim yüksekliklerinin artışına bağlı olarak yapraklardaki ADF oranlarında artış olmuştur. Buna göre, en yüksek ADF oranı (%35,31) fizyolojik olumda hasat edilen bitkilerde tespit edilirken, en düşük ise %32,06 ile 30 cm boya ulaşan bitkilerde belirlenmiştir (Tablo 4.44).

İki yıllık ortalama değerlere göre yaprakların ADF içeriklerinde çeşitler içerisinde en yüksek değerler %33,23 ile Nutrima ve M81-E ile %32,90 ile Topper-76 çeşitleri öne çıkarken, en düşük ise %31,78 ile Nutri Honey çeşidinde rastlanılmıştır. Bitki boyuna bağlı olarak yapraklardaki ADF birikimlerinde artışlar yaşanmıştır. En yüksek ADF içeriği %33,42, %33,29 ve %33,18 ile 150 cm, fizyolojik olum ve 120 cm boya ulaşan bitkilerde belirlenirken, en düşük ADF içeriğine ise %31,57 ile 30 cm boya ulaşan bitkilerde tespit edilmiştir. Projenin ikinci yılında yaprakların ortalama ADF içerikleri %5 oranında artış göstermiştir (Tablo 4.44).

Tablo 4.44. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak ADF oranları (%)

Biçim Yükseklği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	29,29	31,20	32,05	31,78	31,08 D
60 cm	30,95	30,77	31,90	32,26	31,47 CD
90 cm	30,73	32,34	33,27	31,98	32,08 ABC
120 cm	31,66	32,70	33,25	32,54	32,54 AB
150 cm	31,71	33,25	33,51	32,59	32,77 A
Fiz. olum	28,37	31,78	32,79	32,17	31,28 BCD
Ortalama	30,45 B	32,01 A	32,79 A	33,22 A	31,87 B
2021 yılı					
30 cm	31,77	32,50	32,63	31,35	32,06 D
60 cm	32,59	33,75	33,28	33,40	33,25 C
90 cm	32,03	34,77	33,86	34,15	33,70 BC
120 cm	32,40	35,03	33,89	34,00	33,83 BC
150 cm	33,97	34,75	33,96	33,58	34,07 B
Fiz. olum	35,93	35,90	34,45	34,95	35,31 A
Ortalama	33,12 B	34,45 A	33,68 B	33,57 B	33,70 A
İki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	30,53	31,85	32,34	31,57	31,57 C
60 cm	31,77	32,26	32,59	32,83	32,36 B
90 cm	31,38	33,55	33,56	33,07	32,89 AB
120 cm	32,03	33,86	33,57	33,27	33,18 A
150 cm	32,84	34,00	33,73	33,09	33,42 A
Fiz. olum	32,15	33,84	33,62	33,56	33,29 A
Ortalama	31,78 B	33,23 A	33,23 A	32,90 A	

Sap ADF oranı: Sorgum çeşitlerinin saplarının ADF içerikleri araştırmanın her iki yıl ve ortalamasında çeşitlere ve biçim yüksekliklerine göre istatistiki olarak önemli değişim göstermiştir. Çeşit ile biçim yüksekliği etkileşimi ise sadece ikinci yılda önemli bulunmuştur (Tablo 4.45).

Tablo 4.45. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap ADF oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	120,57**
Hata-1	3	-	-	12,84
Çeşit (Ç)	3	294,75**	365,96**	637,28**
Y*Ç	3	-	-	23,44
Hata-2	9	-	-	47,09
Biçim Yük. (BY)	5	554,50**	925,07**	1359,31**
Y*BY	5	-	-	120,27**
Ç*BY	15	153,88	169,45**	146,24**
Y*Ç*BY	15	-	-	177,09**
Hata	261/516 ⁺	1286,28	1074,53	2774,37
Genel	287/575 ⁺	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Farklı sorgum çeşitlerinin sap kısımlarındaki ADF birikimleri bitkilerin olgunlaşmalarına bağlı olarak artış göstermiştir. Projenin ilk yılında en yüksek ADF içerikleri %37,22, %36,41 ve %36,05 ile fizyolojik olum, 120 cm ve 150 cm boya sahip bitkilerde belirlenirken, en düşük ise %32,95 ile 30 cm boya sahip bitkilerin saplarında tespit edilmiştir. Çeşitlere göre en yüksek ADF oranı %36,91 ile Nutri Honey çeşidinde belirlenmiş, bunu Nutrima, M8-E ve Topper-76 takip etmiştir (Tablo 4.46).

Araştırmanın ikinci yılında biçim yüksekliklerine göre en yüksek ADF oranları %39,16 ile 150 cm boyda biçilen bitkilerde belirlenirken, bunu %37,24 fizyolojik olum ve %37,28 ile 120 cm boya ulaşan itkiler izlemiştir. En düşük değerlere ise %34,24 ve %33,98 ile 60 ve 90 cm bitki boyuna sahip parsellerde rastlanılmıştır. SSM çeşitlerinin (Nutri Honey ve Nutrima) sap kısımlarına ait ADF içerikleri ŞS çeşitlerine (M81-E ve Topper-76) daha yüksek olmuştur (Tablo 4.46).

İki yıllık ortalama ADF içeriklerinde en yüksek değere %37,24 ile Nutri Honey çeşidinde rastlanılırken, bunu %36,55 ile Nutrima, %35,39 M81-E ve %34,07 ile Topper-76 çeşitleri izlemiştir. Biçim yüksekliklerine göre en yüksek ADF içerikleri sırasıyla %37,61 ile 150 cm, %37,23 ile fizyolojik olum ve %36,84 ile 120 cm boya ulaşan bitkilerde, en düşük ise %33,46 ile 30 cm boya ulaşan bitkilerde tespit edilmiştir. İkinci yılda sapların ADF içerikleri yaklaşık olarak %3 oranında artış göstermiştir (Tablo 4.46).

Tablo 4.46. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap ADF oranları (%)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	34,68	33,67	32,20	31,25	32,95 C
60 cm	36,50	36,00	32,29	32,54	34,33 B
90 cm	36,66	35,25	34,41	32,88	34,80 B
120 cm	37,16	36,21	37,68	34,58	36,41 A
150 cm	38,27	35,11	35,75	35,08	36,05 A
Fiz. olum	38,17	38,32	35,80	36,58	37,22 A
Ortalama	36,91 A	35,76 B	34,69 C	33,82 C	35,29 B
2021 yılı					
30 cm	33,89 hi	35,24 fg	34,40 ghi	32,37 jk	33,98 D
60 cm	35,87 f	35,82 f	33,77 hi	31,49 k	34,24 D
90 cm	37,97 cd	38,29 bcd	35,08 fgh	33,25 ij	36,15 C
120 cm	39,27 abc	37,88 cde	35,93 f	36,04 f	37,28 B
150 cm	40,09 ab	40,20 a	40,22 a	36,11 ef	39,16 A
Fiz. olum	38,39 a-e	36,67 def	37,19 c-f	36,71 def	37,24 BC
Ortalama	37,58 A	37,35 A	36,10 B	34,33 C	36,34 A
iki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	34,29	34,45	33,30	31,81	33,46 D
60 cm	36,18	35,91	33,03	32,02	34,28 C
90 cm	37,31	36,77	34,74	33,07	35,47 B
120 cm	38,22	37,04	36,81	35,31	36,84 A
150 cm	39,18	37,66	37,99	35,60	37,61 A
Fiz. olum	38,28	37,49	36,49	36,64	37,23 A
Ortalama	37,24 A	36,55 B	35,39 C	34,07 D	

Yaprak ADL oranı: Yaprakların ADL içerikleri araştırmanın iki yılı ile yıllık ortalama sadece biçim yüksekliklerine göre istatistiki olarak önemli değişim göstermiştir. Çeşit ile biçim yükseklikleri arasındaki etkileşimlerde ise araştırmanın birinci ve ikinci yılında önemli olmazken, iki yıllık ortalama önemli çıkmıştır (Tablo 4.47).

Tablo 4.47. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak ADL oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	1,637
Hata-1	3	-	-	0,396
Çeşit (Ç)	3	1,420	2,142	1,723
Y*Ç	3	-	-	1,837
Hata-2	9	-	-	6,804
Biçim Yük. (BY)	5	35,880**	18,717**	49,233**
Y*BY	5	-	-	5,364**
Ç*BY	15	11,301	7,840	14,113**
Y*Ç*BY	15	-	-	5,028
Hata	261/516+	115,483	113,827	225,947
Genel	287/575+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Sorgum çeşitlerinin yapraklarındaki ADL oranları tüm yıllarda bitkilerin olgunlaşmalarına bağlı olarak artış gösterirken, çeşitler arasında önemli farklılıklar ortaya çıkmamıştır. Buna göre araştırmanın ilk yılında en yüksek ADL oranları %3,729 ile fizyolojik olum, %3,664 ile 150 cm ve %3,380 ile 120 cm boya sahip bitkilerde tespit edilirken, en düşük ise %2,660 ile 30 cm boya sahip bitkilerde belirlenmiştir. Bu oranlar çalışmanın ikinci yılında ise %3,872 ile fizyolojik olum dönemi öne çıkarken, en düşük ise %2,795 ile 30 cm, %2,990 ile 60 cm ve %2,995 ile 90 cm boya sahip bizler izlemiştir.

İki yıllık ortalama en yüksek ADL oranları araştırmanın ilk iki yılına benzer şekilde bitki boyunun en fazla olduğu parsellerde belirlenmiştir. Buna göre %3,800 ile fizyolojik olum dönemi öne çıkarken, en düşük değer ise %2,728 ile 30 cm boyundaki bitkilerde tespit edilmiştir. Çeşitlere göre yaprakların ADL içerikleri %3,148-3,324 arasında değişmiştir (Tablo 4.48).

Tablo 4.48. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak ADL oranları (%)

Biçim Yükseklği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	2,568	2,438	2,826	2,810	2,660 D
60 cm	2,625	3,216	3,236	3,317	3,098 C
90 cm	2,955	3,162	3,218	3,512	3,212 BC
120 cm	3,644	3,100	3,410	3,366	3,380 AB
150 cm	4,066	3,724	3,319	3,548	3,664 A
Fiz. olum	3,330	3,888	3,750	3,948	3,729 A
Ortalama	3,198	3,254	3,293	3,417	3,291
2021 yılı					
30 cm	2,739	2,613	3,044	2,787	2,795 D
60 cm	2,841	2,989	2,894	3,234	2,990 CD
90 cm	3,218	2,838	2,694	3,230	2,995 CD
120 cm	3,149	3,016	2,848	3,122	3,034 BC
150 cm	3,449	3,589	3,036	3,231	3,326 B
Fiz. olum	4,123	4,083	3,500	3,783	3,872 A
Ortalama	3,253	3,188	3,003	3,231	3,169
İki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	2,654 lm	2,525 m	2,935 l-l	2,798 j-m	2,728 D
60 cm	2,733 klm	3,103 f-j	3,065 f-j	3,275 c-h	3,044 C
90 cm	3,086 f-j	3,000 g-k	2,956 h-l	3,371 b-g	3,103 C
120 cm	3,397 b-f	3,058 f-k	3,129 e-j	3,244 c-l	3,207 C
150 cm	3,758 ab	3,656 abc	3,178 d-j	3,390 b-g	3,495 B
Fiz. olum	3,727 a-d	3,985 a	3,625 a-e	3,865 ab	3,800 A
Ortalama	3,226	3,221	3,148	3,324	

Sap ADL oranı: Yapılan varyans değerlendirmesine göre sorgum saplarının ADL içerikleri araştırmanın ilk yılında çeşitlere, biçim yüksekliklerine ve bunlar arasındaki etkileşimlere göre önemli değişim gösterirken, araştırmanın ikinci yılı ve iki yıllık ortalama sadece çeşitlere ve biçim yüksekliklerine göre olan değişim önemli olmuştur (Tablo 4.49).

Tablo 4.49. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap ADL oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	35,206**
Hata-1	3	-	-	6,074
Çeşit (Ç)	3	8,819 **	4,111**	6,168**
Y*Ç	3	-	-	6,761**
Hata-2	9	-	-	2,865
Biçim Yük. (BY)	5	114,163**	57,153**	157,262**
Y*BY	5	-	-	14,054**
Ç*BY	15	24,393**	5,632	13,979
Y*Ç*BY	15	-	-	16,046**
Hata	261/516 ⁺	177,810	130,727	324,548
Genel	287/575 ⁺	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Araştırmanın ilk yılında bitki boyunun artışına bağlı olarak sap kısmının ADL oranı artmıştır. En yüksek ADL oranları fizyolojik olum ve 150 cm'e kadar boylandığında biçilen bitkilerde belirlenmiştir. En düşük ADL oranları ise 30 cm boylandığında hasat edilen bitkilerde tespit edilmiştir. En yüksek ADL oranına sahip çeşitler Nutrima (%4,310) ve M81-E (%4,138) olmuştur. Bunları %3,846 ile Topper-76 ve %3,389 ile Nutri Honey çeşitleri izlemiştir (Tablo 4.50).

Projenin ikinci yılında biçim yüksekliklerine göre sap kısımlarının ADL değişimleri ilk yıla benzer değişim göstermiştir. Yine bu yılda da en yüksek ADL oranları %4,567 ile fizyolojik olum dönemlerinde, en düşük ise %2,784 ile 30 cm boyundaki bitkilerde tespit edilmiştir. Topper-76 çeşidi en düşük ADL oranına sahip olurken, diğer çeşitleri sapları daha fazla ADL içermiştir. İki yıllık ortalama da en yüksek ADL oranı fizyolojik olumda biçilen bitkilerde belirlenirken, bunu 150 cm ve 120 cm boyunda biçilenler izlemiştir. Projede sap kısımlarının ortalama ADL içerikleri yıllara göre yaklaşık olarak %15 oranında değişim göstermiştir (Tablo 4.50).

Tablo 4.50. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap ADL oranları (%)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	2,925 ij	3,133 hi	2,540 j	2,900 ij	2,874 E
60 cm	3,147 ghi	4,419 a-e	3,689 fg	3,676 fgh	3,733 D
90 cm	3,682 fgh	4,724 a-d	4,193 c-f	3,112 g-j	3,928 CD
120 cm	3,896 ef	4,640 a-d	4,241 b-f	4,111 def	4,222 BC
150 cm	4,231 b-f	4,239 b-f	4,916 abc	4,529 a-e	4,479 AB
Fiz. olum	5,155 ab	4,705 a-e	5,250 a	4,750 a-e	4,965 A
Ortalama	3,389 B	4,310 A	4,138 AB	3,846 B	4,033 A
2021 yılı					
30 cm	2,802	2,964	2,783	2,585	2,784 D
60 cm	3,258	2,993	3,160	2,923	3,084 C
90 cm	3,499	3,364	3,465	3,066	3,220 C
120 cm	3,710	3,419	2,915	2,834	3,349 C
150 cm	3,981	3,896	3,774	3,566	3,804 B
Fiz. olum	4,768	4,250	4,500	4,750	4,567 A
Ortalama	3,670 A	3,481 AB	3,433 AB	3,287 B	3,468 B
iki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	2,863	3,049	2,662	2,742	2,829 E
60 cm	3,203	3,706	3,424	3,299	3,408 D
90 cm	3,590	4,044	3,829	3,089	3,638 C
120 cm	3,803	4,030	3,578	3,473	3,721 C
150 cm	4,106	4,068	4,345	4,048	4,142 B
Fiz. olum	4,961	4,478	4,875	4,750	4,766 A
Ortalama	3,754 AB	3,896 A	3,785 AB	3,567 B	

4.1.11 Mineral Element İçeriği

Yaprak fosfor oranı: Sorgum yapraklarına ait P içerikleri araştırmanın iki yılı ile iki yıllık ortalamalar bakımından sadece biçim yüksekliklerine göre önemli değişim göstermiştir. Etkileşimler ise sadece iki yıllık ortalama da önemli bulunmuştur (Tablo 4.51).

Tablo 4.51. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak fosfor oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	0,230797**
Hata-1	2	-	-	0,091628
Çeşit (Ç)	3	0,009485	0,008410	0,017879
Y*Ç	3	-	-	0,000016
Hata-2	6	-	-	0,000001
Biçim Yük. (BY)	5	0,930160**	0,395952	1,265175**
Y*BY	5	-	-	0,060938**
Ç*BY	15	0,063550	0,056351	0,119793**
Y*Ç*BY	15	-	-	0,000108
Hata	190/376+	0,599816	0,533411	1,383913
Genel	215/431+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Projenin ilk yılında en yüksek P içeriği %0,418 ile 30 cm boya ulaşan bitkilerde tespit edilirken, bunu %0,361 ile 60 cm, %0,313 ile 90 cm ve %0,293 ile 120 cm boya ulaşan bitkiler izlemiştir. En düşük P oranları ise %0,218 ile fizyolojik olum ile %0,234 ile 150 cm boya ulaşan bitkilerde belirlenmiştir. Çeşitlere göre ortalama P oranları %0,293-0,311, çeşit ile biçim yükseklikleri etkileşimlerine göre ise %0,146-0,424 arasında değişim göstermiştir. İkinci yılda ise en yüksek P içeriği %0,322 ile 30 cm boyda ulan bitkilerde belirlenirken, en düşük içeriklere ise %0,189 ile fizyolojik olum ile %0,201 ile 150 cm boya ulaşan bitkilerde gerçekleşmiştir. Etkileşimlere göre P içerikleri %0,121-0,329, çeşitlere göre ise %0,241-0,259 arasında değerlere sahip olmuştur. İki yıllık ortalama P içeriklerinin değişimi iki yıla benzer olmuştur. Buna göre ortalama en yüksek P oranı %0,370 ile 30 cm boyda biçilen bitkilerde belirlenirken, bunu %0,327 ile 60 cm'de biçilen bitkiler izlemiştir. En düşük P içeriklerine ise %0,204 ile fizyolojik olum ve %0,218 ile 150 cm boya sahip bitkilerin yapraklarında ölçülmüştür. Araştırmada yaprakların ilk yıl ortalama P içerikleri %0,306 iken, bu oran ikinci yılda %0,253'e düşmüştür (Tablo 4.52).

Tablo 4.52. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak fosfor oranları (%)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	0,421	0,421	0,424	0,421	0,418 A
60 cm	0,358	0,335	0,385	0,365	0,361 B
90 cm	0,323	0,307	0,297	0,324	0,313 C
120 cm	0,285	0,294	0,309	0,282	0,293 C
150 cm	0,247	0,260	0,198	0,231	0,234 D
Fiz. olum	0,247	0,257	0,146	0,223	0,218 D
Ortalama	0,311	0,313	0,293	0,308	0,306 A
2021 yılı					
30 cm	0,309	0,326	0,329	0,326	0,322 A
60 cm	0,291	0,270	0,316	0,298	0,294 B
90 cm	0,268	0,253	0,244	0,270	0,259 C
120 cm	0,247	0,256	0,270	0,244	0,254 C
150 cm	0,213	0,226	0,167	0,198	0,201 D
Fiz. olum	0,217	0,225	0,121	0,193	0,189 D
Ortalama	0,257	0,259	0,241	0,255	0,253 B
İki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	0,356 ab	0,374 a	0,376 a	0,373 a	0,370 A
60 cm	0,324 bcd	0,302 cde	0,351 ab	0,331 bc	0,327 B
90 cm	0,296 c-f	0,280 efg	0,270 e-h	0,297 c-f	0,286 C
120 cm	0,266 e-i	0,275 e-h	0,290 d-g	0,263 e-i	0,273 C
150 cm	0,230 h-k	0,243 g-j	0,183 kl	0,214 jk	0,218 D
Fiz. olum	0,232 g-k	0,241 f-k	0,133 l	0,208 ijk	0,204 D
Ortalama	0,284	0,286	0,267	0,281	

Sap fosfor oranı: Farklı sorgum çeşitlerinin sap kısımlarındaki P oranları biçim yüksekliklerine göre ve çeşit*biçim yüksekliği etkileşimlerinde önemli bulunmuştur. Çeşitler arasındaki farklılık ise önemsiz çıkmıştır (Tablo 4.53).

Tablo 4.53. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap fosfor oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	0,209150**
Hata-1	2	-	-	0,072793
Çeşit (Ç)	3	0,008206	0,007277	0,015469
Y*Ç	3	-	-	0,000014
Hata-2	6	-	-	0,000063
Biçim Yük. (BY)	5	1,189790**	0,565015**	1,691531**
Y*BY	5	-	-	0,063274**
Ç*BY	15	0,104875**	0,092993**	0,197690**
Y*Ç*BY	15	-	-	0,000179
Hata	190/376+	0,407916	0,414542	1,083241
Genel	215/431+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analiz serbestlik derecesini göstermektedir.

Araştırmanın ilk yılında sapın P içerikleri yapraklara benzer değişim göstermiştir. Bitkilerin olgunlaşmalarına bağlı olarak sapın P oranı azalmıştır. Buna göre en yüksek P oranları %0,387 ile 30 cm boya sahip bitkilerde belirlenirken, en düşük P ise %0,148 ile fizyolojik olumda biçilen bitkilerde belirlenmiştir. Çeşitlere göre sapların P içerikleri %0,252-0,271 arasında değişmiştir. Etkileşimlere göre ise en yüksek P oranları %0,421 ve %0,393 ile Nutri Honey ve M81-E çeşitlerinin 30 cm boya sahip bitkilerinde belirlenirken, en düşük değerlere ise %0,138 ve %0,131 ile Nutrima ve M81-E çeşitlerinin fizyolojik olum dönemlerindeki bitkilerinde gerçekleşmiştir (Tablo 4.54).

İkinci yılda ortalama en yüksek P oranı (%0,294) yine 30 cm boya ulaşan bitkilerde, en düşük ise %0,123 ile fizyolojik olumdaki bitkilerde tespit edilmiştir. Çeşit ile biçim yüksekliği etkileşimlerinde ise en yüksek P içeriği %0,326 ve %0,299 ile Nutri Honey ve M81-E çeşitlerinin 30 cm boya sahip bitkilerinde belirlenirken, en düşük değerlere (%0,107-0,140) bütün çeşitlerin fizyolojik olum dönemlerinde hasat edilen bitkilerinde kaydedilmiştir (Tablo 4.54).

İki yıllık ortalama değerler ilk iki yıla benzerlik göstermiştir. En yüksek P oranları 30 cm boyundaki bitkilerde, en az oranı da fizyolojik olum döneminde hasat edilen bitkilerde belirlenmiştir. Çeşitlere göre sap kısımların P oranları %0,227-0,246 arasında yer almıştır. Yıllara göre sap kısımların P içerikleri yapraklara benzer değişim göstermiş ve ikinci yıl düşmüştür (Tablo 4.54).

Tablo 4.54. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap fosfor oranları (%)

Biçim Yükseklği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	0,421 a	0,373 bc	0,393 ab	0,362 bcd	0,387 A
60 cm	0,330 def	0,352 cde	0,330 def	0,313 ef	0,331 B
90 cm	0,205 j	0,255 ghı	0,321 def	0,287 fg	0,267 C
120 cm	0,259 ghı	0,261 gh	0,264 gh	0,218 hij	0,250 C
150 cm	0,193 jk	0,208 ij	0,190 jk	0,175 jk	0,191 D
Fiz. olum	0,166 jk	0,138 k	0,131 k	0,156 jk	0,148 E
Ortalama	0,262	0,264	0,271	0,252	0,262 A
2021 yılı					
30 cm	0,326 a	0,281 bc	0,299 ab	0,270 bcd	0,294 A
60 cm	0,264 b-e	0,285 bc	0,264 b-e	0,249 c-f	0,266 B
90 cm	0,157 klm	0,205 g-j	0,267 b-e	0,234 d-g	0,216 C
120 cm	0,222 f-ı	0,224 e-ı	0,227 e-h	0,184 h-k	0,214 C
150 cm	0,162 j-m	0,176 ı-l	0,160 j-m	0,145 klm	0,161 D
Fiz. olum	0,140 klm	0,114 lm	0,107 m	0,131 klm	0,123 E
Ortalama	0,212	0,214	0,221	0,202	0,212 B
iki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	0,373 a	0,327 bc	0,346 ab	0,316 bc	0,341 A
60 cm	0,297 cd	0,318 bc	0,297 cd	0,281 def	0,298 B
90 cm	0,181 ij	0,230 gh	0,294 cde	0,260 efg	0,241 C
120 cm	0,241 g	0,243 g	0,245 fg	0,201 hı	0,232 C
150 cm	0,177 ijk	0,197 hij	0,175 ı-l	0,160 ı-l	0,176 D
Fiz. olum	0,153 ı-l	0,126 kl	0,119 l	0,143 jkl	0,135 E
Ortalama	0,237	0,239	0,246	0,227	

Yaprak potasyum oranı: Sorgum yapraklarının potasyum içerikleri araştırmanın yürütüldüğü yıllar ile bu yılların ortalamasında biçim yüksekliklerine ve çeşit*biçim yüksekliği etkileşimlerine göre istatistiki olarak önemli değişim gösterirken, çeşitlere göre olan bu değişim ise önemsiz düzeyde kalmıştır (Tablo 4.55).

Tablo 4.55. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak potasyum oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	1,298717**
Hata-1	2	-	-	4,340640
Çeşit (Ç)	3	0,413061	0,366264	0,778622
Y*Ç	3	-	-	0,000703
Hata-2	6	-	-	0,001951
Biçim Yük. (BY)	5	45,317009**	40,271339**	85,503072**
Y*BY	5	-	-	0,085276
Ç*BY	15	18,362026**	16,281767**	34,612536**
Y*Ç*BY	15	-	-	0,0311257
Hata	190/376+	43,65129	36,021632	97,99047
Genel	215/431+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Projenin yürütüldüğü tüm yıllarda yaprakların K içerikleri biçim yüksekliklerine bağlı olarak azalmıştır. İlk yılda en yüksek K içeriği %2,862 ve %2,798 ile 30 ve 60 cm boyunda hasat edilen bitkilerde belirlenirken, en düşük K %1,326 ile fizyolojik olum dönemindeki bitkilerde tespit edilmiştir. Etkileşimlere göre K içeriklerinde en yüksek değerlere %3,116 ile Nutrima çeşidinin 30 cm boyda, en düşük ise %0,122 ile Topper-76 çeşidinin fizyolojik olum döneminde hasat edilen bitkilerinde gerçekleşmiştir. Çeşitlere göre yaprakların K içerikleri %2,156-2,288 arasında değişmiştir. İkinci yıl ve yıllar ortalamasında da benzer farklılıklar tespit edilmiştir. Yine erken hasat edilen bitkilerin K oranı yüksek, geç hasat edilenlerinki düşük bulunmuştur. Projenin ilk yılında yaprakların ortalama potasyum içerikleri %2,213 iken, bu oran ikinci yılda %2,087'ye düşmüştür (Tablo 4.56).

Tablo 4.56. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak potasyum oranları (%)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	2,993 ab	3,116 a	2,329 efg	3,011 ab	2,862 A
60 cm	2,688 b-e	2,791 abc	3,012 ab	2,703 bcd	2,798 A
90 cm	1,763 jkl	2,877 abc	2,288 d-ı	2,529 c-f	2,364 B
120 cm	1,956 g-k	1,609 klm	2,312 d-h	2,092 f-j	1,992 C
150 cm	1,871 h-l	1,655 j-m	2,578 b-f	1,629 j-m	1,933 C
Fiz. olum	1,666 ı-m	1,308 lm	1,208 lm	1,122 m	1,326 D
Ortalama	2,156	2,226	2,288	2,181	2,213 A
2021 yılı					
30 cm	2,833 ab	2,948 a	2,207 def	2,849 ab	2,709 A
60 cm	2,522 bcd	2,619 abc	2,827 ab	2,536 bcd	2,626 A
90 cm	1,668 ijk	2,718 abc	2,163 d-h	2,390 cde	2,235 B
120 cm	1,853 f-j	1,525 jkl	2,188 d-g	1,981 e-ı	1,886 C
150 cm	1,753 g-k	1,550 ı-l	2,419 b-e	1,526 ı-l	1,812 C
Fiz. olum	1,575 h-l	1,238 kl	1,144 kl	1,063 l	1,255 D
Ortalama	2,034	2,100	2,158	2,057	2,087 B
İki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	2,913 ab	3,032 a	2,268 ef	2,930 ab	2,786 A
60 cm	2,605 cd	2,7056 bcd	2,919 ab	2,619 cd	2,712 A
90 cm	1,716 hı	2,797 abc	2,225 ef	2,459 de	2,299 B
120 cm	1,904 gh	1,567 ij	2,250 ef	0,037 fg	1,939 C
150 cm	1,812 ghı	1,603 hjj	2,499 cde	1,578 hij	1,873 C
Fiz. olum	1,621 g-k	1,273 jk	1,176 jk	1,093 k	1,291 D
Ortalama	2,095	2,163	2,223	2,119	

Sap potasyum oranı: Farklı sorgum çeşitlerinin sap kısımlarına ait K değerleri araştırmanın tüm yıllarında biçim yüksekliklerine ve çeşit*biçim yüksekliği etkileşimlerine göre istatistiki olarak önemli olmuştur. Fakat çeşitlere göre bu değişim sadece iki yıllık ortalama önemli bulunmuştur (Tablo 4.57).

Tablo 4.57. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap potasyum oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	0,72078
Hata-1	2	-	-	2,99792
Çeşit (Ç)	3	0,80384	0,71277	1,51524
Y*Ç	3	-	-	0,00137
Hata-2	6	-	-	0,00109
Biçim Yük. (BY)	5	146,04682**	130,70281**	276,52739**
Y*BY	5	-	-	0,22225
Ç*BY	15	20,64659**	18,30751**	38,91895**
Y*Ç*BY	15	-	-	0,03515
Hata	190/376+	37,34498	32,45365	79,58541
Genel	215/431+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Araştırmanın ilk yılında çeşitlere göre sap kısımların K içerikleri %1,583-1,760 arasında değişim göstermiştir. Biçim yüksekliklerinin artışına bağlı olarak saplarda biriken K oranında azalma olmuştur. En yüksek K oranına %3,061 ile 30 cm boya sahip bitkilerde rastlanılırken, en düşük değerlere ise %0,627 ile fizyolojik olum ve %0,752 ile 150 cm boyunda hasat edilen bitkilerde gerçekleşmiştir. Etkileşimlerde ise en yüksek K içeriği %3,531 ile M81-E çeşidinin 30 cm boya sahip bitkilerinde, en düşük ise %1,082 ve %1,163 ile Topper-76 ve M81-E çeşitlerinin fizyolojik olum döneminde hasat edilen bitkilerinde tespit edilmiştir (Tablo 4.58).

Projenin ikinci yılında en yüksek K %2,897 ile 30 cm boya sahip bitkilerde, en düşük K ise %0,597 ve %0,700 ile fizyolojik olum ve 150 cm boya sahip bitkilerde gerçekleşmiştir. Etkileşimlere göre en yüksek K oranı %3,339 M81-E çeşidinin 30 cm boyundaki bitkilerde, en düşük değerler ise %0,128 ile Nutri Honey çeşidinin fizyolojik olumdaki bitkilerinde belirlenmiştir. Doğal olarak iki yıllık ortalama değerler de yılların verileri ile benzer olmuştur (Tablo 4.58).

Tablo 4.58. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap potasyum oranları (%)

Biçim Yükseklığı	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	3,070 b	2,905 bc	3,531 a	2,737 cd	3,061 A
60 cm	2,548 d	2,433 de	1,732 gh	2,495 de	2,302 B
90 cm	2,134 ef	1,900 fg	1,787 fgh	1,609 ghi	1,857 C
120 cm	1,207 i	1,578 ghi	1,320 i	1,4465 hi	1,388 D
150 cm	0,411 j	1,250 i	0,156 j	1,192 i	0,752 E
Fiz. olum	0,129 j	0,134 j	1,163 i	1,082 i	0,627 E
Ortalama	1,583	1,700	1,615	1,760	1,664
2021 yılı					
30 cm	2,906 b	2,750 bc	3,339 a	2,592 cd	2,897 A
60 cm	2,390 d	2,282 de	1,622 ghi	2,340 de	2,158 B
90 cm	2,018 ef	1,797 fg	1,691 fgh	1,523 g-j	1,757 C
120 cm	1,147 j	1,495 g-j	1,253 j	1,372 hij	1,317 D
150 cm	0,379 k	1,169 j	0,138 k	1,114 j	0,700 E
Fiz. olum	0,128 k	0,133 k	1,102 ij	1,026 j	0,597 E
Ortalama	1,495	1,604	1,524	1,661	1,571
iki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	2,988 b	2,828 bc	3,435 a	2,665 cd	2,979 A
60 cm	2,469 de	2,357 e	1,677 gh	2,417 e	2,230 B
90 cm	2,076 f	1,848 fg	1,739 gh	1,566 hi	1,807 C
120 cm	1,177 j	1,536 hi	1,287 ij	1,409 ij	1,352 D
150 cm	0,395 k	1,210 j	0,147 k	1,153 j	0,726 E
Fiz. olum	0,128 k	0,134 k	1,133 j	1,054 j	0,612 E
Ortalama	1,539 B	1,652 AB	1,569 B	1,711 A	

Yaprak kalsiyum oranı: Farklı sorgum çeşitlerinin yapraklarındaki Ca oranları yapılan varyans değerlendirmesine göre araştırmamızın iki yılı ile iki yıllık ortalama çeşitlere ve biçim yüksekliklerine göre önemli değişim gösterirken, bunlar arasındaki etkileşimler önemsiz olmuştur. Sadece iki yıllık ortalama Ca oranları çeşit*biçim yüksekliği etkileşimleri önemli düzeyde değişim göstermiştir (Tablo 4.59).

Tablo 4.59. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak kalsiyum oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	0,061992
Hata-1	2	-	-	0,235806
Çeşit (Ç)	3	0,4325260**	0,383524**	0,815314**
Y*Ç	3	-	-	0,000736
Hata-2	6	-	-	0,002444
Biçim Yük. (BY)	5	8,202176**	7,200145**	15,385216**
Y*BY	5	-	-	0,017104
Ç*BY	15	0,564444	0,500497	1,063980
Y*Ç*BY	15	-	-	0,000961
Hata	190/376+	7,339874	6,363131	14,509746
Genel	215/431+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analiz serbestlik derecesini göstermektedir.

Araştırma yıllarında yapraklardaki Ca oranları biçim yüksekliklerinin artışı ile artmıştır. Buna göre projenin ilk yılında en yüksek Ca oranı %0,829 ile 30 cm boya sahip bitkilerde belirlenirken, en düşük Ca %0,195 ile fizyolojik olumdaki sahip bitkilerde tespit edilmiştir. Çeşitlere göre en yüksek Ca oranı (%0,566) M81-E'de belirlenirken, bunu %0,499 ile Topper-76, %0,469 ile Nutri Honey ve %0,436 ile Nutrima çeşitleri izlemiştir (Tablo 4.60).

İkinci yılda en yüksek Ca oranı %0,534 ile M81-E çeşidinde, en düşük ise %0,442 ile Nutri Honey, %0,423 ile Topper-76 ve %0,411 ile Nutrima çeşitlerinde tespit edilmiştir. Etkileşimlere göre Ca içerikleri %0,136-0,961 arasında değerlere sahip olmuştur. Biçim yüksekliklerinde ise en yüksek Ca oranı (%0,778) 30 cm boyunda, en düşük (%0,185) ise fizyolojik olumda hasadı yapılan bitkilerde saptanmıştır. İki yıllık ortalama Ca değerleri yıllara ait ortalamalara benzer olmuştur (Tablo 4.60).

Tablo 4.60. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak kalsiyum oranları (%)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	0,768	0,750	1,023	0,774	0,829 A
60 cm	0,651	0,513	0,586	0,620	0,592 B
90 cm	0,486	0,481	0,688	0,481	0,534 B
120 cm	0,458	0,399	0,464	0,378	0,425 C
150 cm	0,309	0,276	0,365	0,276	0,307 D
Fiz. olum	0,143	0,198	0,272	0,166	0,195 D
Ortalama	0,469 B	0,436 B	0,566 A	0,449 B	0,480
2021 yılı					
30 cm	0,721	0,703	0,961	0,726	0,778 A
60 cm	0,617	0,488	0,556	0,588	0,562 B
90 cm	0,459	0,455	0,650	0,454	0,505 B
120 cm	0,431	0,376	0,436	0,356	0,399 C
150 cm	0,290	0,259	0,343	0,259	0,288 D
Fiz. olum	0,136	0,188	0,258	0,157	0,185 D
Ortalama	0,442 B	0,411 B	0,534 A	0,423 B	0,453
İki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	0,745 b	0,726 bc	0,992 a	0,750 b	0,803 A
60 cm	0,634 cd	0,500 efg	0,571 def	0,604 de	0,577 B
90 cm	0,472 fgh	0,468 fgh	0,669 bcd	0,468 fgh	0,519 C
120 cm	0,444 gh	0,388 ghi	0,450 gh	0,367 hi	0,412 D
150 cm	0,299 ijk	0,267 ijk	0,354 hij	0,268 ijk	0,297 E
Fiz. olum	0,140 k	0,193 jk	0,265 ijk	0,161 k	0,190 F
Ortalama	0,456 B	0,424 B	0,550 A	0,436 B	

Sap kalsiyum oranı: Yapılan varyans analizine göre farklı sorgum çeşitlerinin sapsarındaki Ca oranları çeşitlere, biçim yüksekliklerine ve bunlar arasındaki etkileşimlere göre istatistik olarak önemli düzeyde değişim göstermiştir (Tablo 4.61).

Tablo 4.61. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap kalsiyum oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	0,0278891
Hata-1	2	-	-	0,1048375
Çeşit (Ç)	3	0,0843099**	0,0747583**	0,1589247**
Y*Ç	3	-	-	0,0001435
Hata-2	6	-	-	0,0006766
Biçim Yük. (BY)	5	2,6290458**	2,3048732**	4,9277413**
Y*BY	5	-	-	0,0061776
Ç*BY	15	0,4083962**	0,36921285**	0,7698295**
Y*Ç*BY	15	-	-	0,0006952
Hata	190/376+	1,8251999	1,6610026	3,898729
Genel	215/431+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analiz serbestlik derecesini göstermektedir.

Sap kısımlarındaki Ca birikimleri yaprak kısmındaki gibi biçim yüksekliklerinin artışına bağlı olarak azalmış ve şeker sorgum çeşitlerinde (M81-E ve Topper-76) ise daha yüksek değerlere sahip olmuştur. Araştırmanın ilk yılında en yüksek Ca oranı %0,512 ile 30 cm boyda, en düşük ise %0,138 ile fizyolojik olum döneminde hasat edilen bitkilerde belirlenmiştir. Çeşitlere göre en yüksek Ca içerikleri %0,355 ile Topper-76 çeşidi öne çıkarken, bunu %0,337 ile Nutri Honey ve %0,314 ile Nutrima çeşitleri izlemiştir (Tablo 4.62).

Projenin ikinci yılında en yüksek Ca oranı %0,335 ile Topper-76 çeşidinde belirlenirken, bunu %0,318 ile Nutri Honey ve %0,296 ile Nutrima çeşitleri takip etmiştir. Biçim yüksekliklerinde ise en yüksek Ca oranı %0,480 ile 30 cm boya sahip bitkilerde belirlenirken, en düşük oran %0,132 ile fizyolojik olum dönemimdeki bitkilerde tespit edilmiştir (Tablo 4.62).

İki yıllık ortalamaya göre, ortalama en yüksek Ca oranı %0,496 ile 30 cm boyundaki bitkilerde belirlenirken, en düşük oran %0,135 ile fizyolojik olumda biçilen bitkilerde tespit edilmiştir. Topper-76 en yüksek Ca oranına (%0,345) sahip olurken, en az Ca oranı %0,287 ile M81-E çeşidinde tespit edilmiştir. Etkileşimlerde ise en yüksek kalsiyum oranı %0,592 ile Topper-76 çeşidinin 30 cm boyundaki bitkilerde belirlenirken, en düşük değere ise %0,102 ile Nutrima çeşidinin fizyolojik dönemindeki bitkilerde rastlanılmıştır (Tablo 4.62).

Tablo 4.62. SSM ve ŞŞ'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap kalsiyum oranları (%)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞŞ)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	0,502 bc	0,533 b	0,403 de	0,611 a	0,512 A
60 cm	0,413 cd	0,396 def	0,417 de	0,457 cd	0,421 B
90 cm	0,398 def	0,358 efg	0,226 h-l	0,419 de	0,350 C
120 cm	0,294 ghı	0,311 fgh	0,333 efg	0,277 g-j	0,304 D
150 cm	0,258 g-k	0,183 jkl	0,261 g-k	0,208 ı-l	0,228 E
Fiz. olum	0,158 jkl	0,104 l	0,133 kl	0,158 jkl	0,138 F
Ortalama	0,337 AB	0,314 AB	0,296 B	0,355 A	0,326
2021 yılı					
30 cm	0,470 bc	0,499 b	0,377 def	0,572 a	0,480 A
60 cm	0,394 def	0,377 def	0,397 de	0,435 bcd	0,401 B
90 cm	0,377 d-g	0,339 e-h	0,215 ı-l	0,397 c-f	0,332 C
120 cm	0,276 hı	0,292 ghı	0,313 fgh	0,260 hij	0,285 D
150 cm	0,242 h-k	0,171 jkl	0,245 h-k	0,195 ı-l	0,213 E
Fiz. olum	0,150 jkl	0,100 l	0,127 ı-l	0,151 jkl	0,132 F
Ortalama	0,318 AB	0,296 AB	0,279 B	0,335 A	0,307
iki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	0,486 bc	0,516 b	0,390 ef	0,592 a	0,496 A
60 cm	0,404 def	0,387 ef	0,407 de	0,446 cd	0,411 B
90 cm	0,388 ef	0,349 fg	0,220 jkl	0,408 def	0,341 C
120 cm	0,285 hı	0,301 ghı	0,323 gh	0,269 hij	0,293 D
150 cm	0,250 ijk	0,177 k-n	0,253 ijk	0,202 j-m	0,221 E
Fiz. olum	0,154 lmn	0,102 n	0,130 mn	0,154 lmn	0,135 F
Ortalama	0,328 AB	0,305 BC	0,287 C	0,345 A	

Yaprak magnezyum oranı: Bitkilerin yaprak Mg oranları arasındaki farklılık çeşitlere ve biçim yüksekliklerine göre istatistiki olarak önemli olurken, bunlar arasındaki etkileşimler önemsiz düzeyde kalmıştır. Etkileşimlerde ise sadece iki yıllık ortalama önemli olmuştur (Tablo 4.63).

Tablo 4.63. SSM ve ŞŞ'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak magnezyum oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	0,0197475**
Hata-1	2	-	-	0,0617970
Çeşit (Ç)	3	0,1795017**	0,1591657	0,3383619**
Y*Ç	3	-	-	0,0003056
Hata-2	6	-	-	0,0010120
Biçim Yük. (BY)	5	1,2050079**	1,0318477**	2,2331121**
Y*BY	5	-	-	0,0037435
Ç*BY	15	0,0561574	0,0497952**	0,1058570**
Y*Ç*BY	15	-	-	0,0000956
Hata	190/376+	0,5975450	0,5338226	1,3429411
Genel	215/431+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Araştırma yılları ve ortalamasında, biçim yüksekliklerinin artışı ile yaprak Mg oranları düşmüştür. Ayrıca ŞS çeşitlerinin (M81-E ve Topper-76) yapraklarındaki Mg oranı SSM çeşitlerinden (Nutri Honey ve Nutrima) daha fazla olmuştur. İlk yılda en yüksek Mg değeri %0,374 ile 30 cm boya sahip bitkilerde, en düşük ise %0,141 ile fizyolojik olumda biçilen bitkilerde belirlenmiştir. Ayrıca M81-E çeşidi en yüksek Mg oranına (%0,310) sahip olurken, Topper-76 (%0,222) en az Mg içeren çeşit olmuştur (Tablo 4.64).

Projenin ikinci yılında da en yüksek Mg içeriği %0,349 ile 30 cm, en düşük ise %0,131 ile fizyolojik olumdaki bitkilerde tespit edilmiştir. Çeşitlerin Mg oranı sıralaması ilk yıl ile benzer olmuştur. İki yıllık ortalama Mg oranında da 30 cm boyunda biçilenler öne çıkmıştır. En az Mg oranı da yine fizyolojik olumdaki bitkilerde tespit edilmiştir. Çeşitlerin Mg sıralaması da yıllar ile benzer olmuştur. Çalışmanın ilk yılına göre ikinci yılda yaprakların Mg içerikleri %6 oranında düşmüştür (Tablo 4.64).

Tablo 4.64. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak magnezyum oranları (%)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	0,367	0,367	0,440	0,319	0,374 A
60 cm	0,332	0,332	0,391	0,282	0,323 B
90 cm	0,266	0,266	0,331	0,260	0,292 C
120 cm	0,206	0,206	0,313	0,176	0,225 D
150 cm	0,163	0,163	0,224	0,165	0,176 E
Fiz. olum	0,140	0,127	0,165	0,133	0,141 E
Ortalama	0,244 B	0,244 B	0,310 A	0,222 B	0,255 A
2021 yılı					
30 cm	0,344	0,343	0,411	0,297	0,349 A
60 cm	0,271	0,314	0,369	0,267	0,305 B
90 cm	0,292	0,248	0,152	0,242	0,273 C
120 cm	0,195	0,196	0,296	0,168	0,214 D
150 cm	0,146	0,154	0,211	0,156	0,167 E
Fiz. olum	0,130	0,118	0,152	0,123	0,131 E
Ortalama	0,230 B	0,229 B	0,292 A	0,209 B	0,240 B
İki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	0,357 b	0,355 b	0,425 a	0,308 c	0,361 A
60 cm	0,287 de	0,323 c	0,380 b	0,274 de	0,314 B
90 cm	0,302 cd	0,257 ef	0,320 c	0,251 ef	0,283 C
120 cm	0,200 ghı	0,201 gh	0,304 cd	0,172 hij	0,219 D
150 cm	0,150 j	0,159 j	0,218 fg	0,160 ij	0,171 E
Fiz. olum	0,135 j	0,122 j	0,158 hij	0,128 j	0,136 F
Ortalama	0,234 B	0,236 B	0,301 A	0,216 C	

Sap magnezyum oranı: Sorgum saplarının Mg içerikleri araştırmanın iki yıl ile bunların ortalamasında çeşitler ve biçim yükseklikleri arasındaki farklılık ile bunlar arasındaki etkileşimler önemli bulunmuştur (Tablo 4.65).

Tablo 4.65. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap magnezyum oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	0,014547**
Hata-1	2	-	-	0,044250
Çeşit (Ç)	3	0,048424**	0,069539**	0,147830**
Y*Ç	3	-	-	0,000134
Hata-2	6	-	-	0,000366
Biçim Yük. (BY)	5	0,832747**	0,710014**	1,540031**
Y*BY	5	-	-	0,002850
Ç*BY	15	0,058660**	0,052014**	0,110574**
Y*Ç*BY	15	-	-	0,000100
Hata	190/376 ⁺	0,381258	0,290066	0,814588
Genel	215/431 ⁺	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analiz serbestlik derecesini göstermektedir.

Sorgum çeşitlerinin sap kısımlarının Mg oranları ŞS çeşitlerinde (M81-E ve Topper-76) daha fazla olmuştur. Bunun yanında bitkilerde büyümenin ilerlemesine bağlı olarak saplarındaki Mg oranı azalmıştır. Araştırmanın ilk yılında en yüksek Mg oranı %0,319 ile 30 cm boya sahip bitkilerde belirlenirken, en az Mg düşük ise %0,139 ve %0,153 ile fizyolojik olum ve 150 cm boya sahip bitkilerde tespit edilmiştir. Çeşitler içerisinde en yüksek Mg oranı M81-E'de, en düşük Mg oranı ise Nutri Honey'de ölçülmüştür.

İkinci yılda en yüksek Mg içeriği %0,297 ile 30 cm boya sahip bitkilerde belirlenirken, bunu %0,263 ile 60 cm ve %0,209 ile 90 cm boya sahip bitkiler izlemiştir. En düşük değerlere ise %0,129 ve %0,144 ile fizyolojik olum ve 150 cm boya sahip bitkilerde rastlanılmıştır. Çeşitlere göre en yüksek Mg oranları %0,236 ile M81-E çeşidinde tespit edilirken, bunu %0,202 ile Nutrima ve %0,200 ile Topper-76 çeşitleri izlemiştir. En düşük Mg oranı ise %0,179 ile Nutri Honey çeşidinde belirlenmiştir. İki yıllık ortalamalar da doğal olarak yılların değerleri benzerlik göstermiştir. Araştırmada ilk yıl saplarda biriken ortalama Mg içeriği 0,218 ppm iken, bu değer ikinci yıl 0,204 ppm'e düşmüştür (Tablo 4.66).

Tablo 4.66. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap magnezyum oranları (%)

Biçim Yükseklği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	0,290 cd	0,305 bc	0,351 a	0,330 ab	0,319 A
60 cm	0,275 cd	0,277 cd	0,286 cd	0,275 cd	0,278 B
90 cm	0,192 fgh	0,216 ef	0,291 cd	0,195 fgh	0,224 C
120 cm	0,155 g-k	0,168 g-k	0,253 de	0,197 fg	0,193 D
150 cm	0,118 j	0,144 ijk	0,180 f-ı	0,169 g-k	0,153 E
Fiz. olum	0,114 jk	0,180 f-k	0,147 g-k	0,114 jk	0,139 E
Ortalama	0,191 C	0,215 B	0,251 A	0,213 B	0,218 A
2021 yılı					
30 cm	0,269 cd	0,283 bc	0,327 a	0,307 ab	0,297 A
60 cm	0,260 cd	0,262 cd	0,270 cd	0,260 cd	0,263 B
90 cm	0,179 efg	0,202 e	0,272 cd	0,182 efg	0,209 C
120 cm	0,148 g-j	0,160 fgh	0,240 d	0,187 ef	0,184 D
150 cm	0,112 j	0,136 hij	0,170 e-h	0,160 f-ı	0,144 E
Fiz. olum	0,106 ij	0,168 e-ı	0,137 f-j	0,105 ij	0,129 E
Ortalama	0,179 C	0,202 B	0,236 A	0,200 B	0,204 B
iki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	0,279 bc	0,294 b	0,339 a	0,319 a	0,208 A
60 cm	0,267 cd	0,269 cd	0,278 bc	0,268 cd	0,271 B
90 cm	0,185 efg	0,209 e	0,282 bc	0,189 efg	0,216 C
120 cm	0,152 hı	0,164 ghı	0,246 d	0,192 ef	0,189 D
150 cm	0,115 j	0,140 ij	0,175 fgh	0,164 f-ı	0,149 E
Fiz. olum	0,110 j	0,174 e-ı	0,142 hij	0,110 j	0,134 E
Ortalama	0,185 C	0,208 B	0,244 A	0,207 B	

Yaprak sodyum oranı: Sorgum yapraklarının Na içerikleri araştırmanın iki yılı ile yılların ortalamasında biçim yükseklikleri ile çeşit*biçim yüksekliği etkileşiminde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Çeşitler arasındaki farklılık ise sadece yıllar ortalamasında önemli olmuştur (Tablo 4.67).

Tablo 4.67. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak sodyum oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	38604,1
Hata-1	2	-	-	196081,2
Çeşit (Ç)	3	64412,1	57114,7	121417,2**
Y*Ç	3	-	-	109,6
Hata-2	6	-	-	540,1
Biçim Yük. (BY)	5	4044117,2**	3532129,4**	7563733,4**
Y*BY	5	-	-	12513,2
Ç*BY	15	582423,6**	516440,1**	1097872,3**
Y*Ç*BY	15	-	-	991,4
Hata	190/376+	2236045,1	1435627,8	4343379,0
Genel	215/431+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Araştırmanın ilk yılında biçim yüksekliklerinin artışına bağlı olarak yaprakların Na içerikleri azalmıştır. En yüksek Na içeriği (677,9 ppm) 30 cm boya sahip bitkilerde belirlenirken, en düşük Na oranı (272,8 ppm) fizyolojik olumda hasadı yapılan bitkilerde tespit edilmiştir. Etkileşimlere göre en yüksek Na oranları 705,3 ppm ile Nutrima, 698,8 ppm ile Nutri Honey ve 684,6 ppm ile M81-E çeşitlerinin 30 cm boya sahip bitkilerinde belirlenmiştir. En düşük değerler ise 230,1 ppm ile M81-E, 235,8 ppm ile Nutrima ve 238,6 ppm ile Nutrima çeşitlerinin fizyolojik olum dönemlerindeki bitkilerinde gerçekleşmiştir (Tablo 4.68).

İkinci yılda yine biçim yüksekliklerinin artışı ile yaprak Na oranları yükselmiştir. En fazla Na içeriği 646,0 ppm ile 30 cm yükseklikte, en düşük ise 257,9 ppm ile fizyolojik olumda biçilen bitkilerde tespit edilmiştir. Çeşitlere göre Na içerikleri 409,6-461,1 ppm arasında yer almıştır. İki yıllık ortalama Na içeriklerindeki değişimler de yıllar ile benzer sonuçlar vermiştir (Tablo 4.68).

Tablo 4.68. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak sodyum oranları (ppm)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	698,8 ab	705,3 a	684,6 ab	623,1 bc	677,9 A
60 cm	505,8 d-g	733,6 a	451,9 f-ı	545,2 cde	559,2 B
90 cm	593,2 cd	552,6 cde	541,3 c-f	476,8 e-h	541,0 B
120 cm	344,5 jk	368,7 ijk	371,5 ijk	394,5 hij	369,8 C
150 cm	335,1 jk	309,8 jk	298,0 jk	355,4 ijk	324,6 CD
Fiz. olum	238,6 k	235,8 k	230,1 k	386,6 g-k	272,8 D
Ortalama	452,7	484,3	429,6	463,6	457,5
2021 yılı					
30 cm	665,6 a	671,8 a	652,3 ab	594,3 bc	646,0 A
60 cm	480,3 def	694,8 a	429,6 fgh	517,6 de	530,6 B
90 cm	554,9 cd	516,7 de	506,0 de	445,3 efg	505,7 B
120 cm	340,2 ij	363,1 hij	365,6 g-j	387,2 ghı	364,0 C
150 cm	321,2 i-m	297,4 i-m	286,3 j-m	340,3 ı-l	311,3 D
Fiz. olum	225,7 klm	223,1 lm	217,7 m	365,0 g-k	257,9 D
Ortalama	431,3	461,1	409,6	441,6	435,9
iki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	682,2 a	688,6 a	668,4 a	608,7 b	662,0 A
60 cm	493,1 def	714,2 a	440,8 fgh	531,5 cd	544,9 B
90 cm	574,0 bc	534,6 cd	523,7 cde	461,1 efg	523,4 B
120 cm	342,3 ijk	366,0 ij	368,6 ij	390,8 hı	366,9 C
150 cm	328,2 i-l	303,6 j-m	292,1 klm	347,9 ijk	317,9 D
Fiz. olum	232,1 lm	229,4 m	223,9 m	375,8 g-k	265,3 E
Ortalama	442,0 BC	472,7 A	419,6 C	452,6 AB	

Sap sodyum oranı: Sorgum çeşitlerinin sap kısımlarındaki Na içerikleri araştırmanın yürütüldüğü yıllar ile bunların ortalamasına bağlı olarak çeşitlere, biçim yüksekliklerine ve bunlar arasındaki etkileşimlere göre istatistiki olarak önemli değişim göstermişlerdir (Tablo 4.69).

Tablo 4.69. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap sodyum oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	22370,2
Hata-1	2	-	-	121111,3
Çeşit (Ç)	3	645352,8**	572239,9**	1216494,1**
Y*Ç	3	-	-	1098,5
Hata-2	6	-	-	3238,6
Biçim Yük. (BY)	5	1141212,0**	1016526,5**	2152268,2**
Y*BY	5	-	-	5770,3
Ç*BY	15	536458,9**	475682,8**	1011228,5**
Y*Ç*BY	15	-	-	913,2
Hata	190/376+	2755046,1	1887064,4	5099707,0
Genel	215/431+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Bitkilerin sap kısımlarının Na içerikleri genel olarak biçim yüksekliğinin artışına bağlı olarak düşmüştür. Ayrıca ŞS çeşitlerinin Na içerikleri SSM çeşitlerine göre daha yüksek olmuştur. Biçim yüksekliklerine göre en yüksek Na oranları 60 cm (482,8 ppm) ve 30 cm (439,5 ppm) yüksekliğe ulaştığında biçilen bitkilerde saptanırken, en az Na 223,7 ppm ile fizyolojik olumda biçilen bitkilerde tespit edilmiştir. Çeşitlere göre Na oranları 317,1-474,2 ppm arasında gerçekleşmiştir. İkinci yılda en yüksek Na içerikleri yine 60 ve 30 cm boyda, en düşük Na ise fizyolojik olumdaki bitkilerde tespit edilmiştir. Çeşitlere göre en yüksek Na oranına Topper-76, en düşük orana ise Nutrima sahip olmuştur. İki yıllık ortalama sonuçlar, yıllara ait değerlere benzerlik göstermiştir (Tablo 4.70).

Tablo 4.70. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap sodyum oranları (ppm)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	421,5 d-g	377,0 f-ı	469,1 cde	490,3 cd	439,5 AB
60 cm	524,5 abc	338,0 g-k	448,4 c-f	620,2 a	482,8 A
90 cm	350,5 f-j	379,3 e-ı	276,4 h-k	619,6 ab	406,5 BC
120 cm	332,6 g-k	328,2 g-k	347,0 f-j	511,3 bcd	379,8 C
150 cm	313,4 g-k	268,9 h-k	219,5 k	326,6 g-k	282,1 D
Fiz. olum	205,2 jk	211,0 jk	201,8 jk	276,8 g-k	223,7 D
Ortalama	357,9 B	317,1 B	327,0 B	474,2 A	369,1
2021 yılı					
30 cm	404,5 def	362,6 efg	449,4 cd	469,3 cd	421,5 A
60 cm	497,9 bc	322,3 g-j	426,3 cde	588,1 a	458,6 A
90 cm	326,4 f-j	353,5 e-h	256,6 ı-l	579,8 ab	379,1 B
120 cm	328,9 f-j	324,8 f-k	342,6 e-ı	497,3 bc	373,4 B
150 cm	300,8 g-l	258,9 h-l	212,4 l	313,3 f-l	271,3 C
Fiz. olum	194,2 kl	199,7 jkl	191,0 l	261,7 g-l	211,6 C
Ortalama	342,1 B	303,6 B	313,0 B	451,6 A	352,6
iki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	413,0 de	369,8 ef	459,3 bcd	479,8 bc	430,5 B
60 cm	511,2 b	330,2 f-ı	437,4 cd	604,1 a	470,7 A
90 cm	338,4 fgh	366,4 efg	266,5 ijk	599,7 a	392,8 C
120 cm	330,7 f-ı	326,5 f-ı	344,8 fg	504,3 b	376,6 C
150 cm	307,1 f-j	263,9 h-k	215,9 k	319,9 f-ı	276,7 D
Fiz. olum	199,7 k	205,3 jk	186,4 k	269,3 g-k	217,7 E
Ortalama	350, B	310,4 C	320,0 BC	462,9 A	

Yaprak demir oranı: Sorgum yapraklarının Fe içerikleri araştırmanın ilk yılında sadece biçim yüksekliklerinde, ikinci yılda biçim yüksekliği ile çeşit*biçim yüksekliği etkileşimlerinde, iki yıllık ortalama değerlere göre ise çeşit, biçim yüksekliği ve çeşit*biçim yüksekliği etkileşiminde istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Tablo 4.71).

Tablo 4.71. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak demir oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	544,863**
Hata-1	2	-	-	1365,240
Çeşit (Ç)	3	375,153	332,652	707,166**
Y*Ç	3	-	-	0,639
Hata-2	6	-	-	3,572
Biçim Yük. (BY)	5	22946,205**	13991,481**	35857,532**
Y*BY	5	-	-	630,154
Ç*BY	15	2060,764	1827,298**	3884,554**
Y*Ç*BY	15	-	-	3,508
Hata	190/376+	17199,182	9000,370	30398,204
Genel	215/431+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Sorgum yapraklarının Fe içerikleri bitkilerin büyümesine bağlı olarak azalmıştır. İlk yılda ortalama en yüksek Fe oranı 56,95 ppm ile 30 cm boyunda biçilen bitkilerde belirlenirken, en az Fe oranı ise 23,15 ppm ile fizyolojik olumda biçilenlerde tespit edilmiştir. İkinci yılda en yüksek Fe oranı (49,47 ppm) yine 30 cm yükseklikten biçilen bitkilerde, en düşük oran (21,77 ppm) ise fizyolojik olum dönemindeki bitkilerde belirlenmiştir. Çeşitlere göre yaprakların Fe içerikleri 33,37-36,79 ppm arasında değişim göstermiştir. İki yıllık ortalama Fe içeriklerinde ise en yüksek oran 53,46 ppm ile 30 cm'den, en düşük oran ise 22,46 ppm ile fizyolojik olumda hasat edilen bitkilerde tespit edilmiştir. Çeşitlere göre en yüksek Fe oranları 38,11 ve 38,01 ppm ile M81-E ve Nutrima'da, en düşük oran ise 34,59 ppm ile Topper-76'da belirlenmiştir. Projede yaprakların Fe içerikleri ikinci yıl yaklaşık olarak %7 oranında düşmüştür (Tablo 4.72).

Tablo 4.72. SSM ve ŞŞ'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak demir oranları (ppm)

Biçim Yükseklği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞŞ)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	61,02	60,87	57,31	48,59	56,95 A
60 cm	39,11	39,38	46,75	40,37	41,40 B
90 cm	37,85	40,66	39,03	31,83	37,34 B
120 cm	37,03	41,57	44,07	36,29	39,74 B
150 cm	26,62	33,15	24,90	32,48	29,29 C
Fiz. olum	22,31	21,01	23,97	25,33	23,15 C
Ortalama	37,32	39,44	39,34	35,82	37,98 A
2021 yılı					
30 cm	53,81 a	53,66 a	50,32 a	42,11 bc	49,97 A
60 cm	37,01 c-g	37,27 c-g	44,21 b	38,19 cde	39,17 B
90 cm	37,07 c-g	39,72 bcd	38,18 c-f	31,41 gh	36,59 B
120 cm	34,25 d-g	38,53 b-e	40,88 bc	33,56 d-g	36,80 B
150 cm	25,63 hij	31,78 e-i	24,01 ij	31,15 f-i	28,14 C
Fiz. olum	20,98 j	19,75 j	22,54 hij	23,82 hij	21,77 D
Ortalama	34,79	36,79	36,69	33,37	35,41 B
İki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	57,41 a	57,27 a	53,82 a	45,35 b	53,46 A
60 cm	38,06 cde	38,32 cde	45,48 b	39,28 cd	40,29 B
90 cm	37,46 c-f	40,14 cd	38,61 cde	31,62 gh	36,97 C
120 cm	35,64 d-g	40,05 cd	42,47 bc	34,93 d-g	38,27 BC
150 cm	26,13 h-i	32,47 e-h	24,45 i	31,82 fgh	28,72 D
Fiz. olum	21,64 i	20,38 i	23,26 i	24,58 hi	22,46 E
Ortalama	36,06 AB	38,11 A	38,01 A	34,59 B	

Sap demir oranı: Farklı sorgum çeşitlerinin saplarının Fe kapsamlarındaki değişim araştırmanın iki yılı ile iki yıllık ortalama çeşitlere, biçim yüksekliklerine ve bunlar arasındaki etkileşimlere bağlı olarak önemli değişim göstermiştir (Tablo 4.73).

Tablo 4.73. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap demir oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	475,037**
Hata-1	2	-	-	1149,126
Çeşit (Ç)	3	557,835**	494,6371**	1051,523**
Y*Ç	3	-	-	0,950
Hata-2	6	-	-	2,703
Biçim Yük. (BY)	5	15797,941**	9755,3059**	24987,264**
Y*BY	5	-	-	565,982
Ç*BY	15	1404,004	1244,9422**	2646,556**
Y*Ç*BY	15	-	-	2,390
Hata	190/376+	11506,325	7451,005	22502,226
Genel	215/431+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Araştırmanın tüm yıllarında Nutri Honey, Nutrima ve M81-E çeşitlerinin sap kısımlarındaki Fe oranı Topper-76 çeşidinden daha fazla olmuştur. Bunun yanında bitkilerinde büyümeye bağlı olarak saplarında bulunan Fe oranlarında azalma olmuştur. Araştırmanın ilk yılında en yüksek Fe oranı 30 cm'de, en düşük Fe oranı ise fizyolojik olumda hasat edilen bitkilerde tespit edilmiştir. İkinci yılda en yüksek Fe oranı 43,95 ppm ile 30 cm boya sahip bitkilerde tespit edilirken, en az orana ise 20,90 ppm ile fizyolojik olum dönemindeki bitkilerde rastlanılmıştır. Çeşitlere göre Fe oranları ilk yıla benzer değişim göstermiştir. İki yıllık ortalama Fe değerleri ilk iki yıla benzer değişim göstermiştir. Bitkilerin saplarında biriken Fe içerikleri araştırmanın ilk yılında 35,06 ppm iken, bu değer ikinci yılda 32,66 ppm'e düşmüştür (Tablo 4.74).

Tablo 4.74. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap demir oranları (ppm)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	51,38	54,98	49,96	45,88	50,55 A
60 cm	39,81	37,10	44,04	39,77	40,18 B
90 cm	37,67	34,41	40,17	32,71	36,24 C
120 cm	28,17	37,13	33,37	29,19	31,96 D
150 cm	30,44	31,70	31,55	23,16	29,21 D
Fiz. olum	28,26	23,21	16,76	20,65	22,22 E
Ortalama	35,96 A	36,42 A	35,97 A	31,89 B	35,06 A
2021 yılı					
30 cm	44,73 ab	48,12 a	43,39 bc	39,55 cde	43,95 A
60 cm	37,67 d-g	35,11 e-ı	41,65 bcd	37,63 d-g	38,02 B
90 cm	36,90 d-h	33,83 f-j	39,26 c-f	32,23 g-k	35,56 B
120 cm	25,91 l-o	34,35 e-j	30,81 ı-l	26,87 k-o	29,48 C
150 cm	29,23 ı-n	30,41 h-m	30,27 ı-m	22,38 nop	28,07 C
Fiz. olum	26,58 j-o	21,83 m-p	15,75 p	19,42 op	20,90 D
Ortalama	33,50 A	33,94 A	33,52 A	29,68 B	32,66 B
iki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	48,06 ab	51,55 a	46,67 bc	42,72 d	47,25 A
60 cm	38,74 ef	36,11 fgh	42,85 cde	38,70 ef	39,10 B
90 cm	37,29 fg	34,12 g-j	39,71 def	32,47 h-k	35,90 C
120 cm	27,04 lm	35,74 f-ı	32,09 h-k	28,03 klm	30,72 D
150 cm	29,04 jkl	31,06 h-l	30,91 ı-l	22,77 mno	28,64 C
Fiz. olum	27,42 j-n	22,52 mno	16,26 o	20,04 no	21,56 E
Ortalama	34,73 A	35,18 A	34,75 A	30,79 B	

Yaprak bakır oranı: Farklı sorgum çeşitlerinin yapraklarının Cu içerikleri araştırmanın iki yılı ile ortalamasında biçim yüksekliklerine göre önemli değişim gösterirken, çeşitler arasındaki önemlilik 2020 yılı ile yıllar ortalamasında önemli olmuştur (Tablo 4.75).

Tablo 4.75. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak bakır oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	60,2482**
Hata-1	2	-	-	205,3914
Çeşit (Ç)	3	106,2400	94,20392**	200,2631**
Y*Ç	3	-	-	0,1808
Hata-2	6	-	-	0,5697
Biçim Yük. (BY)	5	1342,6361**	896,39644**	2208,7368**
Y*BY	5	-	-	30,2957
Ç*BY	15	109,6006	97,18383	206,5979
Y*Ç*BY	15	-	-	0,1866
Hata	190/376+	3029,7501	879,2564	4580,3456
Genel	215/431+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Araştırmanın ilk yılında en yüksek Cu oranı (20,52 ppm) 30 cm yükseklikten, en az Cu oranı (12,51 ppm) ise fizyolojik olumda biçilen bitkilerde tespit edilmiştir. Çeşitlere göre Cu oranları 15,02-17,12 ppm arasında değerlere sahip olmuştur. İkinci yılda da ortalama en yüksek Cu içeriği (18,74 ppm) 30 cm boyda, en düşük oran (11,75 ppm) ise fizyolojik olum döneminde hasadı yapılan bitkilerde gerçekleşmiştir. Çeşitlere göre en yüksek Cu oranı 16,19 ppm ile M81-E’de belirlenirken, ez Cu oranı (14,21 ppm) Nutri Honey çeşidinde ölçülmüştür. İki yıllık ortalamalar da ilk iki yıla benzer değişimler göstermiştir. İkinci yılda yaprakların Cu içerikleri ilk yıla göre yaklaşık olarak %4 oranında düşüş göstermiştir (Tablo 4.76).

Tablo 4.76. SSM ve ŞS’nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak bakır oranları (ppm)

Biçim Yükseklği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	18,51	20,71	22,43	20,42	20,52 A
60 cm	15,73	14,22	16,54	14,93	15,36 B
90 cm	15,18	14,73	17,85	16,72	16,12 B
120 cm	14,68	16,62	16,53	14,15	15,49 B
150 cm	13,38	14,29	16,07	14,66	14,60 BC
Fiz. olum	12,67	11,92	13,30	12,15	12,51 C
Ortalama	15,02	15,42	17,12	15,50	15,77 A
2021 yılı					
30 cm	16,85	18,92	20,54	18,65	18,74 A
60 cm	15,26	13,83	16,01	14,50	14,90 B
90 cm	14,70	14,27	17,22	16,15	15,58 B
120 cm	13,92	15,75	15,67	13,43	14,69 BC
150 cm	12,65	13,51	15,19	13,85	13,80 C
Fiz. olum	11,90	11,20	12,50	11,41	11,75 D
Ortalama	14,21 B	14,58 B	16,19 A	14,66 B	14,91 B
İki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	17,68	19,82	21,49	19,54	19,62 A
60 cm	15,50	14,02	16,28	14,71	15,12 BC
90 cm	14,94	14,50	17,53	16,43	15,85 B
120 cm	14,30	16,19	16,10	13,79	15,09 BC
150 cm	13,01	13,90	15,63	14,25	14,19 C
Fiz. olum	12,29	11,56	12,90	11,78	12,12 D
Ortalama	14,62 B	15,00 B	16,65 A	15,08 B	

Sap bakır oranı: Sorgumun sap kısımlarındaki Cu içerikleri araştırmanın ilk yılında sadece biçim yüksekliklerine, ikinci yıl ile iki yıllık ortalama da ise çeşitlere, biçim yüksekliklerine ve bunlar arasındaki etkileşimlere göre istatistiki olarak önemli değişim göstermiştir (Tablo 4.77).

Tablo 4.77. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap bakır oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	50,1936**
Hata-1	2	-	-	174,7471
Çeşit (Ç)	3	95,4542	84,64004**	179,9317**
Y*Ç	3	-	-	0,1625
Hata-2	6	-	-	0,8537
Biçim Yük. (BY)	5	1311,6813**	870,12883**	2151,6037**
Y*BY	5	-	-	30,2065
Ç*BY	15	176,0835	156,13480**	331,9186**
Y*Ç*BY	15	-	-	0,2997
Hata	190/376+	2351,5902	894,7849	3813,1465
Genel	215/431+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Sapların Cu kapsamı yaprakların Cu içeriklerine benzer şekilde biçim yüksekliklerinin artışı ile azalmıştır. Araştırmanın ilk yılında en yüksek Cu oranı 19,22 ppm ile 30 cm boyda, en düşük oran ise 11,66 ile fizyolojik olum dönemindeki bitkilerde tespit edilmiştir. İkinci yıl ve yıllar ortalamasında da en yüksek Cu oranı 30 cm boyunda biçilen bitkilerde ölçülürken, fizyolojik olumda biçilenler en az Cu oranına sahip olmuştur. Çeşitler içerisinde en yüksek Cu oranı M81-E'de belirlenirken, diğerlerinin ortalama Cu oranları birbirine yakın olmuştur. Çalışmada sap kısımların Cu içerikleri ilk yıl 14,49 ppm iken, ikinci yılda bu oran 13,71 ppm'e düşmüştür (Tablo 4.78).

Tablo 4.78. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap bakır oranları (ppm)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	21,63	18,31	20,53	16,44	19,22 A
60 cm	16,35	13,09	15,72	13,36	14,63 B
90 cm	14,42	13,20	15,06	13,84	14,13 B
120 cm	14,51	12,73	15,35	13,04	13,91 BC
150 cm	12,15	12,49	14,59	14,24	13,36 BC
Fiz. olum	11,73	11,79	10,82	12,32	11,66 C
Ortalama	15,13	13,60	15,34	13,87	14,49 A
2021 yılı					
30 cm	19,79 a	16,66 b	18,75 a	14,90 cd	17,52 A
60 cm	15,83 bc	12,77 e-ı	15,25 bcd	13,02 e-h	14,21 B
90 cm	13,99 c-f	12,83 e-ı	14,59 cde	13,44 d-h	13,71 BC
120 cm	13,77 d-h	12,09 f-ı	14,56 cde	12,39 f-ı	13,20 C
150 cm	11,49 gı	11,81 f-ı	13,79 c-h	13,46 d-h	12,63 C
Fiz. olum	11,02 ghı	11,08 ghı	10,16 ı	11,58 f-ı	10,96 D
Ortalama	14,31 A	12,87 B	14,51 A	13,13 B	13,71 B
İki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	20,71 a	17,49 b	19,64 a	15,67 cd	18,37 A
60 cm	16,09 bc	12,93 g-k	15,48 c-d	13,19 e-j	14,42 B
90 cm	14,21 d-g	13,01 f-k	14,82 c-f	13,64 e-j	13,91 BC
120 cm	14,14 d-h	12,41 g-k	14,95 cde	12,72 g-k	13,55 BC
150 cm	11,82 jk	12,15 g-k	14,19 c-ı	13,85 d-j	13,01 C
Fiz. olum	11,38 ijk	11,43 h-k	10,49 k	11,95 g-k	11,31 D
Ortalama	14,72 A	13,23 B	14,93 A	13,05 B	

Yaprak çinko oranı: Sorgum çeşitlerinin yapraklarındaki Zn oranları araştırma yılları ile ortalamasında çeşitlere, biçim yüksekliklerine ve bunlar arasındaki etkileşimlere bağlı olarak önemli değişim göstermiştir (Tablo 4.79).

Tablo 4.79. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak çinko oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	320,139**
Hata-1	2	-	-	1070,019
Çeşit (Ç)	3	1007,302**	893,183**	1898,770**
Y*Ç	3	-	-	1,715
Hata-2	6	-	-	7,631
Biçim Yük. (BY)	5	12787,567**	10531,168**	23253,046**
Y*BY	5	-	-	65,688
Ç*BY	15	1868,551**	1656,860**	3522,231**
Y*Ç*BY	15	-	-	3,181
Hata	190/376+	9830,915	5985,375	19261,447
Genel	215/431+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Yaprakların Zn içerikleri araştırmanın tüm yıllarında genel olarak biçim yüksekliklerinin artışı ile azalmıştır. Bununla beraber genellikle SSM çeşitleri yapraklarında ŞS çeşitlerine göre daha fazla Zn oranına sahip olmuştur. İlk yılda en yüksek Zn (49,16 ppm) 30 cm boyunda, en düşük Zn oranı (24,45 ppm) ise fizyolojik olumda biçilen bitkilerde belirlenmiştir. Çeşitler içerisinde en yüksek Zn oranı Nutrima, en az Zn oranı ise Topper-76 çeşidinde tespit edilmiştir. İkinci yılda yine 30 cm yükselikten biçilen bitkiler en yüksek, fizyolojik olumda biçilenler ise en düşük Zn kapsamışlardır. Çeşitlere göre Zn içerikleri 29,05-35,07 ppm arasında değişmiştir. Doğal ollaral iki yıllık ortalamalar da yılların sonuçları ile benzer değişimlere sahip olmuştur. İkinci yılda yaprakların Zn içerikleri ilk yıla göre %6 oranında düşmüştür (Tablo 4.80).

Tablo 4.80. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak çinko oranları (ppm)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	54,56 a	49,52 ab	49,76 ab	42,81 c	49,16 A
60 cm	42,66 c	45,46 bc	34,38 d-g	27,74 hij	37,56 B
90 cm	33,69 d-h	40,22 cd	39,61 cde	31,14 f-j	36,16 BC
120 cm	35,79 def	35,52 def	32,93 e-ı	30,94 f-j	33,79 C
150 cm	27,78 g-j	28,41 f-j	27,10 hij	29,15 f-j	28,10 D
Fiz. olum	24,01 ı-j	23,91 ı-j	26,96 f-j	22,96 j	24,45 D
Ortalama	36,41 A	37,17 A	35,12 A	30,79 B	34,88 A
2021 yılı					
30 cm	50,80 a	46,05 b	46,28 b	39,73 cd	45,71 A
60 cm	40,61 cd	43,25 bc	32,81 fg	26,56 ijk	35,80 B
90 cm	32,13 fgh	38,28 de	37,70 de	29,73 f-j	34,46 BC
120 cm	33,80 ef	33,55 ef	31,11 f-ı	29,24 f-j	31,92 C
150 cm	26,21 ijk	26,80 h-k	25,57 ijk	27,50 g-k	26,52 D
Fiz. olum	22,58 jk	22,49 jk	25,36 h-k	21,59 k	23,00 D
Ortalama	34,35 A	35,07 A	33,13 A	29,05 B	32,91 B
İki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	52,68 a	47,79 bc	48,02 b	41,27 de	47,43 A
60 cm	41,63 de	44,36 cd	33,60 ghi	27,15 lm	36,68 B
90 cm	32,91 g-j	39,25 e	38,65 ef	30,43 h-l	35,31 B
120 cm	34,79 f-g	34,54 fgh	32,02 g-k	30,09 ı-l	32,85 C
150 cm	26,99 lm	27,61 klm	26,34 l-m	28,33 j-m	27,31 D
Fiz. olum	23,29 m	23,20 m	26,16 klm	22,27 m	23,73 E
Ortalama	35,38 A	36,12 A	34,12 A	29,92 B	

Sap çinko oranı: Sorgum saplarının Zn seviyeleri araştırmanın bütün yılları ve ortalamasında çeşitlere, biçim yüksekliklerine ve çeşit*biçim yüksekliği etkileşimlerine göre istatistiki olarak önemli değişim göstermiştir. Bu değişim sadece çalışmanın ilk yılında çeşitlere göre önemsiz olmuştur (Tablo 4.81).

Tablo 4.81. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap çinko oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	360,430**
Hata-1	2	-	-	1218,854
Çeşit (Ç)	3	193,183	171,297**	364,151**
Y*Ç	3	-	-	0,329
Hata-2	6	-	-	1,287
Biçim Yük. (BY)	5	15559,880**	13045,698**	28536,915**
Y*BY	5	-	-	68,663
Ç*BY	15	1242,674**	1101,890**	2343,448**
Y*Ç*BY	15	-	-	2,115
Hata	190/376 ⁺	6493,936	3832,410	14289,037
Genel	215/431 ⁺	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Bitkilerin sap kısımlarındaki Zn oranları biçim yüksekliği artışına bağlı olarak azalmıştır. Deneme yılları ve ortalamasında en yüksek Zn içeriği 30 cm yükseklikten, en düşük ise fizyolojik olumda biçilen bitkilerde tespit edilmiştir. Yine yıllar ve ortalamasında Topper-76 çeşidi en yüksek Zn oranına sahip olurken, diğer çeşitler daha az Zn oranına sahip olmuşlardır. Saplarda biriken Zn içerikleri araştırmanın ilk yılında 36,94 ppm iken, bu değer ikinci yılda 34,85 ppm'e düşmüştür (Tablo 4.82).

Tablo 4.82. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap çinko oranları (ppm)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	51,75 a	53,18 a	52,69 a	50,50 a	52,02 A
60 cm	42,65 bc	44,10 b	35,22 e-h	49,04 a	42,75 B
90 cm	36,59 d-g	36,62 d-g	38,27 cde	41,66 bcd	38,28 C
120 cm	33,33 e-ı	31,25 g-j	33,60 e-ı	37,19 def	33,84 D
150 cm	32,31 e-j	29,33 ı-l	29,51 h-l	31,19 f-k	30,58 E
Fiz. olum	23,18 kl	26,20 ı-l	24,75 jkl	22,37 l	24,12 F
Ortalama	36,63	36,78	35,67	38,65	36,94 A
2021 yılı					
30 cm	48,15 a	49,50 a	49,03 a	46,97 a	48,41 A
60 cm	40,60 b	41,97 b	33,60 def	46,62 a	40,69 B
90 cm	34,86 de	34,89 de	36,44 cd	39,63 bc	36,45 C
120 cm	31,49 efg	29,53 gh	31,74 efg	35,11 de	31,96 D
150 cm	30,47 e-h	27,67 g-j	27,84 g-j	29,42 f-ı	28,85 E
Fiz. olum	21,80 jk	24,64 h-k	23,28 ijk	21,04 k	22,69 F
Ortalama	34,56 AB	34,70 AB	33,65 B	36,46 A	34,85 B
İki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	49,95 ab	51,34 a	50,86 a	48,74 ab	50,22 A
60 cm	41,63 c	43,03 c	34,41 e-h	47,83 b	41,72 B
90 cm	35,72 efg	35,76 efg	37,35 de	40,64 cd	37,36 C
120 cm	32,41 g-j	30,39 ijk	32,67 f-ı	36,15 ef	32,90 D
150 cm	31,39 hij	28,50 jkl	28,67 ı-l	30,30 ijk	29,71 E
Fiz. olum	22,49 m	25,42 klm	24,02 lm	21,71 m	23,40 F
Ortalama	35,59 B	35,74 B	34,66 B	37,56 A	

Yaprak mangan oranı: Sorgum yapraklarındaki Mn düzeylerindeki değişim araştırmanın iki yılı ile ortalamasına göre çeşitlere, biçim yüksekliklerine ve çeşit-biçim yükseklikleri etkileşimlerine göre istatistiki olarak önemli değişim göstermiştir (Tablo 4.83).

Tablo 4.83. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak mangan oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	67,0320*
Hata-1	2	-	-	223,5150
Çeşit (Ç)	3	373,1159**	330,8451**	703,3259**
Y*Ç	3	-	-	0,6351
Hata-2	6	-	-	1,4897
Biçim Yük. (BY)	5	1541,6538**	1010,7896**	2519,8856**
Y*BY	5	-	-	32,5578
Ç*BY	15	529,5039**	469,5157**	998,1182**
Y*Ç*BY	15	-	-	0,9013
Hata	190/376+	3602,7114	1662,7601	6026,057
Genel	215/431+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Araştırmanın yürütüldüğü tüm yıllar ile iki yıllık ortalama değerlere göre yapraklardaki Mn oranı biçim yüksekliğindeki artışa bağlı olarak düşüş göstermiştir. Dolayısıyla en yüksek Mn içeriği 30 cm yükseklikte, en düşük Mn oranı ise fizyolojik olumda hasat edilen bitkilerde tespit edilmiştir. Bunun yanında yine yıllar ve ortalamasında SSM çeşitlerinin yapraklarının Mn düzeyleri ŞS çeşitlerinden daha yüksek çıkmış ve en yüksek Mn bulunduran çeşit Nutri Honey olmuştur. Yaprakların ortalama Mn içeriklerindeki değişim yıllara göre yaklaşık olarak %5 düzeyinde gerçekleşmiştir (Tablo 4.84).

Tablo 4.84. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak mangan oranları (ppm)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	21,97 ab	20,38 abc	22,92 a	20,85 abc	21,53 A
60 cm	20,50 abc	17,71 cd	14,07 efg	13,13 fg	16,35 BC
90 cm	18,57 bcd	13,86 efg	13,42 fg	12,81 fg	14,66 C
120 cm	18,65 bcd	15,08 def	18,42 bcd	15,63 def	16,95 B
150 cm	17,95 b-e	17,24 c-f	13,33 efg	14,61 d-g	15,78 BC
Fizy. olum	16,88 b-f	13,46 d-g	9,10 g	17,10 b-f	14,14 BC
Ortalama	19,09 A	16,29 B	15,21 B	15,69 B	16,57 A
2021 yılı					
30 cm	20,10 ab	18,61 bcd	21,00 a	19,05 a-d	19,69 A
60 cm	19,74 abc	17,12 de	13,68 gh	12,80 h	15,84 B
90 cm	17,89 bcd	13,46 gh	13,04 h	12,47 h	14,21 C
120 cm	17,67 bcd	14,30 fgh	17,45 cde	14,82 e-h	16,06 B
150 cm	16,96 c-f	16,28 d-g	12,60 hı	13,80 fgh	14,91 BC
Fizy. olum	15,87 d-h	12,65 ghi	8,55 ı	16,08 c-h	13,29 C
Ortalama	18,04 A	15,40 B	14,39 B	14,84 B	15,67 B
İki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	21,03 ab	19,49 b-e	21,96 a	19,95 bcd	20,61 A
60 cm	20,12 abc	17,41 fg	13,87 ijk	12,97 jk	16,09 B
90 cm	18,23 c-f	13,66 ijk	13,23 ijk	12,64 k	14,44 C
120 cm	18,16 c-f	14,69 h-k	17,94 c-f	15,23 g-j	16,50 B
150 cm	17,46 d-g	16,76 fgh	12,97 ijk	14,20 h-k	15,35 BC
Fizy. olum	16,38 e-ı	13,06 ijk	8,83 l	16,59 e-ı	13,71 C
Ortalama	18,56 A	15,84 B	14,80 B	15,26 B	

Sap mangan oranı: Farklı sorgum çeşitlerinin saplarının Mn içerikleri tüm araştırma yıllarında çeşitlere, biçim yüksekliklerine ve bunların etkileşimlerine göre istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Sadece araştırmanın ilk yılında çeşitlere ve çeşit*biçim yüksekliği etkileşimlerine göre bu değişim önemsiz düzeyde kalmıştır (Tablo 4.85).

Tablo 4.85. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap mangan oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	47,0217
Hata-1	2	-	-	172,8629
Çeşit (Ç)	3	132,5272	117,5130**	249,8145**
Y*Ç	3	-	-	0,2256
Hata-2	6	-	-	0,8644
Biçim Yük. (BY)	5	1471,9241**	1146,1812**	2591,7765**
Y*BY	5	-	-	26,3288
Ç*BY	15	466,8716	413,9791**	880,0560**
Y*Ç*BY	15	-	-	0,7947
Hata	190/376+	3643,2226	1573,3747	5783,451
Genel	215/431+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Bitkilerin sap kısımlarındaki Mn içerikleri yapraklarınkine benzer değişim göstermiştir. Deneme yılları ve ortalamasında en yüksek Mn oranı 30 cm boyda hasat edilen bitkilerde, en düşük MN oranı ise fizyolojik olumda hasat edilenlerde tespit edilmiştir. Bunun yanında Nutri Honey çeşidi sapların en çok Mn bulunduran çeşit olurken, Nutrima en az Mn oranına sahip çeşit olmuştur (Tablo 4.86).

Tablo 4.86. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap mangan oranları (ppm)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	19,22	14,80	19,73	20,01	18,44 A
60 cm	15,96	13,28	17,33	19,00	16,39 B
90 cm	14,18	13,85	15,32	15,60	14,74 BC
120 cm	14,68	13,07	12,34	13,58	13,42 CD
150 cm	14,86	12,17	12,69	8,50	12,05 DE
Fiz. olum	12,52	9,68	9,29	5,73	9,31 E
Ortalama	15,24	12,81	14,45	13,74	14,06
2021 yılı					
30 cm	17,52 ab	13,36 d-g	18,00 a	18,26 a	16,79 A
60 cm	15,47 bcd	12,95 efg	16,76 abc	18,33 a	15,88 A
90 cm	13,76 d-g	13,45 d-g	14,83 c-f	15,10 cde	14,28 B
120 cm	13,93 d-g	12,41 fgh	11,73 gh	12,89 efg	12,74 C
150 cm	14,05 c-g	11,51 gh	12,00 fgh	8,055 ij	11,40 C
Fiz. olum	11,76 e-ı	9,09 hij	8,73 hij	5,37 j	8,74 D
Ortalama	14,41 A	12,13 C	13,67 AB	13,00 BC	13,31
iki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	18,37 ab	14,08 d-g	18,87 ab	19,13 a	17,61 A
60 cm	15,72 cd	13,11 efg	17,05 bc	18,66 ab	16,14 B
90 cm	13,97 d-g	13,65 d-g	15,07 c-f	15,35 cde	14,51 C
120 cm	14,31 d-g	12,74 fgh	12,03 ghı	13,24 efg	13,08 D
150 cm	14,45 d-g	11,84 ghı	12,34 ghı	8,28 j	11,73 E
Fiz. olum	12,14 e-ı	9,39 hij	9,01 ij	5,55 j	9,02 F
Ortalama	14,83 A	12,47 C	14,06 AB	13,37 BC	

Yaprak bor oranı: Sorgum çeşitlerinin yapraklarındaki B düzeyleri araştırmanın tüm yıllarda uygulanan tüm faktörlere bağlı olarak (çeşit, biçim yüksekliği ve çeşit*biçim yüksekliği) istatistikî düzeyde önemli değişim göstermiştir (Tablo 4.87).

Tablo 4.87. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak bor oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	78,5507**
Hata-1	2	-	-	278,4936
Çeşit (Ç)	3	181,1573**	160,6337**	341,4827**
Y*Ç	3	-	-	0,3084
Hata-2	6	-	-	0,5123
Biçim Yük. (BY)	5	3952,9288**	2984,1938**	6895,3578**
Y*BY	5	-	-	41,7648
Ç*BY	15	638,0681**	565,7805**	1202,7625**
Y*Ç*BY	15	-	-	1,0861
Hata	190/376+	3157,6739	1473,3129	5526,894
Genel	215/431+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Araştırma yılları ve ortalamasında sorgum çeşitlerinde biçimdeki bitki boyunun artışı ile yaprakların B içerikleri azalmıştır. Bu sebeple en yüksek B bulunduran yapraklar 30 cm’de biçilen bitkilerde saptanmıştır. Buna karşılık fizyolojik olum döneminde biçilenlerin yaprakları en az B oranına sahip olmuştur. Çeşitler içerisinde ise M81-E en fazla, Topper-76 ise en az B içerenler olmuştur. Yaprakların ortalama bor içerikleri yıllara göre yaklaşık olarak %5 oranında değişim göstermiştir (Tablo 4.88).

Tablo 4.88. SSM ve ŞS’nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak bor oranları (ppm)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	25,49 ab	27,64 a	24,99 ab	25,94 ab	26,02 A
60 cm	18,27 de	20,98 cd	16,80 efg	16,97 efg	18,26 B
90 cm	16,99 efg	18,01 def	17,38 efg	16,95 efg	17,33 B
120 cm	15,60 e-h	15,87 e-h	23,70 bc	14,44 fgh	17,40 B
150 cm	13,44 gh	14,73 e-h	16,36 e-h	14,43 e-h	14,74 C
Fiz. olum	12,36 gh	11,12 h	17,55 d-h	12,22 gh	13,31 C
Ortalama	17,02 B	18,06 AB	19,46 A	16,82 B	17,84 A
2021 yılı					
30 cm	23,42 b	25,45 a	22,96 b	23,85 ab	23,92 A
60 cm	17,64 d	20,20 c	16,26 d-h	16,42 def	17,63 B
90 cm	16,40 d-h	17,36 de	16,77 def	16,36 d-h	16,72 B
120 cm	14,79 e-j	15,05 e-j	22,42 bc	13,70 g-k	16,49 B
150 cm	12,70 g-k	13,92 f-k	15,46 d-ı	13,64 g-k	13,93 C
Fiz. olum	11,61 ijk	10,44 k	16,50 d-h	11,48 jk	12,51 C
Ortalama	16,10 B	17,10 B	18,39 A	15,91 B	16,87 B
iki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	24,46 b	26,54 a	23,97 b	24,90 ab	24,97 A
60 cm	17,95 d	20,59 c	16,53 d-g	16,70 d-g	17,94 B
90 cm	16,70 d-g	17,68 de	17,07 def	16,65 d-g	17,03 B
120 cm	15,20 f-j	15,46 e-ı	23,06 b	14,07 h-k	16,95 B
150 cm	13,07 i-l	14,33 g-k	15,91 d-ı	14,03 h-l	14,33 C
Fiz. olum	11,98 jkl	10,78 l	17,02 d-h	11,85 kl	12,91 C
Ortalama	16,56 BC	17,56 B	18,93 A	16,37 C	

Sap bor oranı: Farklı sorgum çeşitlerinin sap kısımlarındaki bor düzeylerine ilişkin yapılan varyans değerlendirmesine göre araştırmanın tüm yıllarında çeşitlere, biçim yüksekliklerine ve bunlar arasındaki etkileşimlere göre önemli düzeyde değişim göstermiştir. Sadece araştırmanın ilk yılında çeşit*biçim yüksekliği etkileşimlerine göre bu değişim önemsiz düzeyde kalmıştır (Tablo 4.89).

Tablo 4.89. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap bor oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	79,7577**
Hata-1	2	-	-	287,0064
Çeşit (Ç)	3	222,2603**	197,0801**	418,9621**
Y*Ç	3	-	-	0,3783
Hata-2	6	-	-	0,7223
Biçim Yük. (BY)	5	4011,6648	3155,9208**	7129,4277**
Y*BY	5	-	-	38,1580
Ç*BY	15	365,7715	324,3328**	689,4817**
Y*Ç*BY	15	-	-	0,6226
Hata	190/376+	4332,668	2093,2983	7359,651
Genel	215/431+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Araştırmanın tüm yılları ve ortalamasında biçim yüksekliklerinin artışı ile düzenli olarak sapların B kapsamı azalmıştır. Dolayısıyla en yüksek B içeren saplar 30 cm'de biçilen, en az B içerenler de fizyolojik olumda hasat edilenlerde kaydedilmiştir. Bunun yanında Nutrima çeşidinin sap B kapsamı diğer çeşitlerden daha yüksek çıkmıştır. Çalışmanın ilk yılın saplarda biriken ortalama B içeriği 17,97 ppm iken, bu oran araştırmanın ikinci yılında 16,99 ppm'e düşmüştür (Tablo 4.90).

Tablo 4.90. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap bor oranları (ppm)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	23,91	26,44	26,12	26,32	25,70 A
60 cm	21,09	21,69	21,59	18,61	20,74 B
90 cm	17,45	17,95	19,72	15,76	17,72 C
120 cm	14,53	21,33	14,46	15,99	16,58 C
150 cm	13,86	14,90	13,44	13,68	13,97 D
Fiz. olum	12,71	17,27	10,90	11,57	13,11 D
Ortalama	17,26 B	19,93 A	17,70 B	16,99 B	17,97 A
2021 yılı					
30 cm	21,94 ab	24,32 a	24,02 a	24,21 a	23,62 A
60 cm	20,30 bcd	20,86 bc	20,77 bc	17,96 d-g	19,97 B
90 cm	16,83 f-ı	17,31 e-h	18,97 c-f	15,24 g-j	17,09 C
120 cm	13,78 ı-l	20,19 b-e	13,72 jkl	15,16 g-k	15,71 C
150 cm	13,11 jkl	14,09 h-l	12,71 jkl	12,93 jkl	13,21 D
Fiz. olum	11,94 jkl	16,24 d-j	10,23 ı	10,87 kl	12,32 D
Ortalama	16,32 B	18,83 A	16,74 B	16,03 B	16,99 B
İki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	22,93 b	25,38 a	25,07 a	25,27 a	24,66 A
60 cm	20,70 c	21,27 bc	21,18 bc	18,29 de	20,36 B
90 cm	17,14 efg	17,63 ef	19,35 cde	15,50 fgh	17,40 C
120 cm	14,16 hı	20,76 bcd	14,09 hı	15,58 fgh	16,15 C
150 cm	13,49 hı	14,50 ghı	13,07 hı	13,31 hı	13,59 D
Fiz. olum	12,32 hı	16,76 e-h	10,57 ı	11,22 ı	12,72 D
Ortalama	16,79 B	19,38 A	17,22 B	16,53 B	

Yaprak kadmiyum oranı: Sorgum çeşitlerinin yapraklarındaki Cd içerikleri araştırmanın ilk yılında sadece biçim yüksekliklerine, ikinci yılda çeşitlere ve biçim yüksekliklerine, iki yıllık ortalama da ise çeşitlere, biçim yüksekliklerine ve çeşit*biçim yüksekliği etkileşimlerine göre önemli düzeyde değişim göstermiştir (Tablo 4.91).

Tablo 4.91. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak kadmiyum oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	0,042541
Hata-1	2	-	-	0,141258
Çeşit (Ç)	3	0,133676	0,118532**	0,251980**
Y*Ç	3	-	-	0,000228
Hata-2	6	-	-	0,000695
Biçim Yük. (BY)	5	9,494757**	8,496623**	17,970050**
Y*BY	5	-	-	0,021330
Ç*BY	15	0,256824	0,227728	0,484114**
Y*Ç*BY	15	-	-	0,000437
Hata	190/376+	3,512010	2,245241	6,217999
Genel	215/431+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Araştırmanın yürütüldüğü tüm yıllarda ve yıllar ortalamasında yapraklardaki Cd düzeyleri hasatta bitki boyunun artışı ile düşüş göstermiştir. 30 cm yükseklikte biçilen bitkiler en yüksek, fizyolojik olumda biçilenler ise en düşük Cd oranına sahip olmuştur. Bunun yanında Nutrime en fazla, Nutri Honey çeşidi ise en az Cd içeren çeşitler olmuştur (Tablo 4.92).

Tablo 4.92. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak kadmiyum oranları (ppm)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	0,729	0,723	0,690	0,703	0,712 A
60 cm	0,418	0,610	0,520	0,589	0,534 B
90 cm	0,266	0,413	0,298	0,281	0,314 C
120 cm	0,188	0,242	0,227	0,277	0,233 D
150 cm	0,152	0,222	0,187	0,208	0,192 DE
Fiz. olum	0,151	0,155	0,129	0,133	0,142 E
Ortalama	0,317	0,394	0,394	0,365	0,355
2021 yılı					
30 cm	0,692	0,687	0,655	0,667	0,675 A
60 cm	0,378	0,559	0,475	0,539	0,488 B
90 cm	0,254	0,392	0,284	0,268	0,299 C
120 cm	0,179	0,230	0,216	0,264	0,222 D
150 cm	0,134	0,200	0,168	0,187	0,172 DE
Fiz. olum	0,142	0,146	0,121	0,125	0,134 E
Ortalama	0,297 B	0,369 A	0,320 B	0,342 AB	0,332
İki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	0,711 a	0,705 a	0,672 a	0,685 a	0,693 A
60 cm	0,398 d	0,584 b	0,498 c	0,564 bc	0,511 B
90 cm	0,260 efg	0,403 d	0,291 e	0,274 ef	0,307 C
120 cm	0,183 ghi	0,236 e-h	0,222 e-ı	0,271 ef	0,228 D
150 cm	0,143 ı	0,211 e-ı	0,177 ghi	0,198 f-ı	0,182 E
Fiz. olum	0,146 hı	0,151 ghi	0,125 hı	0,129 hı	0,138 E
Ortalama	0,307 C	0,382 A	0,331 BC	0,353 AB	

Sap kadmiyum oranı: Farklı sorgum çeşitlerinin sap kısımlarındaki Cd düzeyleri araştırmanın tüm yıllarında çeşitlere, biçim yüksekliklerine ve bunlar arasındaki etkileşimlere göre önemli değişim göstermiştir (Tablo 4.93).

Tablo 4.93. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap kadmiyum oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	0,021742
Hata-1	2	-	-	0,059923
Çeşit (Ç)	3	0,113268**	0,100436**	0,213511**
Y*Ç	3	-	-	0,000193
Hata-2	6	-	-	0,001187
Biçim Yük. (BY)	5	2,203764**	2,083905**	4,280369**
Y*BY	5	-	-	0,007300
Ç*BY	15	0,4344934*	0,385270**	0,819024**
Y*Ç*BY	15	-	-	0,000740
Hata	190/376+	1,448849	0,984102	2,622002
Genel	215/431+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Çalışmanın yürütüldüğü bütün yıllarda sorgum çeşitlerinin sap kısımlarında biriken Cd içerikleri bitkilerde büyümenin ilerlemesine bağlı olarak düşüş göstermiştir. Dolayısıyla 30 cm'de biçilen bitkilerin sap Cd oranı en yüksek, fizyolojik oluma ulaştıktan sonra biçilenlerinki en az olmuştur. Çeşitler içerisinde ise Nutrima en çok Cd bulunduran çeşit olurken, Nutri Honey en az Cd içeren çeşit olarak saptanmıştır (Tablo 4.94).

Tablo 4.94. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap kadmiyum oranları (ppm)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	0,368 c	0,590 a	0,447 b	0,326 cd	0,433 A
60 cm	0,210 e-ı	0,361 c	0,274 de	0,274 de	0,280 B
90 cm	0,219 e-ı	0,251 efg	0,245 efg	0,271 def	0,247 B
120 cm	0,196 f-ı	0,209 e-ı	0,238 e-h	0,176 ghı	0,205 C
150 cm	0,183 f-ı	0,174 ghı	0,149 hı	0,179 ghı	0,171 CD
Fiz. olum	0,128 hı	0,131 hı	0,108 ı	0,140 ghı	0,127 D
Ortalama	0,217 B	0,286 A	0,243 B	0,228 B	0,244
2021 yılı					
30 cm	0,352 c	0,561 a	0,456 b	0,312 cd	0,413 A
60 cm	0,183 g-l	0,325 c	0,243 ef	0,243 ef	0,248 B
90 cm	0,210 e-j	0,240 efg	0,235 e-h	0,259 de	0,236 B
120 cm	0,187 f-l	0,200 e-k	0,226 e-ı	0,168 h-l	0,195 C
150 cm	0,164 h-l	0,155 ı-l	0,132 kl	0,160 ı-l	0,153 D
Fiz. olum	0,121 jkl	0,123 jkl	0,102 l	0,132 jkl	0,119 D
Ortalama	0,203 B	0,267 A	0,227 B	0,212 B	0,227
İki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	0,360 c	0,575 a	0,436 b	0,319 d	0,423 A
60 cm	0,196 g-j	0,343 cd	0,259 e	0,258 e	0,264 B
90 cm	0,214 e-h	0,246 ef	0,240 efg	0,265 e	0,241 B
120 cm	0,192 g-k	0,205 f-ı	0,232 efg	0,172 h-l	0,200 C
150 cm	0,174 h-l	0,164 hl	0,141 kl	0,169 h-l	0,162 D
Fiz. olum	0,124 kl	0,127 jkl	0,105 l	0,136 ı-l	0,123 E
Ortalama	0,210 C	0,277 A	0,235 B	0,220 BC	

Yaprak nikel oranı: Yapılan varyans analizine göre farklı sorgum çeşitlerinin yapraklarındaki Ni oranları araştırmanın yürütüldüğü yıllarda çeşitlere, biçim yüksekliklerine ve çeşit*biçim yüksekliği etkileşimlerine göre istatistiki olarak önemli düzeyde değişim göstermiştir (Tablo 4.95).

Tablo 4.95. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak nikel oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	0,375289**
Hata-1	2	-	-	1,245958
Çeşit (Ç)	3	0,700214**	0,620886**	1,319908**
Y*Ç	3	-	-	0,001192
Hata-2	6	-	-	0,004860
Biçim Yük. (BY)	5	26,518115**	23,552045**	50,018633**
Y*BY	5	-	-	0,051527
Ç*BY	15	2,560739**	2,270629**	4,827010**
Y*Ç*BY	15	-	-	0,004359
Hata	190/376+	14,502493	11,765485	30,433323
Genel	215/431+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Sorgum çeşitlerinin yapraklarındaki Ni oranları yıllar ve ortalamasında biçimdeki boy artışı ile azalma eğiliminde olmuştur. Boyları 30 cm'ye ulaştırdıktan sonra biçilen bitkiler en yüksek Ni oranlarına sahip olurken, fizyolojik oluma ulaştıktan sonra biçilen bitkilerin yapraklarında en az Ni oranı tespit edilmiştir. Çeşitler içerisinde ise Topper-76 diğerlerinden önemli düzeyde daha az Ni oranına sahip olmuştur. Yaprakların Ni içerikleri araştırmanın ikinci yılında yaklaşık olarak %6 oranında düşmüştür (Tablo 4.96).

Tablo 4.96. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak nikel oranları (ppm)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	1,672 ab	1,480 bcd	1,844 a	1,525 bc	1,630 A
60 cm	1,487 bcd	1,851 a	1,507 bcd	1,310 de	1,539 A
90 cm	1,274 de	1,366 cde	1,229 e	1,123 efg	1,248 B
120 cm	1,151 ef	1,149 ef	1,269 de	0,923 fgh	1,123 B
150 cm	0,725 hij	0,854 gh	0,849 gh	0,798 hi	0,806 C
Fiz. olum	0,340 jk	0,415 ijk	0,324 k	0,441 ijk	0,380 D
Ortalama	1,108 AB	1,186 A	1,170 A	1,020 B	1,121 A
2021 yılı					
30 cm	1,580 ab	1,399 cd	1,742 a	1,442 bc	1,541 A
60 cm	1,385 cd	1,728 a	1,404 bcd	1,219 de	1,434 B
90 cm	1,203 de	1,290 cde	1,161 e	1,061 ef	1,179 C
120 cm	1,086 ef	1,084 ef	1,197 de	0,872 fg	1,060 D
150 cm	0,674 ghi	0,795 g	0,791 g	0,743 gh	0,751 E
Fiz. olum	0,321 j	0,390 ij	0,306 j	0,415 hij	0,358 F
Ortalama	1,042 AB	1,114 A	1,100 A	0,959 B	1,054 B
İki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	1,626 b	1,439 cd	1,793 a	1,483 c	1,585 A
60 cm	1,436 cd	1,789 a	1,456 cd	1,264 ef	1,486 B
90 cm	1,239 efg	1,328 de	1,195 efg	1,092 g	1,213 C
120 cm	1,119 fg	1,116 fg	1,233 efg	0,898 h	1,091 D
150 cm	0,700 i	0,824 hi	0,820 hi	0,770 hi	0,779 E
Fiz. olum	0,330 j	0,402 j	0,315 j	0,428 j	0,369 F
Ortalama	1,075 A	1,150 A	1,135 A	0,989 B	

Sap nikel oranı: Sorgum çeşitlerinin sapsalarında Ni oranı araştırmanın tüm yıllarında çeşitlere ve biçim yüksekliklerine göre önemli değişim göstermiştir. Aynı şekilde uygulamalar arasındaki etkileşimlere de önemli bulunmuştur (Tablo 4.97).

Tablo 4.97. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap nikel oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	0,262205**
Hata-1	2	-	-	0,928256
Çeşit (Ç)	3	0,891429**	0,790044**	1,680350**
Y*Ç	3	-	-	0,001517
Hata-2	6	-	-	0,003465
Biçim Yük. (BY)	5	38,601002**	34,359103**	72,890893**
Y*BY	5	-	-	0,069212
Ç*BY	15	4,965233**	4,402715**	9,359496**
Y*Ç*BY	15	-	-	0,008452
Hata	190/376+	6,058164	4,162883	13,229452
Genel	215/431+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Projenin yürütüldüğü dönemlerde sorgum çeşitlerinin sap kısımlarındaki Ni oranları biçimlerdeki gecikme ile düşüş göstermiştir. Bu sebeple en yüksek sap Ni oranı bulunduran bitkiler 30 cm boylandığında, en az Ni içeren bitkiler ise fizyolojik oluma ulaştıktan sonra biçilenlerde olmuştur. Diğer taraftan Nutrima ve Topper-76 çeşitleri diğer çeşitlerin sapsarından daha fazla Ni içermişlerdir. Araştırmanın ilk yılında sapsalarda biriken ortalama Ni oranı 0,931 ppm iken, bu rakam ikinci yılda 0,875 ppm'e düşmüştür (Tablo 4.98).

Tablo 4.98. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap nikel oranları (ppm)

Biçim Yükseklği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	1,424 b	1,333 b	1,821 a	1,857 a	1,609 A
60 cm	1,345 b	1,435 b	1,353 b	1,351 b	1,371 B
90 cm	0,815 c-f	1,367 b	0,771 def	0,948 c	0,975 C
120 cm	0,819 cde	0,899 cd	0,698 efg	0,858 cde	0,818 D
150 cm	0,303 j	0,632 fgh	0,467 hij	0,523 ghi	0,481 E
Fiz. olum	0,290 ij	0,315 ij	0,223 j	0,506 g-j	0,334 F
Ortalama	0,833 B	0,997 A	0,889 B	1,007 A	0,931 A
2021 yılı					
30 cm	1,346 b	1,261 b	1,720 a	1,754 a	1,520 A
60 cm	1,251 b	1,336 b	1,259 b	1,257 b	1,276 B
90 cm	0,771 cde	1,291 b	0,730 def	0,897 c	0,922 C
120 cm	0,774 cde	0,849 cd	0,660 efg	0,810 cd	0,773 D
150 cm	0,277 jk	0,587 fgh	0,431 hij	0,484 hi	0,445 E
Fiz. olum	0,274 jk	0,297 ijk	0,210 k	0,477 g-j	0,314 F
Ortalama	0,782 B	0,937 A	0,835 B	0,946 A	0,875 B
İki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	1,385 b	1,297 c	1,771 a	1,806 a	1,565 A
60 cm	1,298 bc	1,386 bc	1,306 bc	1,304 bc	1,323 B
90 cm	0,793 ef	1,329 bc	0,751 fg	0,923 d	0,949 C
120 cm	0,796 ef	0,874 de	0,679 gh	0,834 def	0,796 D
150 cm	0,290 l	0,609 hi	0,449 jk	0,503 ij	0,463 E
Fiz. olum	0,282 l	0,306 kl	0,216 l	0,491 ijk	0,324 F
Ortalama	0,807 C	0,967 A	0,862 B	0,977 A	0,875 B

Yaprak kobalt oranı: Sorgum yapraklarının Co düzeyleri araştırmanın tüm yıllarında biçim yüksekliklerine ve çeşit*biçim yüksekliği etkileşimlerine göre önemli olurken, çeşitlere göre bu değişim önemsiz düzeyde gerçekleşmiştir (Tablo 4.99).

Tablo 4.99. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak kobalt oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	0,174463
Hata-1	2	-	-	0,603106
Çeşit (Ç)	3	0,043609	0,038669	0,082204
Y*Ç	3	-	-	0,000674
Hata-2	6	-	-	0,000632
Biçim Yük. (BY)	5	35,975322**	32,350581**	68,271066**
Y*BY	5	-	-	0,054838
Ç*BY	15	2,284950**	2,026084**	4,307145**
Y*Ç*BY	15	-	-	0,003890
Hata	190/376+	13,670170	12,815158	28,96353
Genel	215/431+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Araştırma yılları ve ortalamasında bitkilerde biçim zamanının gecikmesi ile yapraklarındaki Co oranında düşüş gerçekleşmiştir. Bu nedenle en yüksek Co oranı 30 cm boyda hasadı yapılan bitkilerde belirlenirken, fizyolojik olumda hasat edilenler en az Co oranına sahip olmuştur. Çeşitlerin Co oranları ilk yıl 0,725-0,765 ppm, ikinci yıl 0,681-0,718 ppm ve yılların ortalamasında ise 0,703-0,742 ppm arasında değişim göstermiştir (Tablo 4.100).

Tablo 4.100. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak kobalt oranları (ppm)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	1,480 ab	1,574 a	1,652 a	1,355 b	1,515 A
60 cm	0,852 de	0,910 cd	1,079 c	0,774 d-g	0,904 B
90 cm	0,789 d-g	0,599 fgh	0,452 h	0,834 def	0,668 C
120 cm	0,472 h	0,625 e-h	0,650 e-h	0,669 e-h	0,604 C
150 cm	0,404 h	0,429 h	0,421 h	0,522 gh	0,444 D
Fiz. olum	0,355 h	0,430 h	0,336 h	0,418 h	0,385 D
Ortalama	0,725	0,761	0,765	0,762	0,753
2021 yılı					
30 cm	1,399 ab	1,487 a	1,561 a	1,281 b	1,432 A
60 cm	0,788 de	0,842 cd	1,001 c	0,714 d-g	0,836 B
90 cm	0,746 def	0,567 e-h	0,429 h	0,788 cde	0,633 C
120 cm	0,447 h	0,591 e-h	0,615 e-h	0,633 d-h	0,571 C
150 cm	0,371 h	0,395 h	0,388 h	0,483 fgh	0,409 D
Fiz. olum	0,335 h	0,405 gh	0,317 h	0,394 gh	0,362 D
Ortalama	0,681	0,715	0,718	0,716	0,707
iki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	1,440 bc	1,531 ab	1,607 a	1,318 c	1,474 A
60 cm	0,820 e	0,876 e	1,040 d	0,744 efg	0,870 B
90 cm	0,768 efg	0,583 h-k	0,440 jkl	0,811 ef	0,651 C
120 cm	0,459 jkl	0,608 g-j	0,632 ghı	0,651 fgh	0,588 C
150 cm	0,388 l	0,412 kl	0,405 kl	0,503 h-l	0,427 D
Fiz. olum	0,345 kl	0,417 h-l	0,326 l	0,406 l-l	0,374 D
Ortalama	0,703	0,738	0,742	0,739	

Sap kobalt oranı: Farklı sorgum çeşitlerinin saplarındaki Co içerikleri çalışmanın yürütüldüğü tüm yıllarda biçim yüksekliklerine ve çeşit*biçim yüksekliği etkileşimlerine göre istatistiki olarak önemli değişim göstermiştir. Fakat çeşitlere göre olan bu değişim araştırmanın ilk iki yılında önemsiz olurken, iki yıllık ortalama önemli olmuştur (Tablo 4.101).

Tablo 4.101. SSM ve ŞŞ'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap kobalt oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	0,177885
Hata-1	2	-	-	0,571308
Çeşit (Ç)	3	0,765147	0,678463	1,442307**
Y*Ç	3	-	-	0,001302
Hata-2	6	-	-	0,005012
Biçim Yük. (BY)	5	16,054577**	14,564939**	30,594816**
Y*BY	5	-	-	0,024700
Ç*BY	15	8,026667**	7,117315**	15,130332**
Y*Ç*BY	15	-	-	0,013663
Hata	190/376+	28,285063	24,341087	54,451240
Genel	215/431+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Denemede sorgumun sap kısımlarının Co oranları bitkilerin biçim yüksekliklerinin ilerlemesi ile düşüş göstermiştir. En erken biçilen (30 cm boyda) bitkilerin sapları en yüksek Co oranına sahip olmuştur. Buna karşılık fizyolojik olumda biçilenler en az Co içermişlerdir. Çeşitlere göre ortalama kobalt düzeyleri ilk yıl 0,669-0,841 ppm, ikinci yıl 0,628-0,790 ve yıllar ortalamasında 0,649-0,816 ppm arasında yer almıştır. Yılların ortalamasına göre, Nutri Honey saplarında diğerlerinden daha yüksek Co bulunurken, M81-E en düşük Co oranına sahip çeşit olmuştur (Tablo 4.102).

Tablo 4.102. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap kobalt oranları (ppm)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	1,498 a	0,789 c-h	1,397 a	1,345 ab	1,257 A
60 cm	1,017 c	0,605 f-ı	0,961 cd	0,953 cde	0,884 B
90 cm	0,931 c-f	0,895 c-g	0,620 e-ı	0,934 c-f	0,845 BC
120 cm	0,471 hı	1,034 bc	0,427 ı	0,826 c-h	0,689 CD
150 cm	0,638 c-ı	0,742 c-ı	0,332 ı	0,410 ı	0,531 DE
Fiz. olum	0,492 d-ı	0,284 ı	0,277 ı	0,389 ghı	0,360 E
Ortalama	0,841	0,725	0,669	0,809	0,761
2021 yılı					
30 cm	1,416 a	0,748 c-g	1,320 a	1,272 ab	1,189 A
60 cm	0,942 cd	0,554 fgh	0,890 cde	0,883 cde	0,817 B
90 cm	0,880 cde	0,846 c-f	0,588 e-h	0,883 cde	0,799 BC
120 cm	0,446 h	0,976 bc	0,405 h	0,780 c-g	0,652 CD
150 cm	0,592 d-h	0,690 c-h	0,304 h	0,377 h	0,491 DE
Fiz. olum	0,463 e-h	0,268 h	0,261 h	0,366 gh	0,339 E
Ortalama	0,790	0,680	0,628	0,760	0,715
İki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	1,457 a	0,768 c-f	1,359 a	1,308 a	1,223 A
60 cm	0,980 b	0,579 fgh	0,926 bc	0,918 bc	0,851 B
90 cm	0,906 bc	0,870 bcd	0,604 e-h	0,909 bc	0,822 B
120 cm	0,459 ghı	1,005 b	0,416 hı	0,803 b-e	0,671 C
150 cm	0,615 d-h	0,716 c-g	0,318 ı	0,394 hı	0,511 D
Fiz. olum	0,477 e-ı	0,276 hı	0,269 hı	0,378 ghı	0,350 D
Ortalama	0,816 A	0,703 BC	0,649 C	0,785 AB	

Yaprak krom oranı: Yapılan varyans analizine göre farklı sorgum çeşitlerinin yapraklarındaki Cr içerikleri araştırmanın yürütüldüğü yıllarda çeşitlere, biçim yüksekliklerine ve çeşit*biçim yüksekliği etkileşimlerine göre istatistiki olarak önemli değişim göstermiştir (Tablo 4.103).

Tablo 4.103. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak krom oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	0,695864**
Hata-1	2	-	-	2,098752
Çeşit (Ç)	3	0,810903**	0,719035**	1,528558**
Y*Ç	3	-	-	0,001380
Hata-2	6	-	-	0,005058
Biçim Yük. (BY)	5	18,293932**	16,374006**	34,633955**
Y*BY	5	-	-	0,033983
Ç*BY	15	2,202903**	1,953333**	4,152485**
Y*Ç*BY	15	-	-	0,003750
Hata	190/376+	11,922228	10,561806	29,471066
Genel	215/431+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Sorgum çeşitlerinin yapraklarının Cr kapsamaları diğer minerallerde olduğu gibi, bitkilerin biçimlerdeki olgunlaşma düzeylerine bağlı olarak düşmüştür. Araştırma yıllarında ortalama en yüksek Cr oranı 30 cm boyda hasat edilen bitkilerde belirlenirken, en az Cr içeriği fizyolojik dönemde hasat edilenlerde belirlenmiştir. Çeşitlerden Nutri Honey ve Topper-76 diğerlerinden daha yüksek Cr oranına sahip olmuştur. Yıllara göre yaprakların Cr içerikleri %6 oranında değişim göstermiştir (Tablo 4.104).

Tablo 4.104. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak krom oranları (ppm)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	2,046 b	1,739 d-g	1,966 bc	2,303 a	2,013 A
60 cm	1,888 bcd	1,685 e-h	1,793 c-f	1,869 b-e	1,809 B
90 cm	1,685 d-h	1,627 f-ı	1,507 hij	1,659 e-ı	1,620 C
120 cm	1,514 hij	1,502 hij	1,677 d-h	1,556 g-j	1,562 C
150 cm	1,453 hij	1,406 ij	1,094 kl	1,306 jk	1,315 D
Fiz. olum	0,958 klm	0,731 m	0,935 lm	1,038 klm	0,916 E
Ortalama	1,591 AB	1,448 C	1,495 BC	1,622 A	1,539 A
2021 yılı					
30 cm	1,932 b	1,643 d-g	1,857 bc	2,174 a	1,901 A
60 cm	1,763 bcd	1,572 e-h	1,674 def	1,745 cde	1,688 B
90 cm	1,590 d-h	1,536 f-ı	1,423 hij	1,566 d-h	1,529 C
120 cm	1,428 hij	1,417 hij	1,582 d-h	1,468 ghi	1,474 C
150 cm	1,360 hij	1,315 ij	1,021 kl	1,221 jk	1,229 D
Fiz. olum	0,903 klm	0,688 m	0,880 lm	0,978 klm	0,862 E
Ortalama	1,496 AB	1,362 C	1,406 BC	1,525 A	1,447 B
İki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	1,989 b	1,691 de	1,911 bc	2,238 a	1,957 A
60 cm	1,825 cd	1,628 ef	1,733 de	1,807 cd	1,749 B
90 cm	1,637 ef	1,581 e-ı	1,465 g-j	1,613 e-h	1,574 C
120 cm	1,471 g-j	1,459 hij	1,630 efg	1,512 f-j	1,518 C
150 cm	1,406 ijk	1,361 jk	1,057 l	1,263 k	1,272 D
Fiz. olum	0,931 lm	0,710 m	0,907lm	1,008 l	0,889 E
Ortalama	1,543 A	1,405 B	1,451 B	1,574 A	

Sap krom oranı: Sorgum saplarının Cr içerikleri araştırmanın yürütüldüğü iki yıl ile ortalamasında çeşitlere, biçim yüksekliklerine ve çeşit*biçim yüksekliği etkileşimlerine göre istatistiki olarak önemli olmuştur (Tablo 4.105).

Tablo 4.105. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap krom oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	0,584624**
Hata-1	2	-	-	1,727408
Çeşit (Ç)	3	1,468640**	1,302096**	2,768056**
Y*Ç	3	-	-	0,002500
Hata-2	6	-	-	0,004453
Biçim Yük. (BY)	5	11,187402**	10,032910**	21,197197**
Y*BY	5	-	-	0,023115
Ç*BY	15	1,573933**	1,395620**	2,966874**
Y*Ç*BY	15	-	-	0,002679
Hata	190/376+	7,900568	7,116626	20,539788
Genel	215/431+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Diğer mineral elementlerde olduğu gibi, sorgumun sap kısımlarındaki Cr içerikleri bitkilerde büyümenin ilerlemesine bağlı olarak azalmıştır. Dolayısıyla en yüksek Cr oranı 30 cm boyda, en düşük Cr ise fizyolojik olum döneminde hasat edilen bitkilerde tespit edilmiştir. Bununla birlikte Nutrime en yüksek, Nutri Honey ve M81-E çeşitleri de en düşük Cr bulunduran çeşitler olmuştur. Çalışmanın ilk yılında saplarda biriken Cr oranı 1,408 ppm iken, ikinci yılda bu değer 1,324 ppm'e düşmüştür (Tablo 4.106).

Tablo 4.106. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap krom oranları (ppm)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	1,697 abc	1,725 ab	1,728 ab	1,829 a	1,745 A
60 cm	1,532 d-g	1,721 ab	1,591 b-e	1,644 bcd	1,622 B
90 cm	1,283 h	1,532 c-g	1,594 b-e	1,661 a-d	1,517 C
120 cm	1,440 e-h	1,674 a-d	1,288 h	1,559 b-f	1,490 C
150 cm	1,063 ij	1,369 fgh	1,288 hı	1,332 gh	1,263 D
Fiz. olum	0,785 jk	1,189 hı	0,530 k	0,733 k	0,809 E
Ortalama	1,300 B	1,535 A	1,336 B	1,460 A	1,408 A
2021 yılı					
30 cm	1,604 a-d	1,630 abc	1,632 ab	1,728 a	1,648 A
60 cm	1,428 e-h	1,605 a-d	1,483 c-f	1,533 b-e	1,513 B
90 cm	1,211 ı	1,446 d-h	1,505 b-f	1,568 a-e	1,432 BC
120 cm	1,358 f-ı	1,579 a-e	1,215 ı	1,471 c-g	1,406 C
150 cm	0,992 jk	1,281 ghı	1,204 ij	1,245 hı	1,181 D
Fiz. olum	0,739 kl	1,120 ij	0,499 l	0,690 l	0,762 E
Ortalama	1,222 B	1,443 A	1,256 B	1,372 A	1,324 B
iki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	1,650 bc	1,678 ab	1,680 ab	1,778 a	1,697 A
60 cm	1,480 fg	1,664bc	1,537 def	1,589 b-f	1,567 B
90 cm	1,247 ı	1,489 efg	1,550 c-f	1,614 b-e	1,475 C
120 cm	1,399 gh	1,626 bcd	1,251 ı	1,515 d-g	1,448 C
150 cm	1,028 j	1,325 hı	1,246 hı	1,288 hı	1,222 D
Fiz. olum	0,762 k	1,154 ij	0,514 l	0,711 kl	0,786 E
Ortalama	1,261 C	1,489 A	1,296 C	1,416 B	

Yaprak kurşun oranı: Sorgumun yapraklarındaki kurşun içerikleri araştırmanın yürütüldüğü yıllarda biçim yüksekliklerine ve çeşit*biçim yüksekliği etkileşimlerine göre önemli değişim göstermiştir. Çeşitlere göre olan bu değişim ilk iki yılda önemsiz olurken, iki yıllık ortalamalara göre önemli bulunmuştur (Tablo 4.107).

Tablo 4.107. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama yaprak kurşun oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	1,92422*
Hata-1	2	-	-	6,28657
Çeşit (Ç)	3	2,46496	2,18570	4,64647**
Y*Ç	3	-	-	0,00420
Hata-2	6	-	-	0,00489
Biçim Yük. (BY)	5	134,39631**	119,78538**	253,96440**
Y*BY	5	-	-	0,21729
Ç*BY	15	18,11171**	16,05981**	34,14069**
Y*Ç*BY	15	-	-	0,03083
Hata	190/376+	80,86213	73,43759	178,44931
Genel	215/431+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Sorgum yapraklarındaki Pb düzeyleri bitkilerde olgunlaşmaya bağlı olarak azalmıştır. Araştırma yılları ve ortalamasında en yüksek kurşun oranları 30 cm’de, en düşük değerler ise fizyolojik olumda biçilen parsellerin otunda belirlenmiştir. Çeşitler içerisinde Nutri Honey diğerlerinde daha az Pb oranına sahip olmuştur. Yıllara göre yaprakların Pb düzeyleri yaklaşık olarak %6 oranında değişim göstermiştir (Tablo 4.108).

Tablo 4.108. SSM ve ŞS’nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama yaprak kurşun oranları (ppm)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrimea	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	4,420 a	3,565 cd	4,041 ab	3,902 bc	3,982 A
60 cm	2,583 g-j	3,132 def	3,606 bcd	3,190 de	3,128 B
90 cm	2,265 h-l	2,875 efg	2,571 f-k	2,844 e-h	2,639 C
120 cm	2,113 ı-m	2,643 e-j	1,893 lm	2,697 e-ı	2,336 C
150 cm	1,763 lm	1,900 klm	1,794 lm	1,983 j-m	1,860 D
Fiz. olum	1,279 m	1,984 ı-m	1,305 m	1,624 lm	1,548 D
Ortalama	2,404	2,683	2,535	2,707	2,582 A
2021 yılı					
30 cm	4,167 a	3,363 cd	3,810 ab	3,680 bc	3,755 A
60 cm	2,418 g-j	2,934 def	3,380 bcd	2,989 de	2,930 B
90 cm	2,136 gl	2,711 efg	2,424 f-k	2,682 e-h	2,488 C
120 cm	1,992 ı-m	2,491 e-j	1,785 lm	2,542 e-ı	2,203 C
150 cm	1,651 lm	1,780 klm	1,681 lm	1,858 j-m	1,743 D
Fiz. olum	1,204 m	1,868 h-m	1,229 m	1,530 lm	1,458 D
Ortalama	2,262	2,525	2,385	2,547	2,430 B
İki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	4,293 a	3,464 d	3,926 b	3,791 bc	3,868 A
60 cm	2,500 fg	3,033 e	3,493 cd	3,089 e	3,029 B
90 cm	2,201 ghı	2,793 ef	2,498 fgh	2,763 ef	2,564 C
120 cm	2,053 ij	2,567 fg	1,839 ijk	2,620 f	2,269 D
150 cm	1,707 jkl	1,840 ı-l	1,738 ı-l	1,920 ij	1,801 E
Fiz. olum	1,242 l	1,926 h-l	1,267 kl	1,577 jkl	1,503 E
Ortalama	2,333 B	2,604 A	2,460 AB	2,627 A	

Sap kurşun oranı: Farklı sorgum çeşitlerinin sap kısımlarındaki Pb düzeyleri araştırmanın yürütüldüğü yıllarda çeşitlere, biçim yüksekliklerine ve çeşit*biçim yüksekliği etkileşimlerine göre önemli değişim göstermiştir (Tablo 4.109).

Tablo 4.109. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama sap kurşun oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	1,44139
Hata-1	2	-	-	4,62194
Çeşit (Ç)	3	4,982787**	4,418280**	9,39259**
Y*Ç	3	-	-	0,00848
Hata-2	6	-	-	0,01192
Biçim Yük. (BY)	5	76,654840**	68,446874**	144,97842**
Y*BY	5	-	-	0,12330
Ç*BY	15	18,493367**	16,398229**	34,86012**
Y*Ç*BY	15	-	-	0,03148
Hata	190/376 ⁺	74,25813	67,68416	157,15771
Genel	215/431 ⁺	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Sorgum saplarının Pb içerikleri biçim zamanındaki bitki boyunun artışına bağlı olarak azalmıştır. En yüksek kurşun oranı 30 cm boyda, en düşük oranlar ise fizyolojik olumda hasadı yapılan parsellerde belirlenmiştir. Çeşitlere göre M81-E en az Pb bulundururken, diğer çeşitler yüksek Pb oranlarına sahip olmuşlardır (Tablo 4.110).

Tablo 4.110. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama sap kurşun oranları (ppm)

Biçim Yüksekliği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrima	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	3,523 a	2,979 b	2,950 b	3,533 a	3,246 A
60 cm	2,932 b	2,225 d-h	2,963 b	2,628 b-e	2,687 B
90 cm	2,265 c-g	2,810 bc	2,168 d-ı	2,376 c-f	2,404 C
120 cm	1,819 f-j	2,739 bcd	1,780 g-j	2,208 d-ı	2,137 C
150 cm	1,392 jk	2,085 e-j	0,992 k	1,939 f-j	1,602 D
Fiz. olum	1,405 ijk	1,441 h-k	0,841 k	1,532 g-k	1,305 D
Ortalama	2,223 A	2,380 A	1,949 B	2,369 A	2,230
2021 yılı					
30 cm	3,322 a	2,810 b	2,783 b	3,332 a	3,062 A
60 cm	2,746 bc	2,080 e-ı	2,775 b	2,459 b-f	2,515 B
90 cm	2,136 d-h	2,649 bcd	2,045 e-ı	2,241 c-g	2,268 BC
120 cm	1,716 g-j	2,582 b-e	1,679 hij	2,082 e-ı	2,014 C
150 cm	1,302 jk	1,955 f-j	0,926 k	1,817 g-j	1,500 D
Fiz. olum	1,323 ijk	1,357 h-k	0,792 k	1,443 h-k	1,229 D
Ortalama	2,091 AB	2,239 A	1,833 B	2,229 A	2,098
iki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	3,422 a	2,895 b	2,867 bc	3,433 a	3,154 A
60 cm	2,839 bc	2,152 f	2,869 bc	2,544 cde	2,601 B
90 cm	2,201 ef	2,729 bc	2,106 fgh	2,308 def	2,336 C
120 cm	1,767 g-k	2,660 bcd	1,730 h-k	2,145 fg	2,076 D
150 cm	1,347 kl	2,020 f-ı	0,959 l	1,878 f-j	1,551 E
Fiz. olum	1,364 jkl	1,399 jkl	0,817 l	1,487 l-l	1,267 E
Ortalama	2,157 A	2,309 A	1,891 B	2,299 A	2,098

4.1.12 HCN Oranı

Farklı sorgum çeşitlerinin hidrosiyamik asit (HCN) içerikleri araştırmanın ilk yılı ile iki yıllık ortalamalara, çeşitlere, biçim yüksekliklerine ve çeşit*biçim yüksekliklerine etkileşimlerine göre önemli oranda değişim gösterirken, ikinci yılda sadece biçim yüksekliklerine göre değişim önemli olmuştur (Tablo 4.111).

Tablo 4.111. SSM ve ŞS'nun 2020, 2021 ve iki yıllık ortalama HCN oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
		2020	2021	Birleşik
Yıl (Y)	1	-	-	10,168
Hata-1	2	-	-	23,931
Çeşit (Ç)	3	56,453**	57,213	103,770**
Y*Ç	3	-	-	9,896
Hata-2	6	-	-	59,684
Biçim Yük. (BY)	5	40009,658**	40742,987**	80730,748**
Y*BY	5	-	-	21,896
Ç*BY	15	237,661**	66,317	208,482*
Y*Ç*BY	15	-	-	95,496
Hata	46/88+	280,141	385,486	679,701
Genel	71/143+	-	-	-

* %5, ** %1 düzeyinde önemlidir.+soldaki değer yılların, sağdaki değer ise birleşik analizin serbestlik derecesini göstermektedir.

Sorgum otunun HCN içerikleri 30 cm yükseklikten biçimden fizyolojik olumda biçime doğru hızla azalmıştır. Araştırmanın ilk yılında en yüksek HCN oranı 67,83 ppm ile 30 boyda biçilen bitkilerde belirlenirken, en düşük oran 1,5 ppm ile fizyolojik olumda biçilenlerde tespit edilmiştir. 30 cm boydaki bitkiler ile fizyolojik olumdaki bitkiler arasında HCN oranındaki değişim ikinci yılda 69,58'den 1,93 ppm'e ve yıllar ortalamasında da 68,71'den 1,72 ppm'e şeklinde gerçekleşmiştir. Çeşitlere göre ortalama HCN içerikleri ise iki yıl ve ortalamasında sırasıyla 24,03-26,48 ppm, 24,64-26,73 ve 24,52-26,62 ppm arasında değişim göstermiştir. Nutrimea en yüksek, M81-E ise en düşük HCN oranına sahip çeşitler olmuştur (Tablo 4.112).

Tablo 4.112. SSM ve ŞS'nun 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık ortalama HCN oranları (ppm)

Biçim Yükseklği	Sorgum-Sudanotu (SSM)		Şeker sorgum (ŞS)		Ortalama
	Nutri Honey	Nutrimea	M81-E	Topper-76	
2020 yılı					
30 cm	70,00 ab	73,00 a	60,33 c	68,00 b	67,83 A
60 cm	43,00 d	43,67 d	43,33 d	41,67 d	42,92 B
90 cm	22,00 e	24,33 e	24,67 e	22,67 e	23,42 C
120 cm	12,00 e	11,00 f	10,00 f	11,00 f	11,00 D
150 cm	3,67 g	5,00 g	4,33 g	4,20 g	4,30 E
Fiz. olum	1,25 g	1,85 g	1,53 g	1,43 g	1,51 F
Ortalama	25,32 AB	26,48 A	24,03 B	24,83 AB	25,16
2021 yılı					
30 cm	72,67	71,33	68,00	66,33	69,58 A
60 cm	42,67	43,33	41,67	41,00	42,17 B
90 cm	24,00	24,67	24,33	22,00	23,75 C
120 cm	12,33	13,67	10,00	12,67	12,17 D
150 cm	4,67	5,00	4,33	4,30	4,58 E
Fiz. olum	2,12	2,38	1,69	1,52	1,93 F
Ortalama	26,41	26,73	25,00	24,64	25,70
İki yıllık ortalama (2020-2021)					
30 cm	71,33 a	72,17 a	64,17 b	67,17 b	68,71 A
60 cm	42,83 c	43,50 c	42,50 c	41,33 c	42,54 B
90 cm	23,00 d	24,50 d	24,50 d	22,33 d	23,58 C
120 cm	12,17 e	12,33 e	10,00 e	11,83 e	11,58 D
150 cm	4,17 fg	5,00 f	4,33 fg	4,25 fg	4,44 E
Fiz. olum	1,68 g	2,12 fg	1,61 g	1,48 g	1,72 F
Ortalama	25,86 AB	26,62 A	24,52 C	24,73 BC	

4.2 Hiperspektral Ölçümler

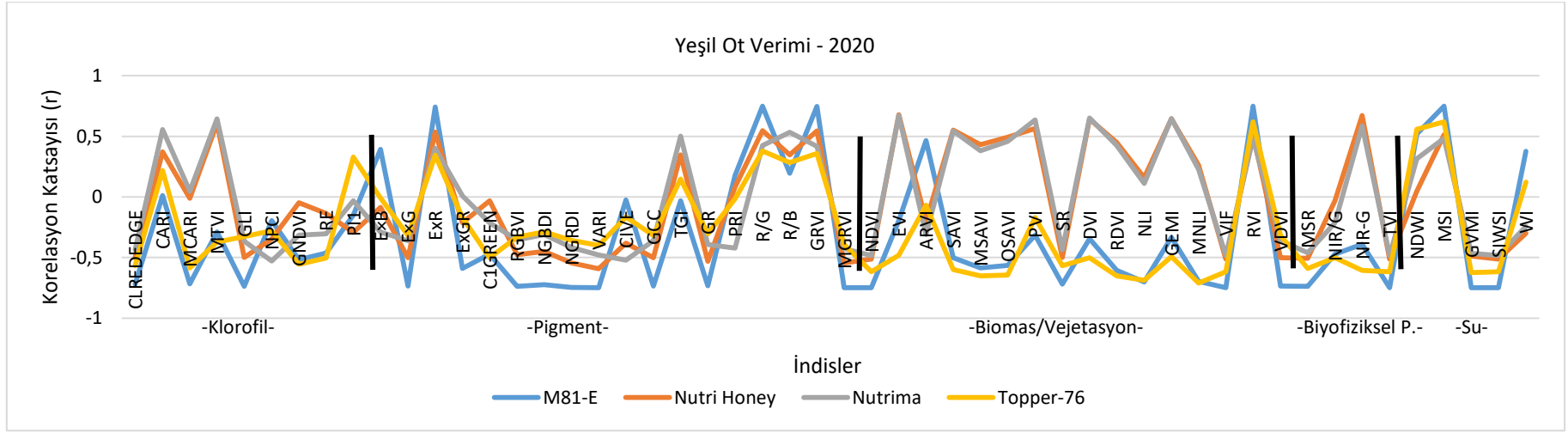
Proje kapsamında bitkilere ait verim ve kalite parametreleri ile indis değerleri arasındaki ilişki Pearson korelasyon katsayısı (Tablo 4.113) ile yıllara ve çeşitlere göre grafiksel olarak ortaya konulmuştur. Yapılan değerlendirmede $0,5 \leq r \leq 1$ ve $-0,5 \geq r \geq -1$ aralıkları dikkate alınmıştır ve $\pm 0,5$ korelasyon değeri kırmızı çizgi ile belirtilmiştir.

Tablo 4.113. Korelasyon değerleri (Zuzana vd., 2019).

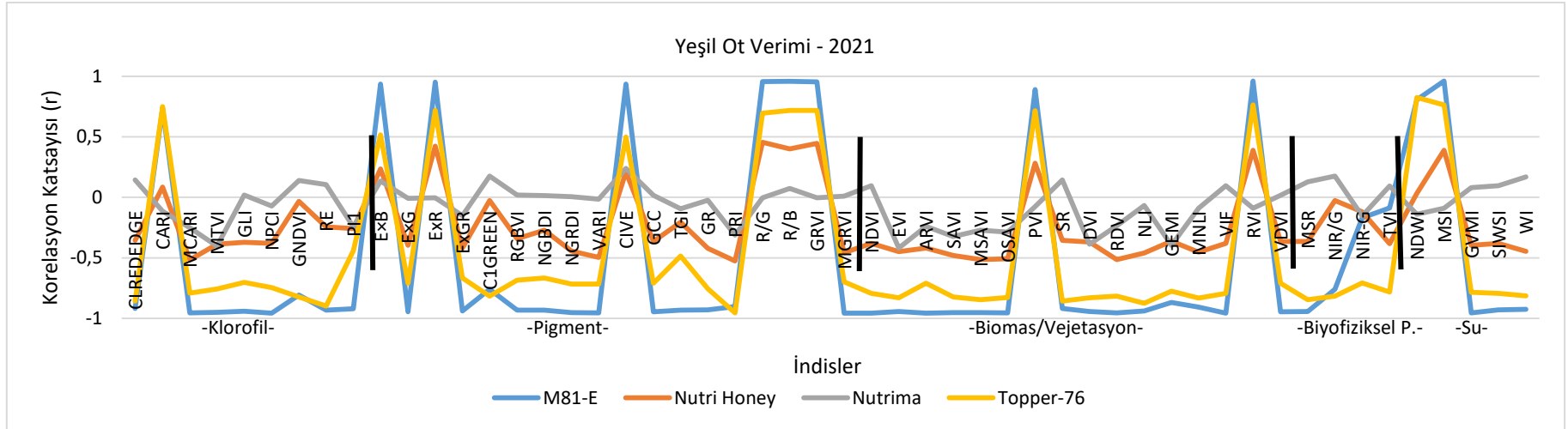
Korelasyonun Büyüklüğü	Değerlendirme
0,9 ile 1.0 (-0,9 ile -1.00) arası	Çok yüksek pozitif (negatif) korelasyon
0,7 ile 0,9 (-0,7 ile -0,9) arası	Yüksek pozitif (negatif) korelasyon
0,5 ile 0,7 (-0,5 ile -0,7) arası	Orta pozitif (negatif) korelasyon
0,3 ile 0,5 (-0,3 ile -0,5) arası	Düşük pozitif (negatif) korelasyon
0 ile 0,3 (0 ile -0,3) arası	İhmal edilebilir korelasyon

4.2.1 Yeşil Ot Verimi

2020 ve 2021 yıllarına ait yeşil ot verimleri ile indisler arasındaki korelasyon katsayı grafikleri Şekil 4.1 ve 4.2'de verilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda 2021 yılında ($r = -0,958 - 0,959$) 2020'ye ($r = -0,750 - 0,749$) göre genel olarak daha yüksek korelasyon değerleri elde edilmiştir. Her iki yılda da şeker sorgum (M81-E ve Topper-76) ve sorgum sudan otu melezi çeşitleri (Nutrima ve Nutri Honey) birçok indis ile ayırt edilebilmektedir. Özellikle M81-E çeşidinin yeşil ot verim değerleri her iki yılda da indisler ile daha yüksek korelasyonlu çıkmıştır. M81-E, Topper-76, Nutrima ve Nutri Honey çeşitlerinin yeşil ot verimi değerleri ile en yüksek korelasyonlu indisler sırasıyla; 2021'de RVI ($r = 0,959$), 2021'de PRI ($r = -0,955$), 2020'de EVI (0,672) ve 2020'de EVI (0,678) şeklindedir. 2021 yılında tür ve çeşit ayrımı 2020'ye göre daha belirgin olduğu görülmektedir. Her iki yıl beraber değerlendirildiğine özellikle biomas/vejetasyon indislerinin ayırt etmede daha başarılı olduğu görülmektedir. Şeker sorgum çeşitlerinin yeşil ot verimleri indisler ile daha yüksek korelasyonlu olduğu belirlenmiştir. 2020 ve 2021 yılları değerlendirildiğinde sırasıyla en başarılı indisler klorofil indislerinden $r = 0,562$ ile CLREDEGE, pigment indislerinde $r = 0,551$ ile VARI, biomas/vejetasyon indislerinden $r = 0,597$ ile SAVI, biyofiziksel indislerden $r = 0,572$ ile MSR ve su indislerinden $r = 0,570$ ile MSI olarak belirlenmiştir. Her iki yıl ve tüm çeşitler birlikte değerlendirildiğinde RVI ve MSI indislerinin en başarılı indisler olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.1. 2020 yılı yeşil ot verimi ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



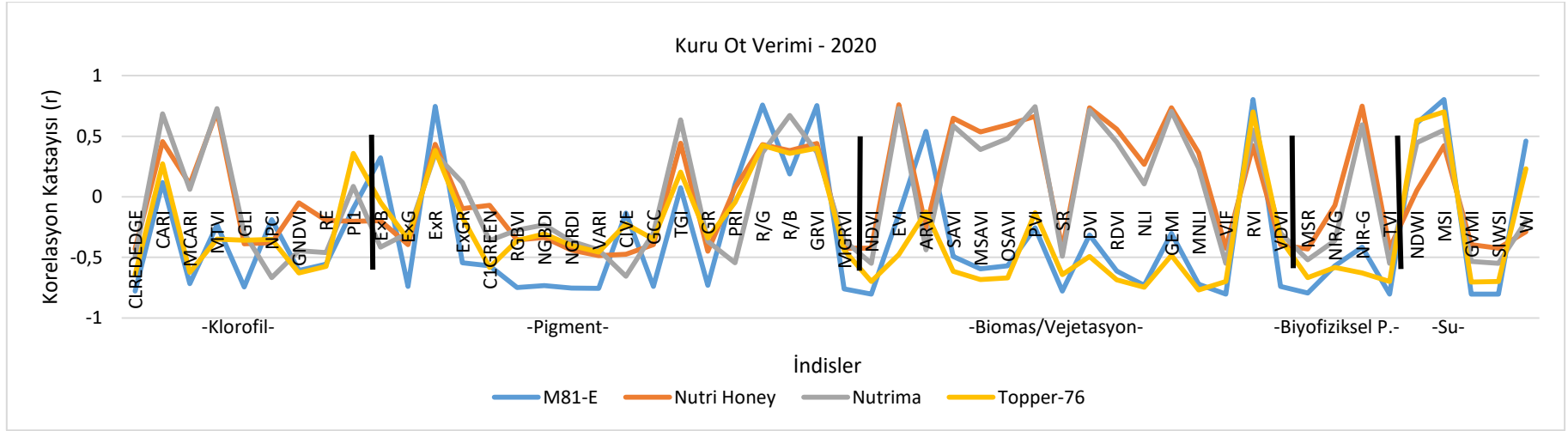
Şekil 4.2. 2021 yılı yeşil ot verimi ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.

4.2.2 Kuru Ot Verimi

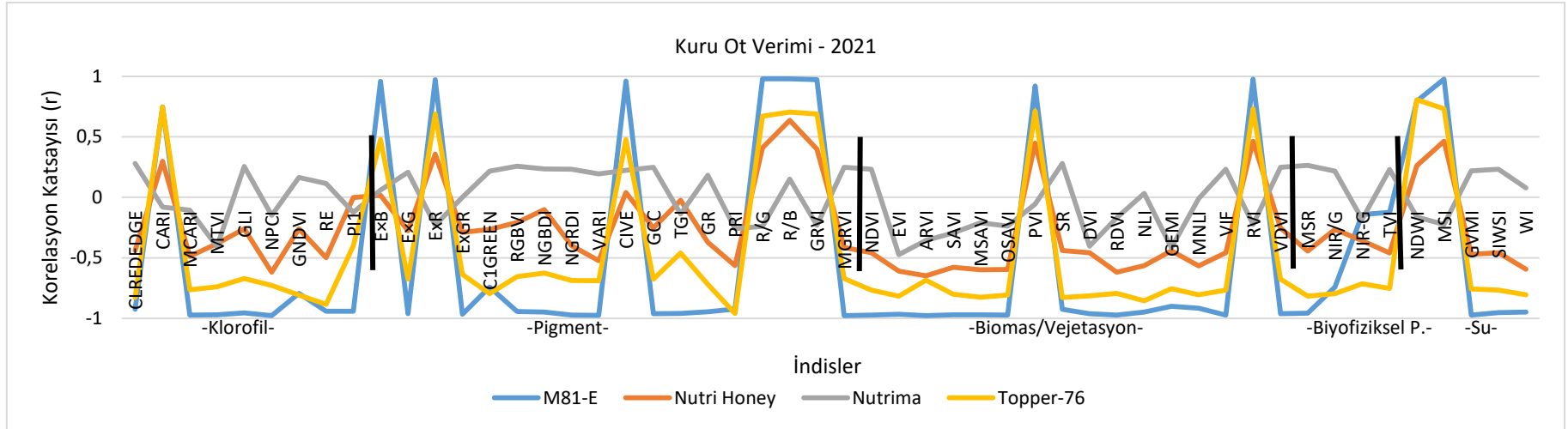
2020 ve 2021 yıllarına ait kuru ot verimleri ile indisler arasındaki korelasyon katsayı grafikleri Şekil 4.3 ve 4.4'te verilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda 2021 yılında ($r=-0,978 - 0,979$) 2020'ye ($r=-0,804 - 0,803$) göre genel olarak daha yüksek korelasyon değerleri elde edilmiştir. Her iki yılda da şeker sorgum (M81-E ve Topper-76) ve sorgum sudan otu melezi çeşitleri (Nutrima ve Nutri Honey) birçok indis ile ayırt edilebilmektedir. Özellikle M81-E çeşidinin kuru ot verim değerleri her iki yılda da indisler ile daha yüksek korelasyonlu çıkmıştır. M81-E, Topper-76, Nutrima ve Nutri Honey çeşitlerinin kuru ot verimi değerleri ile en yüksek korelasyonlu indisler sırasıyla; 2021'de R/B ($r=0,979$), 2021'de PRI ($r=-0,960$), 2020'de PVI (0,745) ve 2020'de EVI (0,761) şeklindedir. Yeşil ot verimi analizinde olduğu gibi 2021 yılında da tür ve çeşit ayrımı 2020'ye göre daha belirgin olduğu görülmektedir. Her iki yıl beraber değerlendirildiğine özellikle biomas/vejetasyon indislerinin ayırt etmede daha başarılı olduğu görülmektedir. Şeker sorgum çeşitlerinin kuru ot veriminin indisler ile daha yüksek korelasyonlu olduğu belirlenmiştir. 2020 ve 2021 yılları değerlendirildiğinde sırasıyla en başarılı indisler klorofil indislerinden $r=0,602$ ile CLREDEDGE, pigment indislerinde $r=0,565$ ile VARI, biomas/vejetasyon indislerinden $r=0,623$ ile SAVI, biyofiziksel indislerden $r=0,612$ ile MSR ve su indislerinden $r=0,611$ ile SIWSI olarak belirlenmiştir. Yıllar ve çeşitler birlikte değerlendirildiğinde RVI ve MSI indislerinin en başarılı indisler olduğu belirlenmiştir.

4.2.3 Kuru Madde Oranı

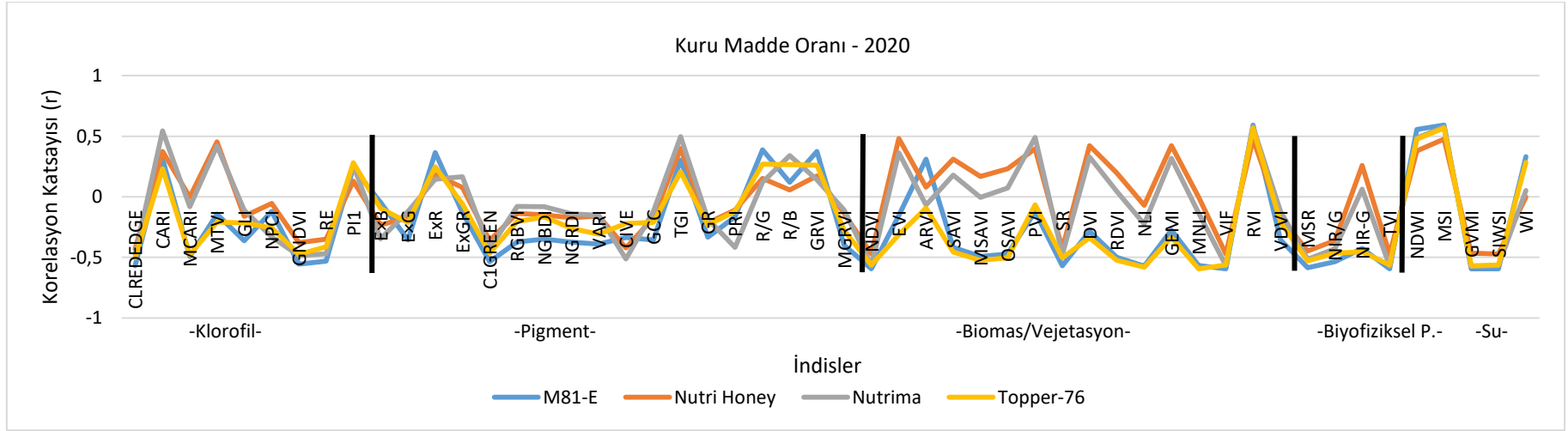
2020 ve 2021 yıllarındaki kuru madde oranları ile indisler arasındaki korelasyon katsayı grafikleri Şekil 4.5 ve 4.6'da verilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda 2021 yılında ($r=-0,705 - 0,704$) 2020'ye ($r=-0,595 - 0,592$) göre genel olarak daha yüksek korelasyon değerleri elde edilmiştir. Her iki yılda da şeker sorgum (M81-E ve Topper-76) ve sorgum sudan otu melezi çeşitleri (Nutrima ve Nutri Honey) çoğu indis ile ayırt edilebilmektedir. Özellikle, M81-E çeşidinin verimde olduğu gibi kuru madde oranında da 2021'de daha yüksek olsa da her iki yıl için indisler ile daha yüksek korelasyonlu olduğu belirlenmiştir. M81-E, Topper-76, Nutrima ve Nutri Honey çeşitlerinin kuru madde oranları ile en yüksek korelasyonlu indisler sırasıyla; 2021'de MCARI ($r=-0,704$), 2021'de PRI ($r=-0,632$), 2020'de RVI (0,577) ve 2020'de EVI (0,482) şeklindedir. Kuru madde oranı analizinde de 2021 yılında tür ve çeşit ayrımı 2020'ye göre daha belirgindir. Her iki yıl beraber değerlendirildiğine klorofil, pigment ve biomas/vejetasyon indislerinin ayırt etmede başarılı olduğu görülmektedir. Özellikle 2021'de Şeker sorgum çeşitlerinin kuru madde oranı indisler ile daha yüksek korelasyonlu olduğu belirlenmiştir.



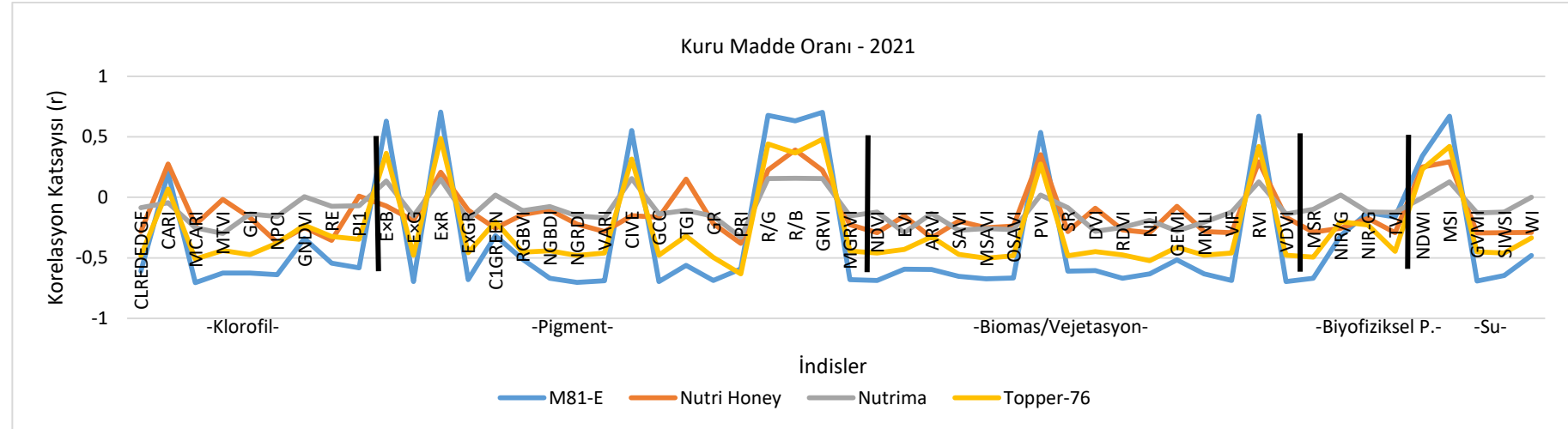
Şekil 4.3. 2020 yılı kuru ot verimi ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



Şekil 4.4. 2021 yılı kuru ot verimi ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



Şekil 4.5. 2020 yılı kuru madde oranı ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



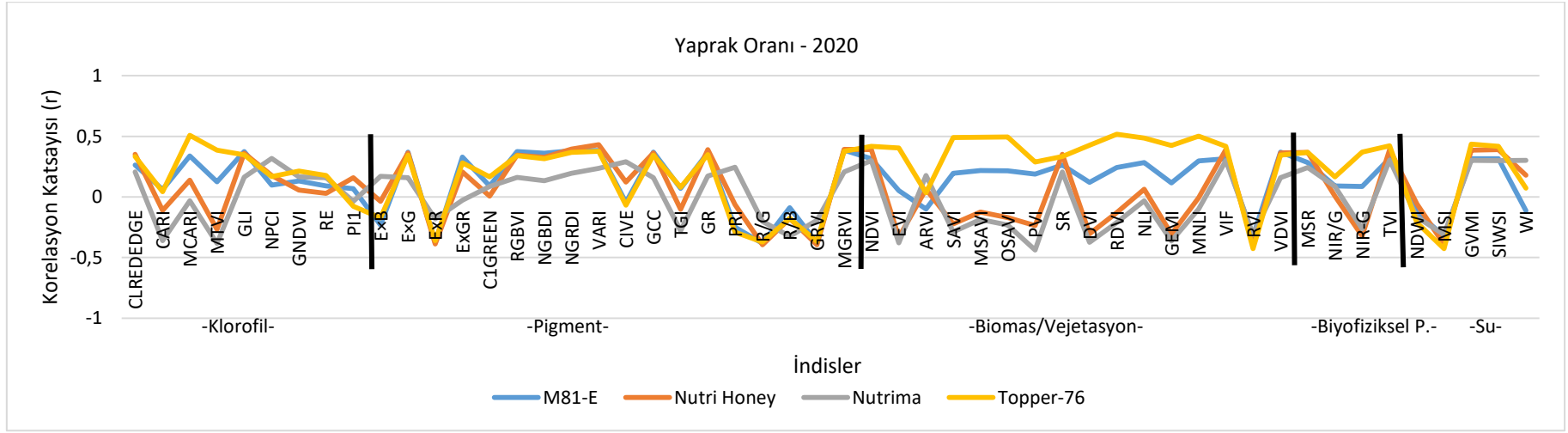
Şekil 4.6. 2021 yılı kuru madde oranı ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.

4.2.4 Yaprak, Sap ve Salkım Oranları

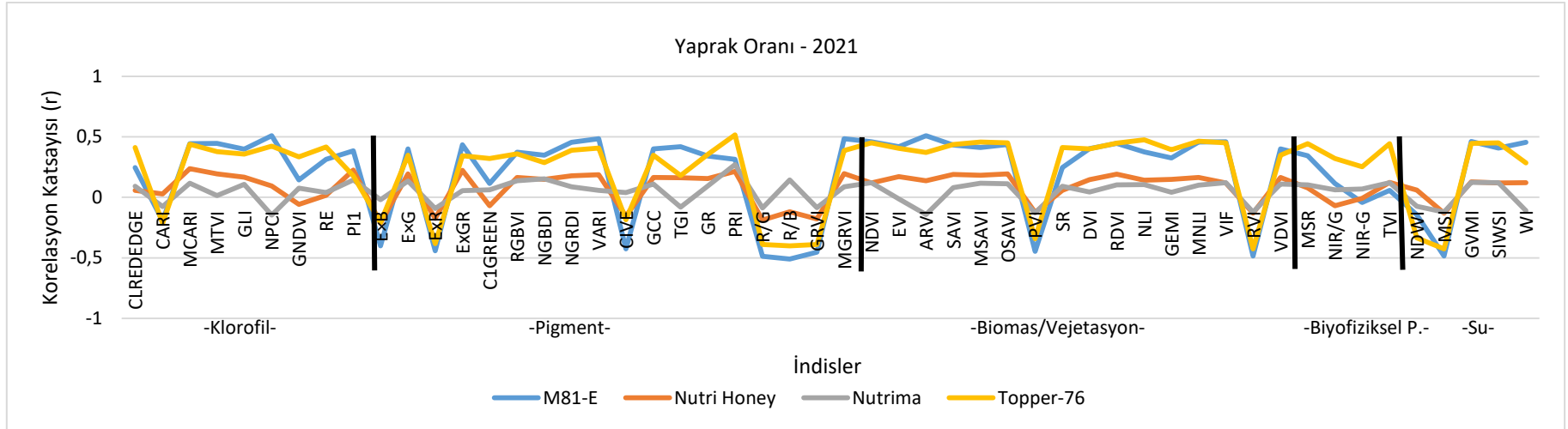
Yaprak Oranı: 2020 ve 2021 yıllarındaki yaprak oranları ile indisler arasındaki korelasyon katsayı grafikleri Şekil 4.7 ve 4.8'de verilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda 2021 yılında ($r=-0,510 - 0,516$) 2020'ye ($r=-0,439 - 0,516$) göre verim ve kuru madde oranı kadar olmasa da yüksek korelasyon değerler elde edilmiştir. Diğer parametrelerde olduğu gibi her iki yılda da şeker sorgum ve sorgum sudan otu melezi çeşitleri indisler ile ayırt edilebilmektedir. Diğer parametrelerden farklı olarak, Topper-76 çeşidinin her iki yılda da indisler ile daha yüksek korelasyonlu olduğu belirlenmiştir. M81-E, Topper-76, Nutrima ve Nutri Honey çeşitlerinin bitki boyu değerleri ile en yüksek korelasyonlu indisler sırasıyla; 2021'de R/B ($r=-0,510$), 2021'de PRI ($r=0,516$), 2020'de PVI ($-0,439$) ve 2020'de VARI ($0,432$) şeklindedir. Özellikle 2021 yılında klorofil, pigment ve biomas/vegetasyon indislerinin yaprak oranını ayırt etmede başarılı olduğu ve 2020'de ise biomas/vegetasyon indislerinin daha başarılı olduğu görülmektedir. Ayrıca, genel olarak bu analizde de Şeker sorgum çeşitlerinin yaprak oranı indisler ile daha yüksek korelasyonlu olduğu belirlenmiştir.

Sap Oranı: 2020 ve 2021 yıllarındaki sap oranı ile indisler arasındaki korelasyon katsayı grafikleri Şekil 4.9 ve 4.10'da verilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda 2021 ($r=-0,381 - 0,376$) ve 2020 ($r=-0,423 - 0,355$) korelasyonlarının verim, kuru madde oranı ve yaprak oranı kadar yüksek ve anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Diğer parametrelere göre korelasyonlar 0,5 altında seyretmekle birlikte, pigment indislerinin az da olsa anlamlı sonuçlar verdiği görülmektedir. Yaprak oranında olduğu gibi Topper-76 çeşidinin indisler ile daha yüksek korelasyonlu olduğu belirlenmiştir. Genel olarak bu analizde de Şeker sorgum çeşitlerinin sap oranı indisler ile daha yüksek korelasyonlu olduğu belirlenmiştir.

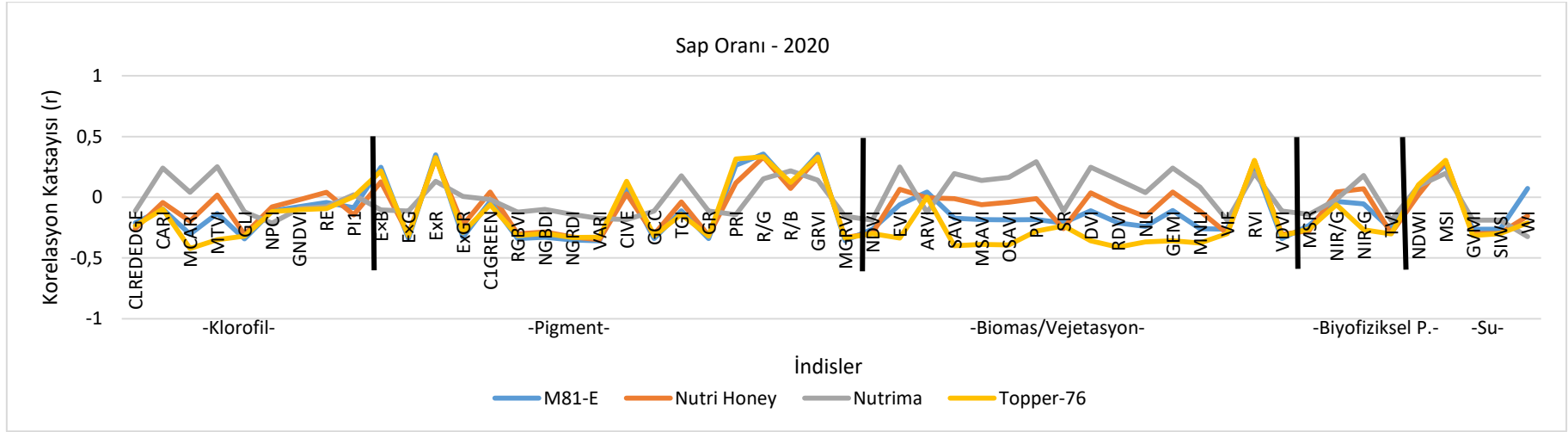
Salkım Oranı: 2020 ve 2021 yıllarındaki salkım oranı ile indisler arasındaki korelasyon katsayı grafikleri Şekil 4.11 ve 4.12'de verilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda 2021 ($r=-0,682 - 0,630$) ve 2020 ($r=-0,674 - 0,634$) korelasyonlarının birbirine yakın ve yüksek olduğu belirlenmiştir. 2020 yılında her iki türde de iyi korelasyonlar ile ayırt edilebilir olduğu ancak 2021'de özellikle şeker sorgum çeşitlerinin sorgum sudan otu çeşitlerine göre daha iyi ayırt edilebilir olduğu görülmektedir. 2021'de M81-E 2020'de ise Topper-76 çeşitlerinin özellikle biomas/vegetasyon indisleri ile daha yüksek korelasyonlu olduğu belirlenmiştir.



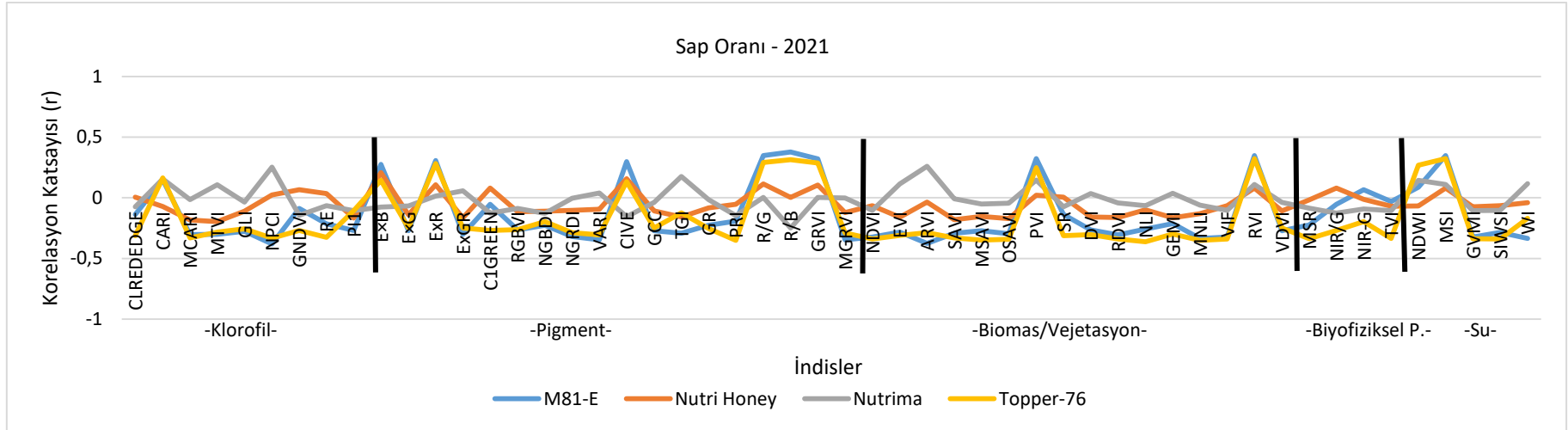
Şekil 4.7. 2020 yılı yaprak oranı ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



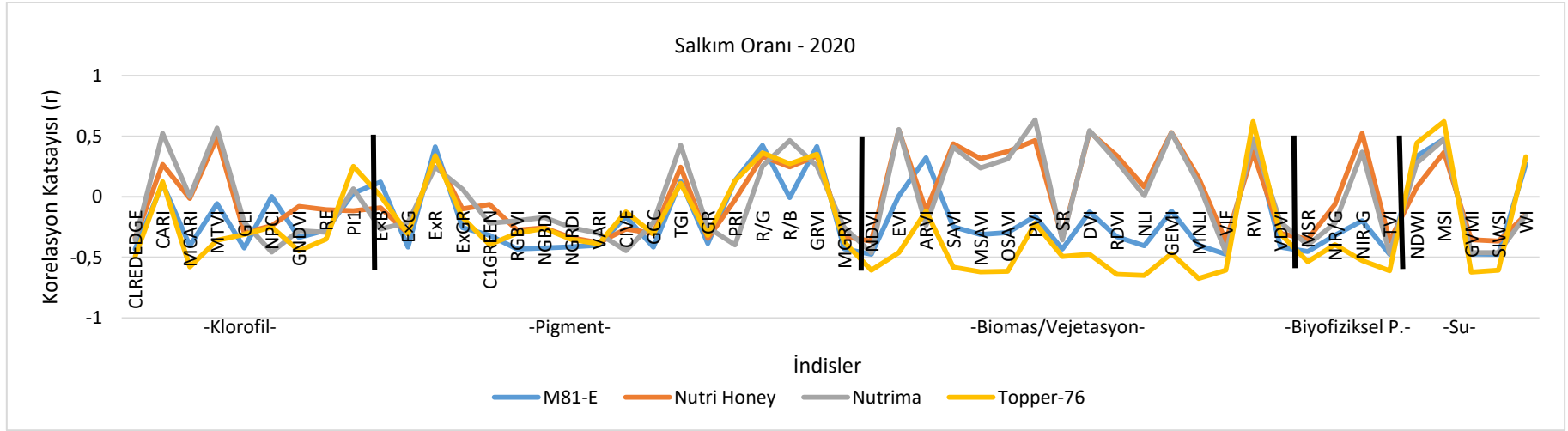
Şekil 4.8. 2021 yılı yaprak oranı ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



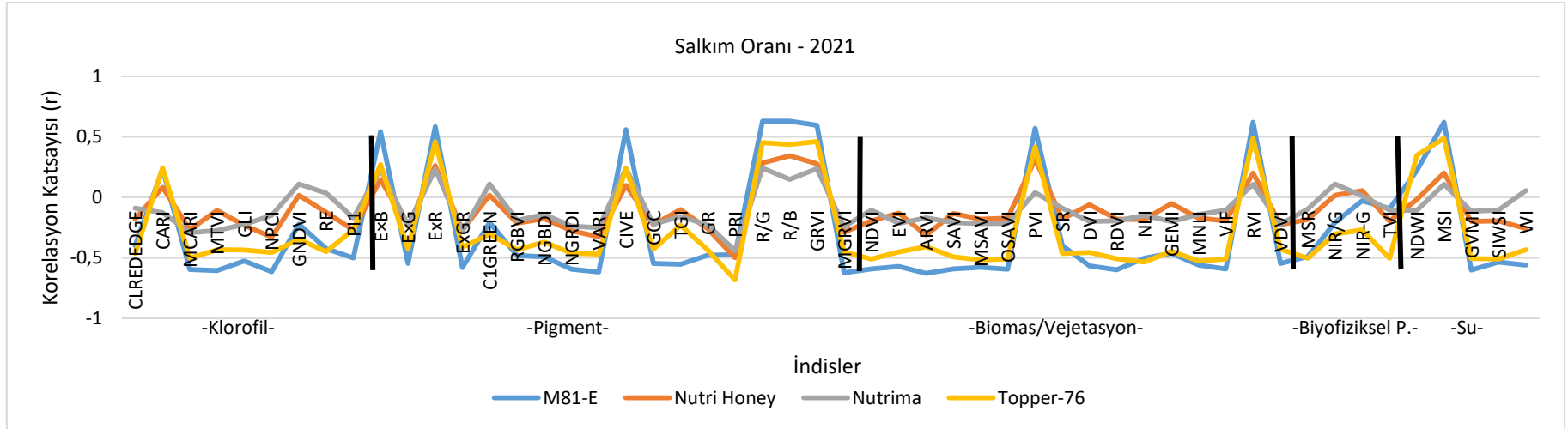
Şekil 4.9. 2020 yılı sap oranı ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



Şekil 4.10. 2021 yılı sap oranı ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



Şekil 4.11. 2020 yılı salkım oranı ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



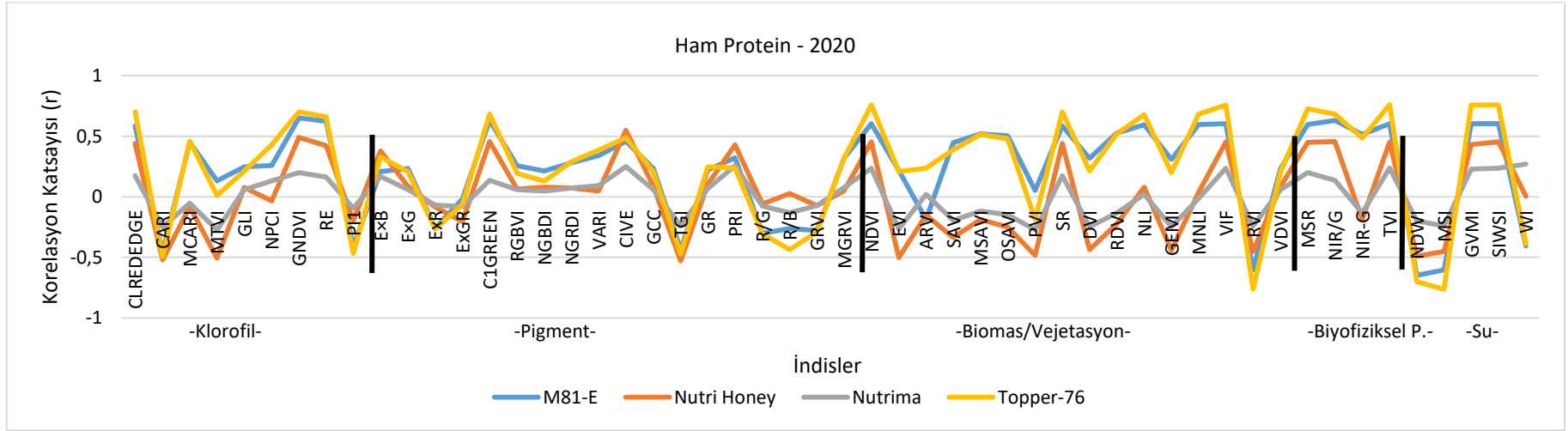
Şekil 4.12. 2021 yılı salkım oranı ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.

4.2.5 Ham Protein ve Ham Kül Oranları

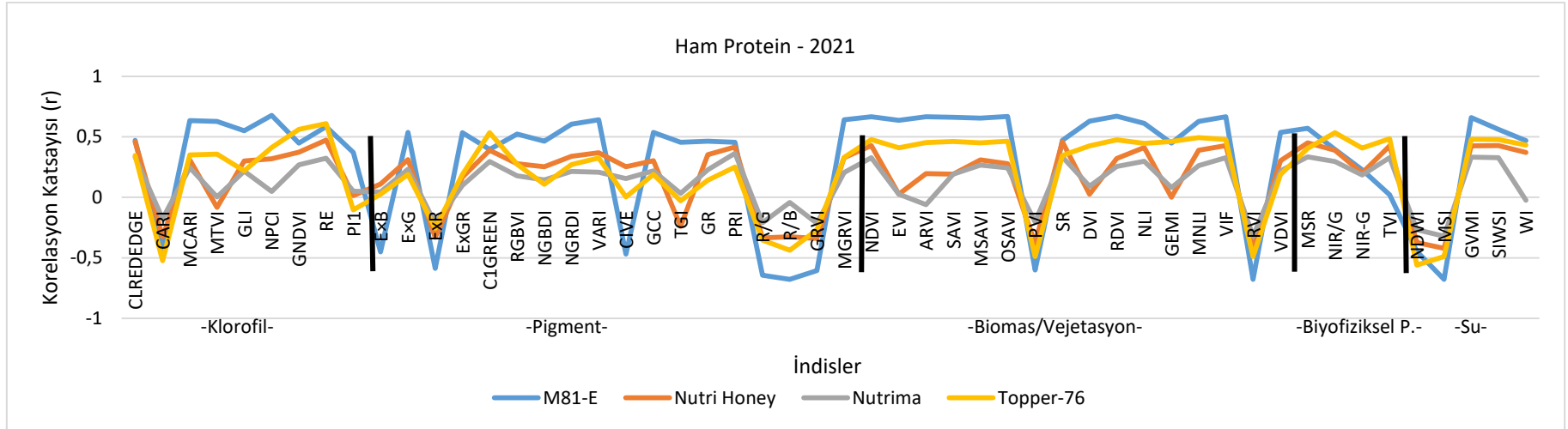
2020 ve 2021 yıllarına ait ham protein verimi ile indisler arasındaki korelasyon katsayı grafikleri Şekil 4.13, 4.14, 4.15 ve 4.16'da verilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda 2020 yılında ($r=-0,763 - 0,760$) 2021'e ($r=-0,679 - 0,677$) göre genel olarak daha yüksek korelasyon değerleri elde edilmiştir. Her iki yılda da şeker sorgum (M81-E ve Topper-76) ve sorgum sudan otu melezi çeşitleri (Nutrima ve Nutri Honey) çoğu indis ile ayırt edilebilmektedir. Özellikle 2020'de Topper-76 daha iyi sonuçlar elde edilirken 2021'de ise M81-E çeşidinin ham protein değerleri daha yüksek korelasyonlu çıkmıştır. M81-E, Topper-76, Nutrima ve Nutri Honey çeşitlerinin yeşil ot verimi değerleri ile en yüksek korelasyonlu indisler sırasıyla; 2021'de RVI ($r=-0,679$), 2021'de RVI ($r=-0,763$), 2021'de PRI (0,364) ve 2020'de CIVE (0,548) şeklindedir. 2021 yılında tür ve çeşit ayrımı 2020'ye göre daha belirgin olduğu görülmektedir. Her iki yıl beraber değerlendirildiğine klorofil, pigment ve biomas/vejetasyon indislerinin ayırt etmede başarılı olduğu görülmektedir. Şeker sorgum çeşitlerinin ham protein değerlerinin indisler ile daha yüksek korelasyonlu olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte ham kül oranı ile bitki indisleri arasındaki korelasyonlar ham proteine kıyasla çok düşük çıkmıştır. M81-E, Topper-76, Nutrima ve Nutri Honey için sırasıyla SAVI, MNLI, MCARI ve PRI indisleri 0,5 üstü değerler ile orta seviyede korelasyonlar vermektedir.

4.2.2 NDF, ADF ve ADL Oranları

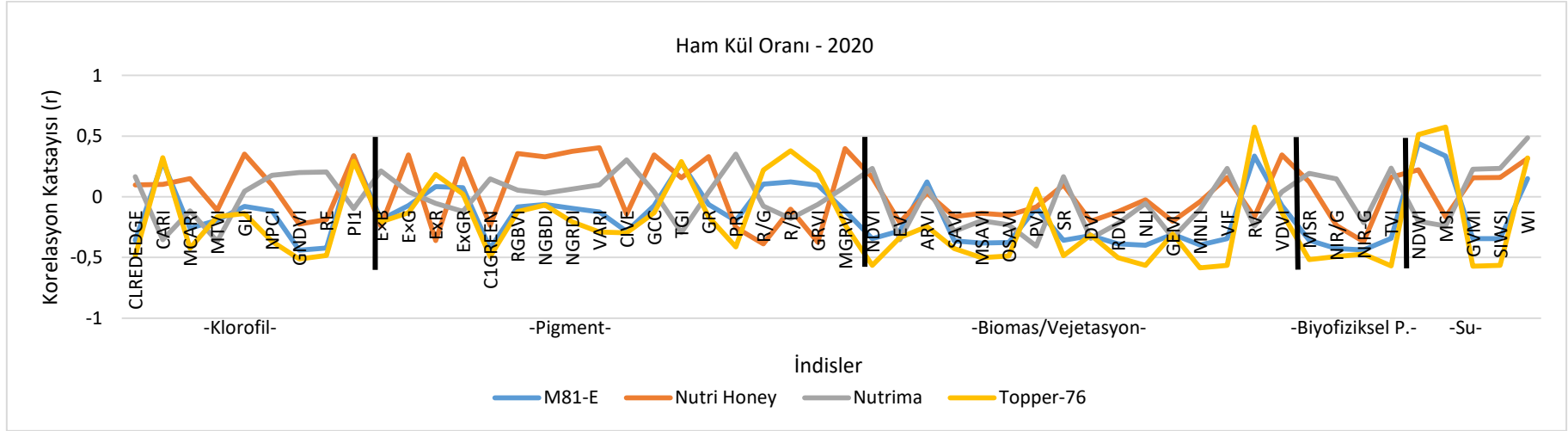
2020 ve 2021 yıllarına ait NDF, ADF ve ADL değerleri ile indisler arasındaki korelasyon katsayı grafikleri sırasıyla Şekil 4.17, 4.18, 4.19, 4.20, 4.21 ve 4.22'de verilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda çalışmada ele alınan hücre çeperi maddeleri ile incelenen indisler arasındaki korelasyonlar (Topper-76 için NDF'de 2021'de -0,501 ile RE, Nutri Honey için ADL'de 2020'de -0,502 ile GR ve Nutrima için 2020'de 0,509 ile EVI) dışında $0,5 \leq r \leq 1$ ve $-0,5 \geq r \geq -1$ aralıkları içerisinde olmadığı belirlenmiştir. Bu analizler için tür ve çeşit ayrımının indislerle belirlenemeyeceği belirlenmiştir.



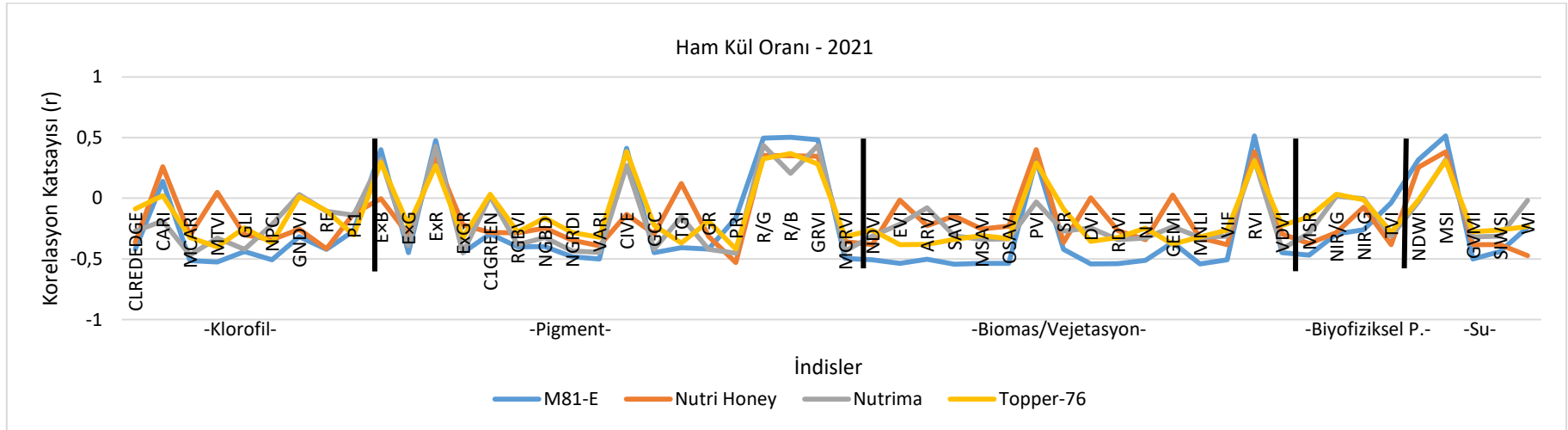
Şekil 4.13. 2020 yılı ham protein ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



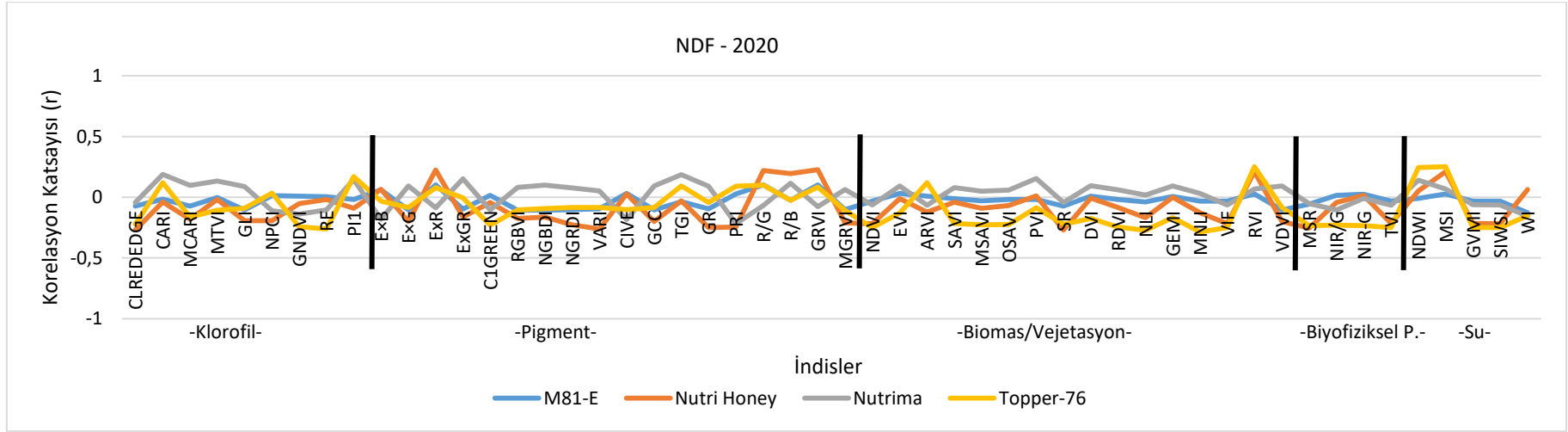
Şekil 4. 14. 2021 yılı ham protein ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



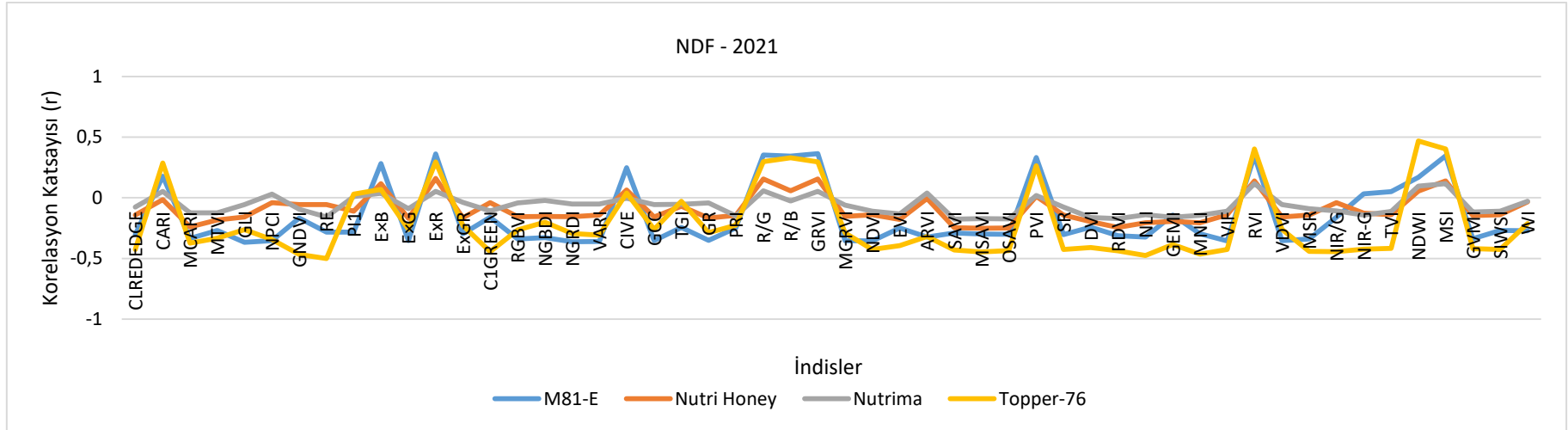
Şekil 4.15. 2020 yılı ham kül oranı ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



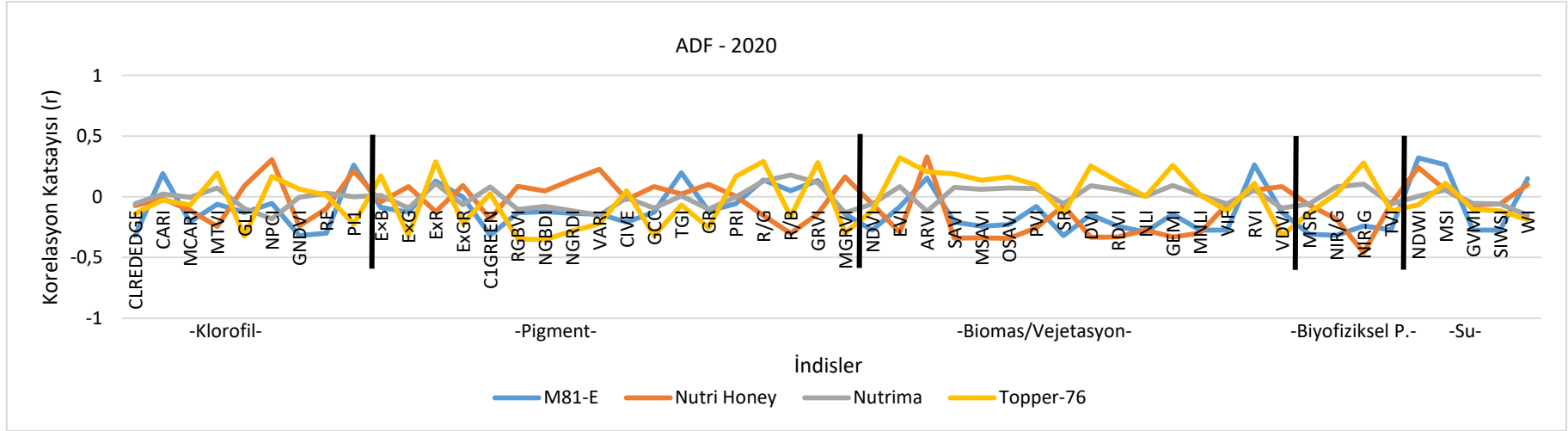
Şekil 4.16. 2021 yılı ham kül oranı ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



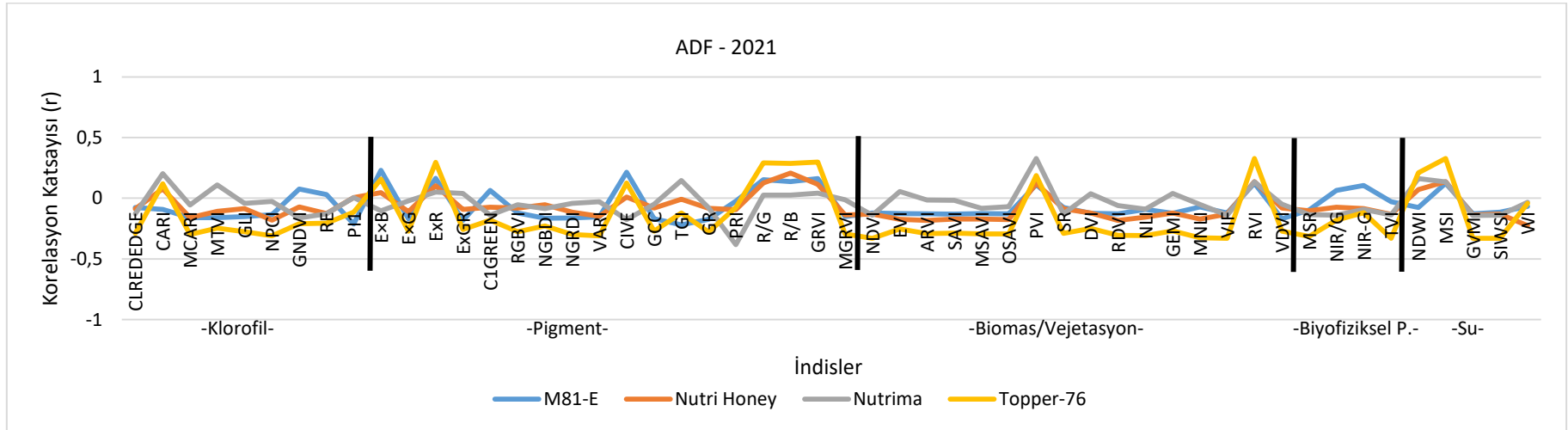
Şekil 4.17. 2020 yılı NDF ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



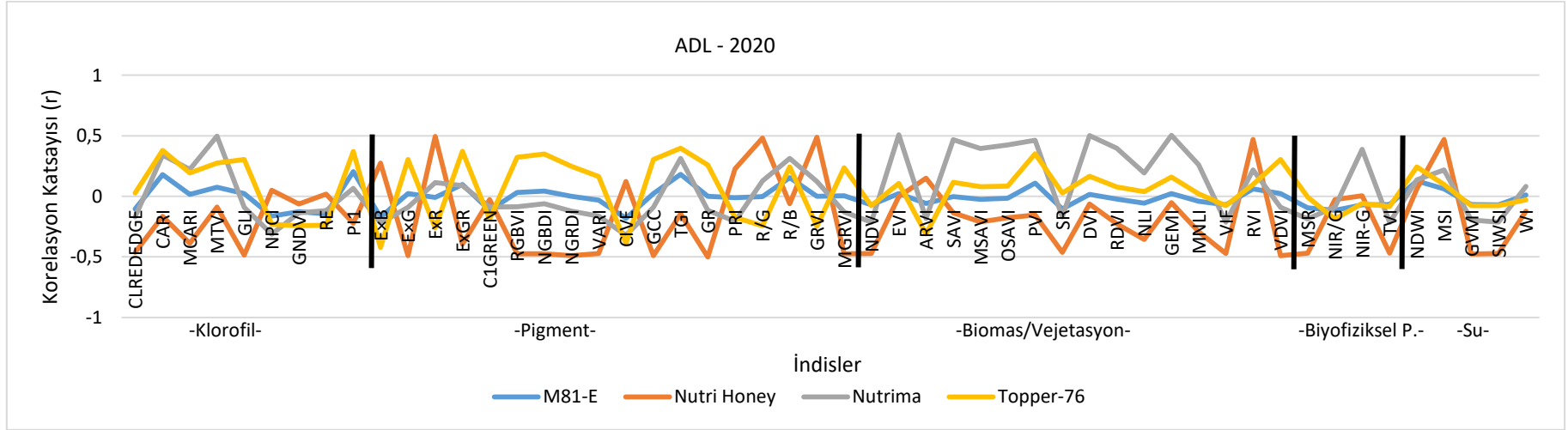
Şekil 4.18. 2021 yılı NDF ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



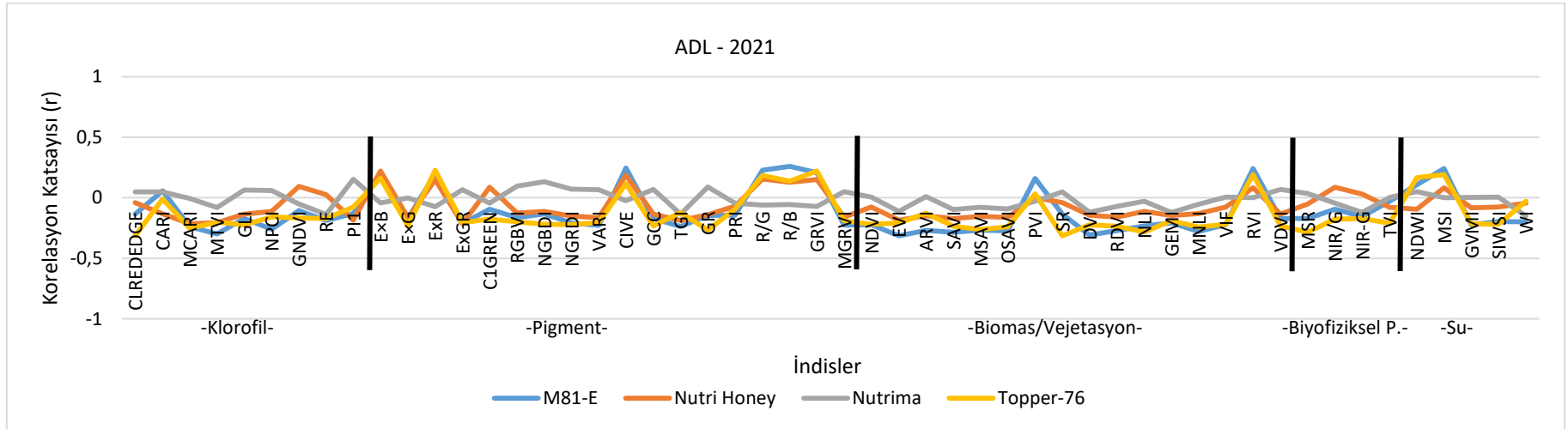
Şekil 4.19. 2020 yılı ADF ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



Şekil 4.20. 2021 yılı ADF ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



Şekil 4.21. 2020 yılı ADL ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



Şekil 4.22. 2021 yılı ADL ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.

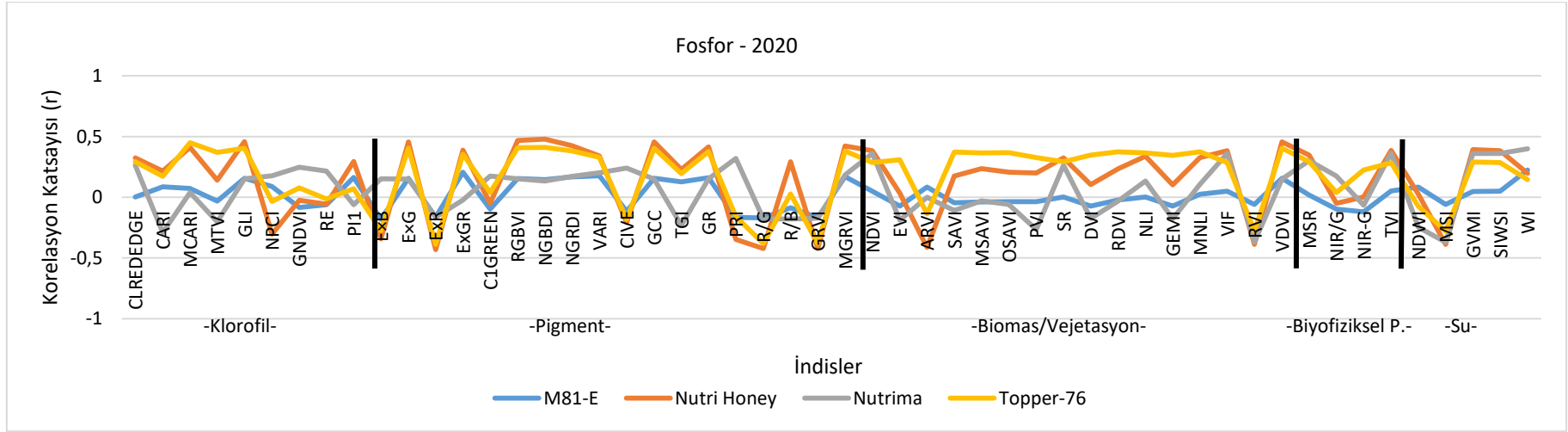
4.2.6 Mineral Element İçerikleri

Fosfor Oranı: 2020 ve 2021 yıllarına ait fosfor oranları ile indisler arasındaki korelasyon katsayıları Şekil 4.23 ve 4.24'te verilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda çalışmada ele alınan fosfor ile incelenen indisler arasındaki korelasyonların $0,5 \leq r \leq 1$ ve $-0,5 \geq r \geq -1$ aralıkları içerisinde olmadığı belirlenmiştir. 2020 yılında Topper-76 ve Nutri Honey ve 2021 yılında ise M81-E ile indisler arasında diğerlerine kıyasla daha yüksek korelasyonlar belirlenmiş olsa da bu analizler için tür ve çeşit ayrımının istenilen seviyede her iki yıl için de yapılamadığı görülmektedir.

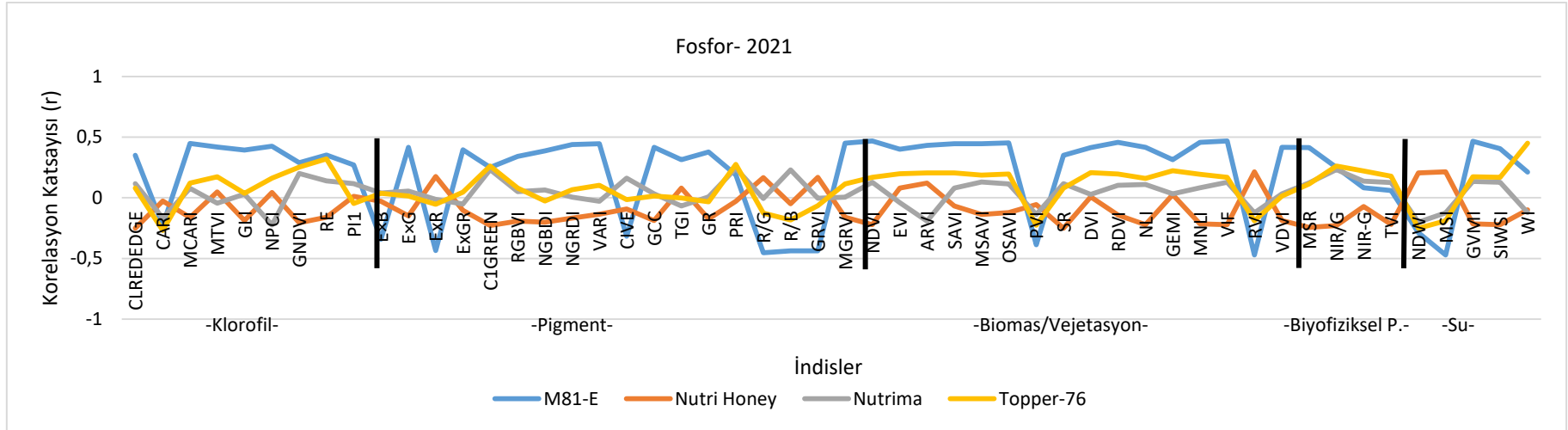
Potasyum Oranı: 2020 ve 2021 yıllarına ait potasyum oranları ile indisler arasındaki korelasyon katsayıları Şekil 4.25 ve 4.26'da verilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda 2020 yılında ($r = -0,693 - 0,698$) 2021'e ($r = -0,583 - 0,589$) göre genel olarak daha yüksek korelasyon değerleri elde edilmiştir. 2020'de Nutrima, 2021'de ise M81-E çeşidinin potasyum değerlerinin indisler ile daha yüksek korelasyonlu olduğu belirlenmiştir. M81-E, Topper-76, Nutrima ve Nutri Honey çeşitlerinin yeşil ot verimi değerleri ile en yüksek korelasyonlu indisler sırasıyla; 2021'de VIF ($r = 0,589$), 2021'de PRI ($r = 0,556$), 2021'de PI1 ($0,399$) ve 2020'de MSR ($0,697$) şeklindedir. 2021 yılında tür ve çeşit ayrımı 2020'ye göre daha belirgin olduğu görülmektedir. Her iki yıl beraber değerlendirildiğine klorofil, pigment ve biomas/vejetasyon indislerinin ayırt etmede başarılı olduğu görülmektedir. Özellikle 2021'de Şeker sorgum çeşitlerinin potasyum değerlerinin indisler ile daha yüksek korelasyonlu olduğu belirlenmiştir.

Kalsiyum Oranı: 2020 ve 2021 yıllarına ait kalsiyum değerleri ile indisler arasındaki korelasyon katsayıları Şekil 4.27 ve 4.28'de verilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda çalışmada ele alınan kalsiyum ile incelenen indisler arasındaki korelasyonların $0,5 \leq r \leq 1$ ve $-0,5 \geq r \geq -1$ aralıkları içerisinde olmadığı belirlenmiştir. Bununla birlikte 2020 yılında Topper-76 ile indisler arasında diğerlerine kıyasla daha yüksek korelasyonlar belirlenmiştir. 2020'de Topper-76 ile biomas/vejetasyon indislerinden MNLI indisi arasında $0,600$ değerinde bir korelasyon elde edilmiştir. Yine de, Topper-76 değerleri ve biomas/vejetasyon indislerinin ilişkisi dışında kalsiyum analizleri için tür ve çeşit ayrımının istenilen seviyede her iki yıl için de yapılamadığı görülmektedir.

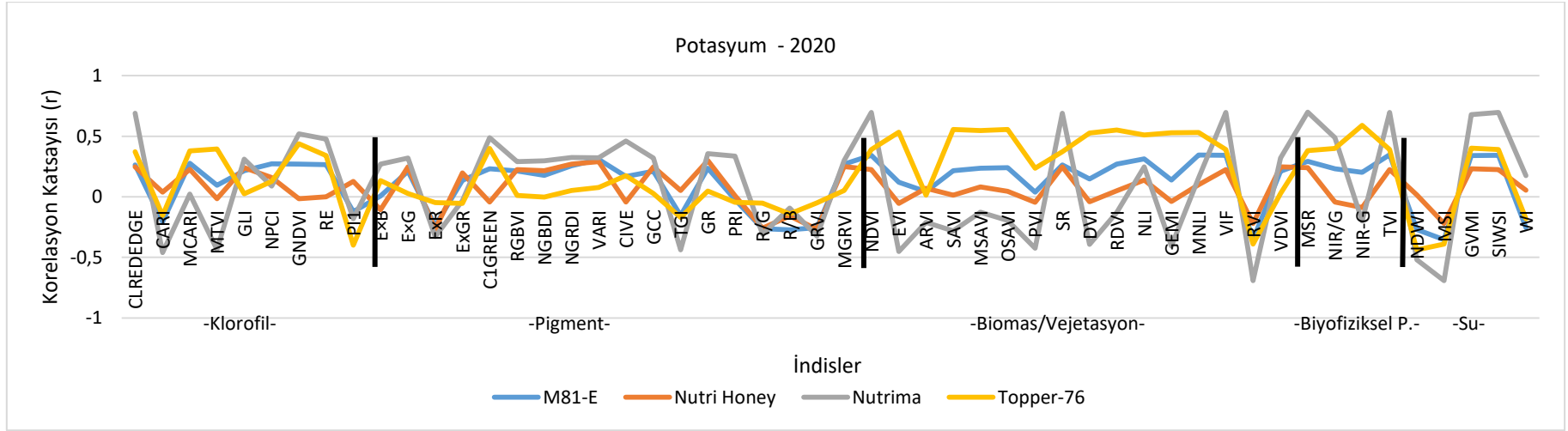




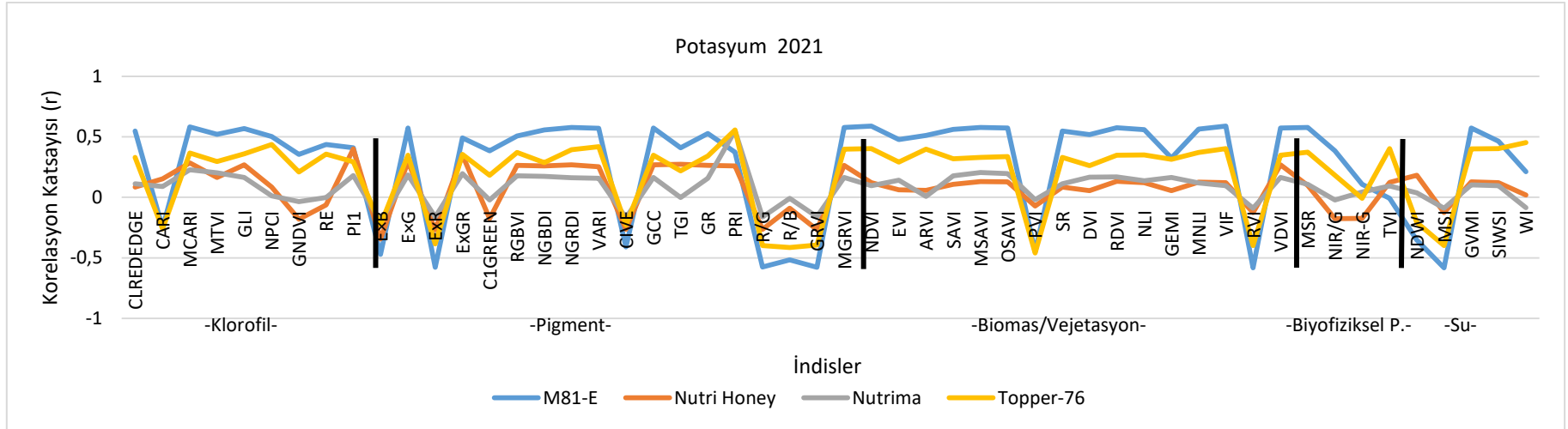
Şekil 4.23. 2020 yılı fosfor ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



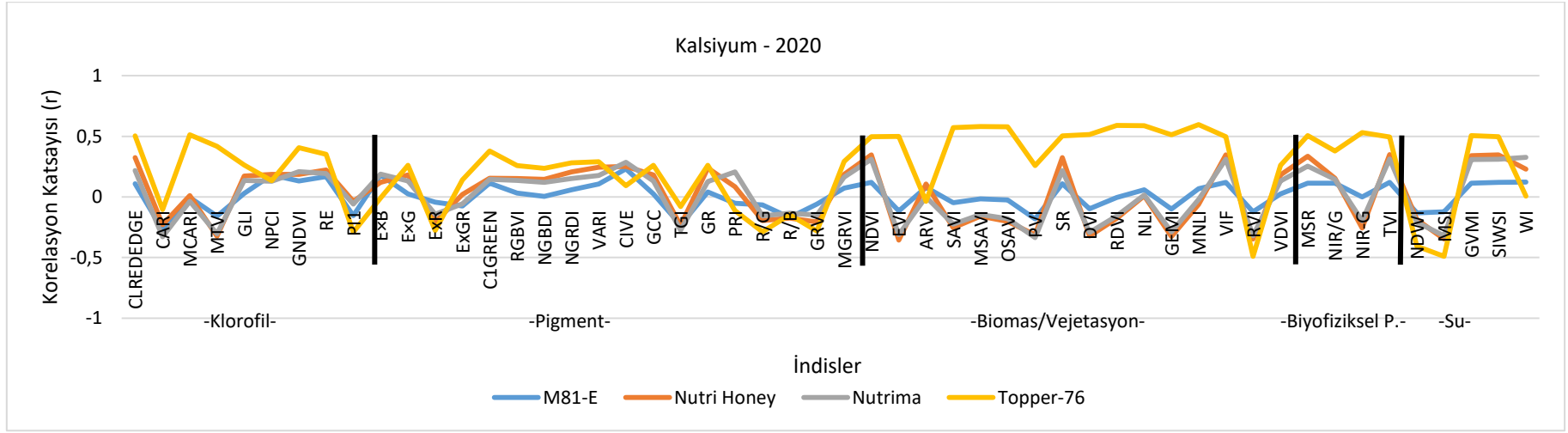
Şekil 4.24. 2021 yılı fosfor ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



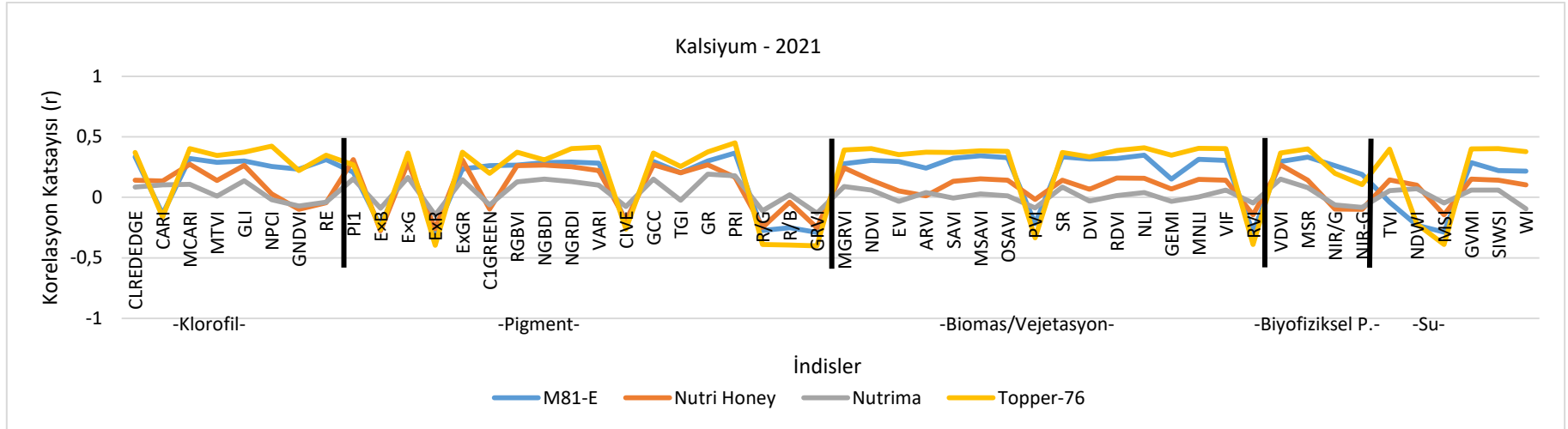
Şekil 4.25. 2020 yılı potasyum ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



Şekil 4. 26. 2021 yılı potasyum ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



Şekil 4.27. 2020 yılı kalsiyum ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



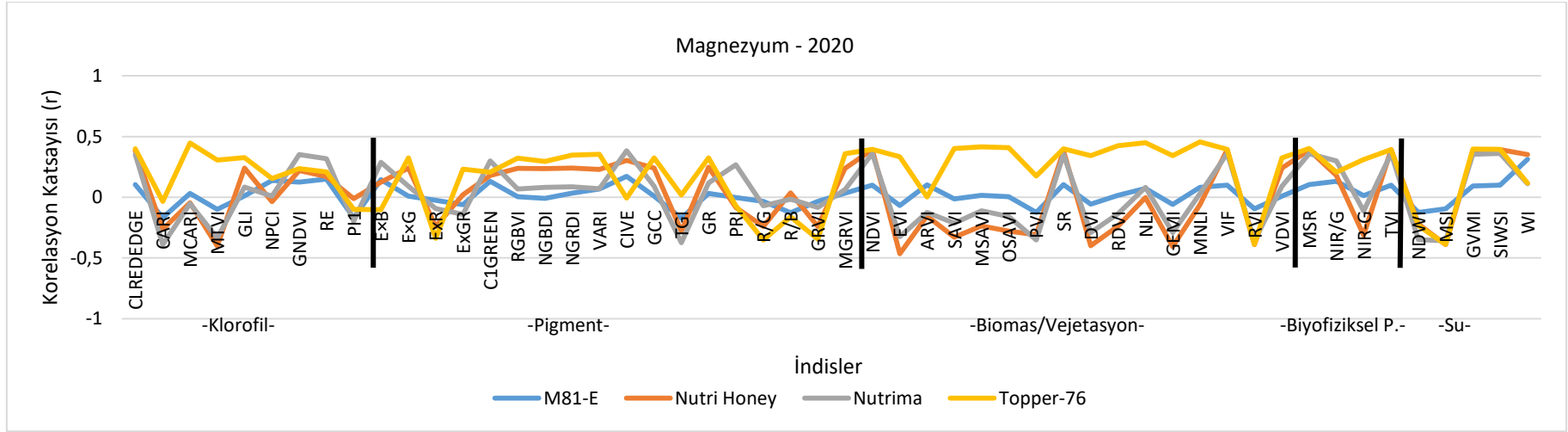
Şekil 4.28. 2021 yılı kalsiyum ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.

Magnezyum Oranı: 2020 ve 2021 yıllarına ait magnezyum değerleri ile indisler arasındaki korelasyon katsayıları Şekil 4.29 ve 4.30'da verilmiştir. Genel olarak, yapılan değerlendirmeler sonucunda çalışmada ele alınan magnezyum ile incelenen indisler arasındaki korelasyonların $0,5 \leq r \leq 1$ ve $-0,5 \geq r \geq -1$ aralıkları içerisinde olmadığı belirlenmiştir. Bununla birlikte 2021 yılında Topper-76 ile indisler arasında diğerlerine kıyasla daha yüksek korelasyonlar belirlenmiştir. 2021'de Topper-76 ile pigment indislerinden PRI indisi arasında 0,532 değerinde bir korelasyon elde edilmiştir. Magnezyum analizleri için tür ve çeşit ayrımının istenilen seviyede her iki yıl için de yapılamadığı görülmektedir.

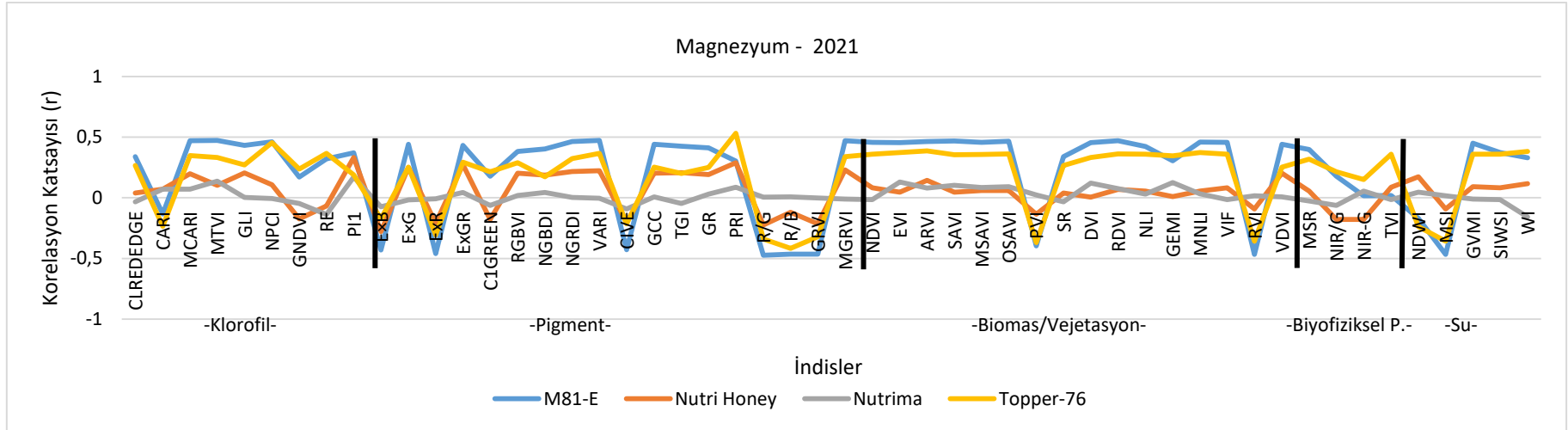
Sodyum Oranı: 2020 ve 2021 yıllarına ait sodyum değerleri ile indisler arasındaki korelasyon katsayıları Şekil 4.31 ve 4.32'de verilmiştir. Genel olarak, yapılan değerlendirmeler sonucunda çalışmada ele alınan sodyum ile incelenen indisler arasındaki korelasyonların $0,5 \leq r \leq 1$ ve $-0,5 \geq r \geq -1$ aralıkları içerisinde olmadığı belirlenmiştir. 2020'de Nutri Honey ile biomas/vejetasyon indislerinden EVI indisi arasında -0,516 değerinde bir korelasyon elde edilmiştir. Sodyum analizleri için tür ve çeşit ayrımının istenilen seviyede her iki yıl için de yapılamadığı görülmektedir.

Demir Oranı: 2020 ve 2021 yıllarına ait demir değerleri ile indisler arasındaki korelasyon katsayıları Şekil 4.33 ve 4.34'te verilmiştir. Genel olarak, yapılan değerlendirmeler sonucunda çalışmada ele alınan demir ile incelenen indisler arasındaki korelasyonların $0,5 \leq r \leq 1$ ve $-0,5 \geq r \geq -1$ aralıkları içerisinde olmadığı belirlenmiştir. 2021'de M81-E ile biyofiziksel indislerinden MSR indisi arasında 0,543 ve 2020'de ise Nutrima ile biomas/vejetasyon indislerinden PVI arasında -0,530 değerinde bir korelasyon elde edilmiştir. Genel olarak, demir analizleri için tür ve çeşit ayrımının istenilen seviyede her iki yıl için de yapılamadığı görülmektedir.

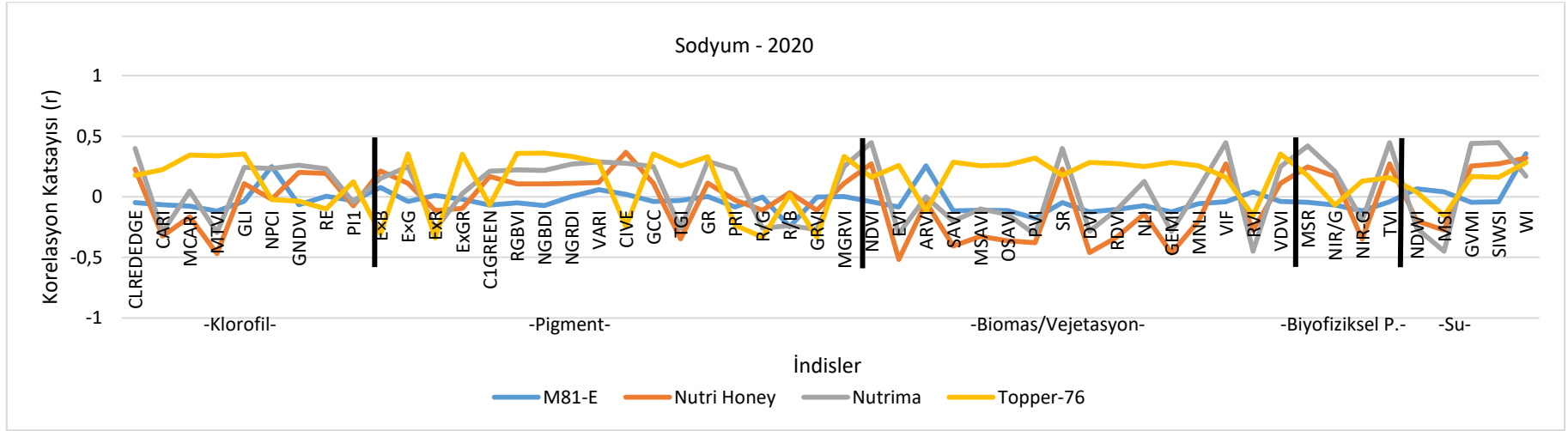
Bakır Oranı: 2020 ve 2021 yıllarına ait bakır değerleri ile indisler arasındaki korelasyon katsayıları Şekil 4.35 ve 4.36'da verilmiştir. Genel olarak, yapılan değerlendirmeler sonucunda çalışmada ele alınan bakır ile incelenen indisler arasındaki korelasyonların $0,5 \leq r \leq 1$ ve $-0,5 \geq r \geq -1$ aralıkları içerisinde olmadığı belirlenmiştir. 2020'de Nutrima ile klorofil indislerinden MTVI indisi arasında -0,507 değerinde bir korelasyon elde edilmiştir. Bakır analizleri için tür ve çeşit ayrımının istenilen seviyede her iki yıl için de yapılamadığı görülmektedir.



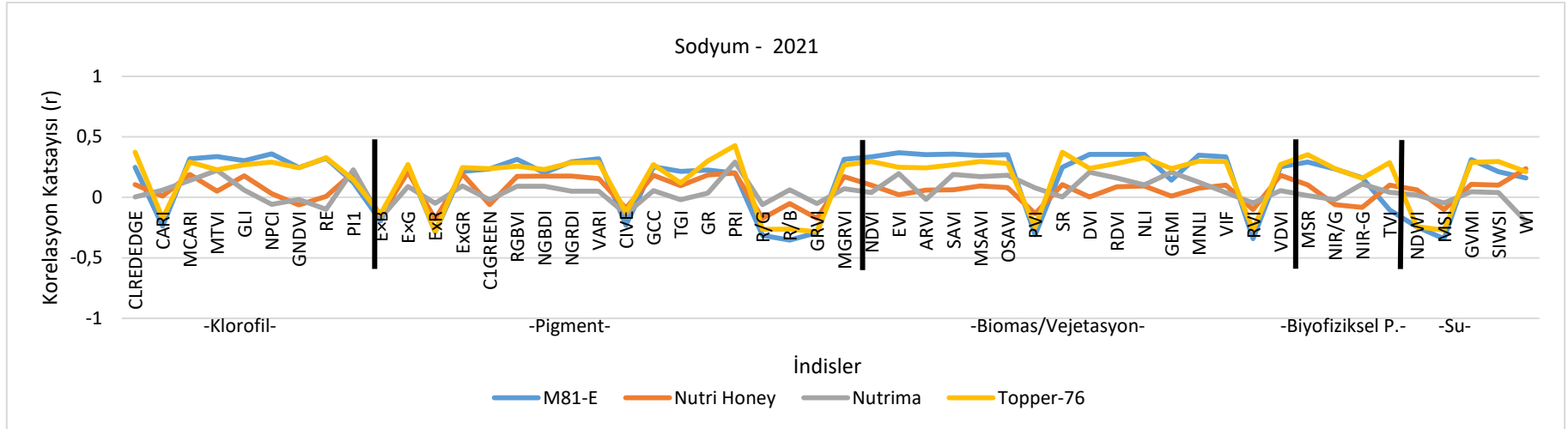
Şekil 4.29. 2020 yılı magnezyum ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



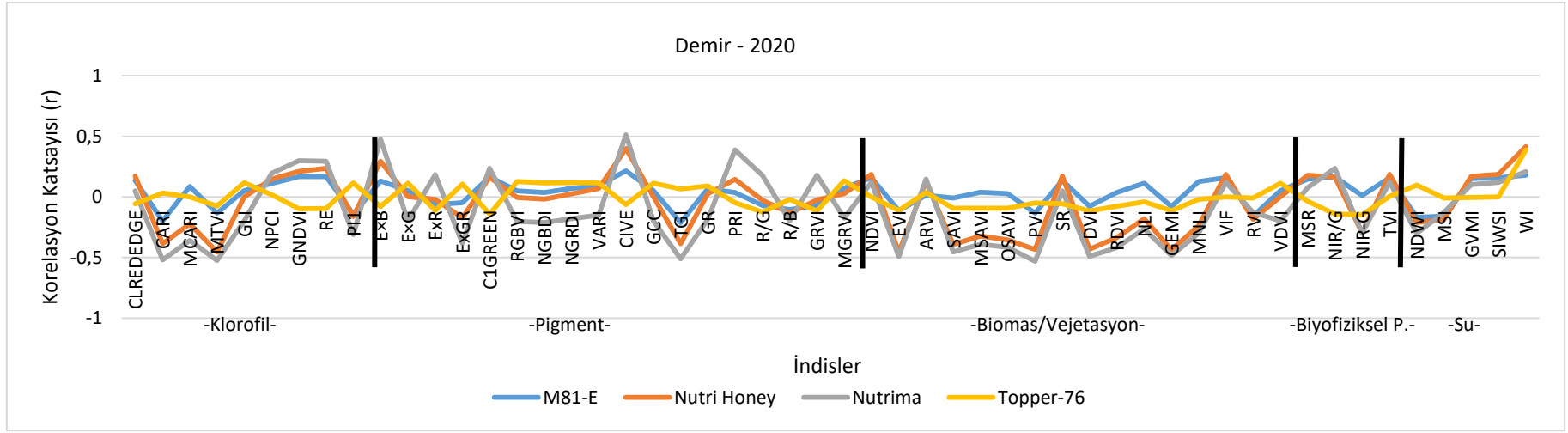
Şekil 4.30. 2021 yılı magnezyum ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



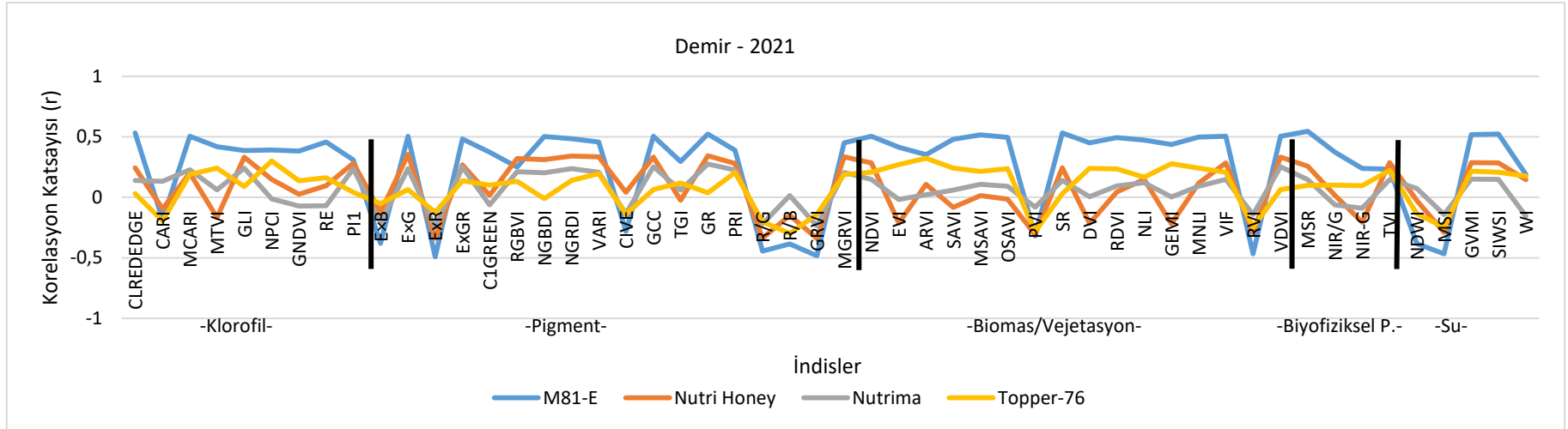
Şekil 4.31. 2020 yılı sodyum ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



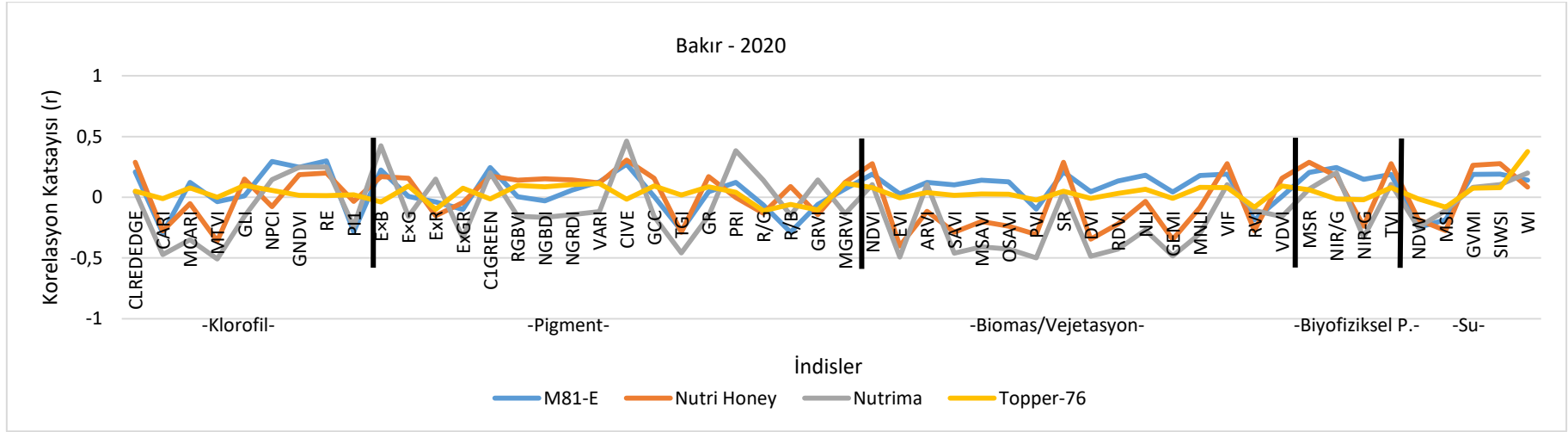
Şekil 4.32. 2021 yılı sodyum ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



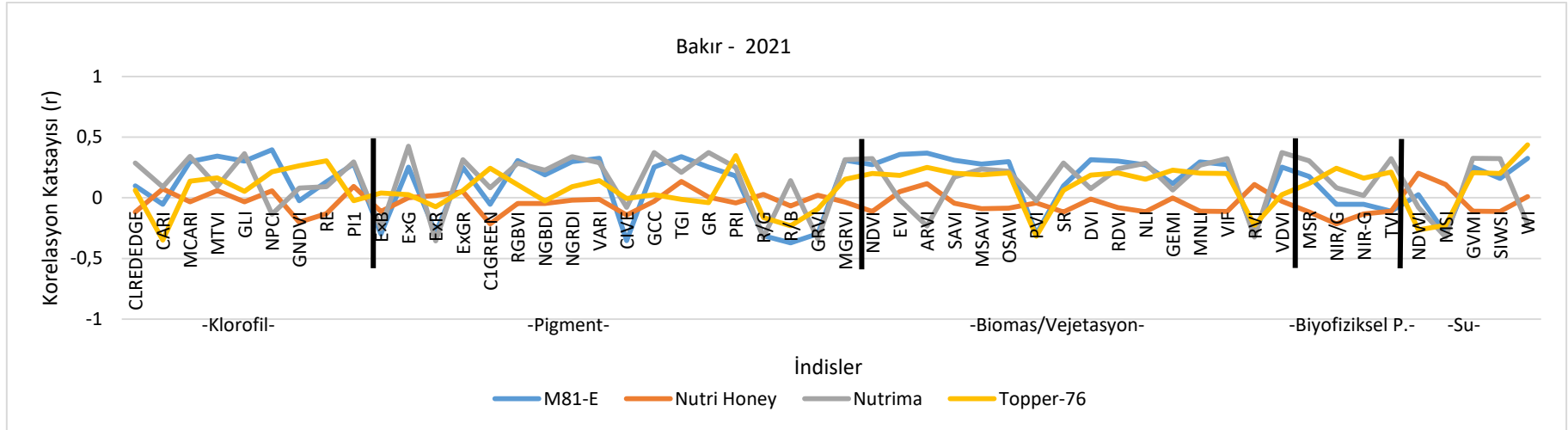
Şekil 4.33. 2020 yılı demir ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



Şekil 4.34. 2021 yılı demir ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



Şekil 4.35. 2020 yılı bakır ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



Şekil 4.36. 2021 yılı bakır ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.

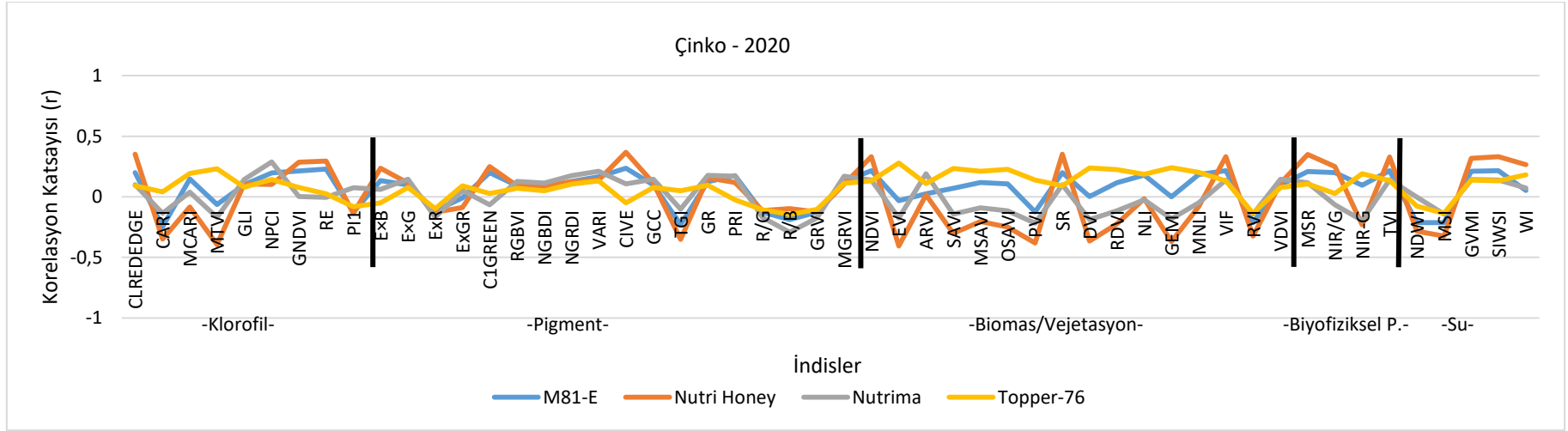
Çinko Oranı: 2020 ve 2021 yıllarına ait çinko değerleri ile indisler arasındaki korelasyon katsayıları Şekil 4.37 ve 4.38’de verilmiştir. Genel olarak, yapılan değerlendirmeler sonucunda çalışmada ele alınan çinko ile incelenen indisler arasındaki korelasyonların $0,5 \leq r \leq 1$ ve $-0,5 \geq r \geq -1$ aralıkları içerisinde olmadığı belirlenmiştir. Çinko analizleri için tür ve çeşit ayrımının istenilen seviyede her iki yıl için de yapılamadığı görülmektedir.

Mançan Oranı: 2020 ve 2021 yıllarına ait mançan değerleri ile indisler arasındaki korelasyon katsayıları Şekil 4.39 ve 4.40’ta verilmiştir. Genel olarak, yapılan değerlendirmeler sonucunda çalışmada ele alınan mançan ile incelenen indisler arasındaki korelasyonların $0,5 \leq r \leq 1$ ve $-0,5 \geq r \geq -1$ aralıkları içerisinde olmadığı belirlenmiştir. Mançan analizleri için tür ve çeşit ayrımının istenilen seviyede her iki yıl için de yapılamadığı görülmektedir.

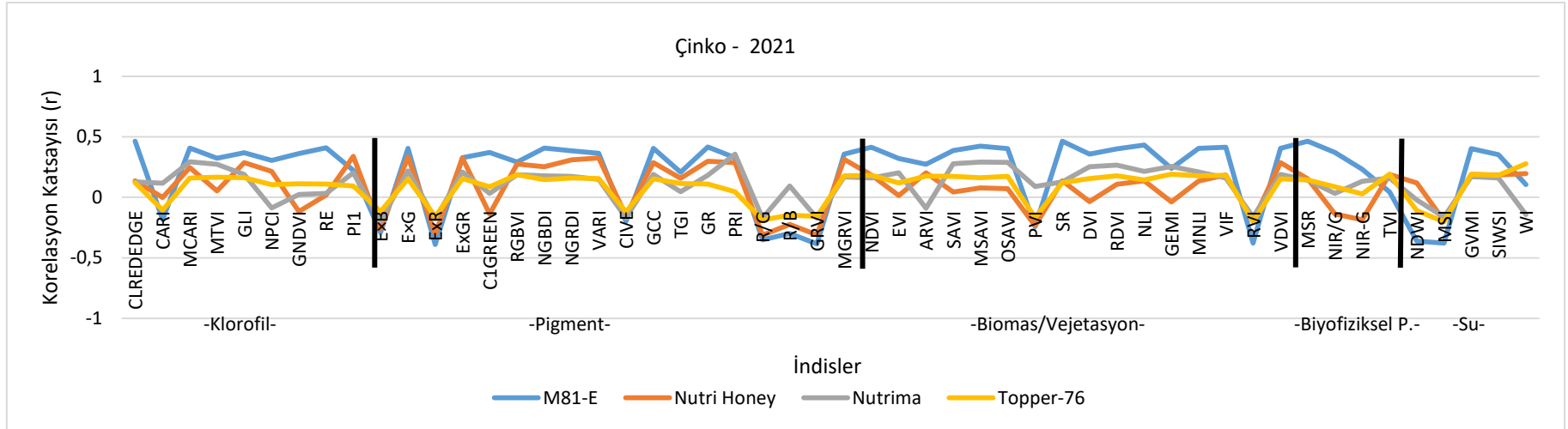
Bor Oranı: 2020 ve 2021 yıllarına ait bor değerleri ile indisler arasındaki korelasyon katsayıları Şekil 4.41 ve 4.42’de verilmiştir. Genel olarak, yapılan değerlendirmeler sonucunda çalışmada ele alınan bor ile incelenen indisler arasındaki korelasyonların $0,5 \leq r \leq 1$ ve $-0,5 \geq r \geq -1$ aralıkları içerisinde olmadığı belirlenmiştir. Bor analizleri için tür ve çeşit ayrımının istenilen seviyede her iki yıl için de yapılamadığı görülmektedir.

Kadmiyum Oranı: 2020 ve 2021 yıllarına ait kadmiyum değerleri ile indisler arasındaki korelasyon katsayıları Şekil 4.43 ve 4.44’te verilmiştir. Genel olarak, yapılan değerlendirmeler sonucunda çalışmada ele alınan kadmiyum ile incelenen indisler arasındaki korelasyonların $0,5 \leq r \leq 1$ ve $-0,5 \geq r \geq -1$ aralıkları içerisinde olmadığı belirlenmiştir. Kadmiyum analizleri için tür ve çeşit ayrımının istenilen seviyede her iki yıl için de yapılamadığı görülmektedir.

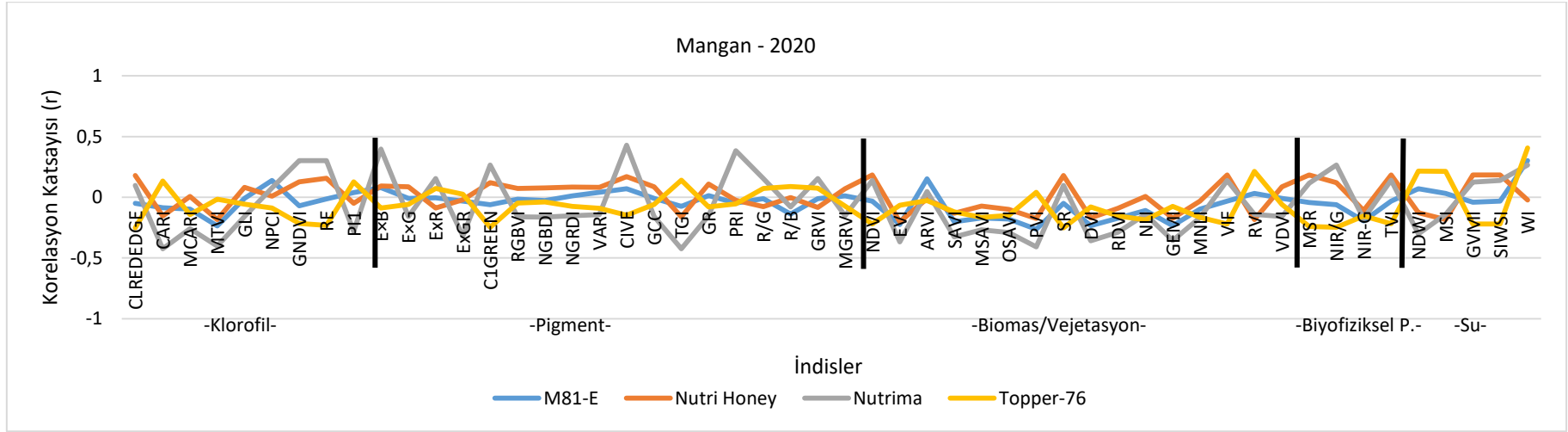
Nikel Oranı: 2020 ve 2021 yıllarına ait nikel değerleri ile indisler arasındaki korelasyon katsayıları Şekil 4.45 ve 4.46’da verilmiştir. Genel olarak, yapılan değerlendirmeler sonucunda çalışmada ele alınan nikel ile incelenen indisler arasındaki korelasyonların $0,5 \leq r \leq 1$ ve $-0,5 \geq r \geq -1$ aralıkları içerisinde olmadığı belirlenmiştir. 2021’de M81-E ile biomas/vejetasyon indislerinden RVI indisi arasında $-0,596$ değerinde bir korelasyon elde edilmiştir. Nikel analizleri için tür ve çeşit ayrımının istenilen seviyede her iki yıl için de yapılamadığı görülmektedir.



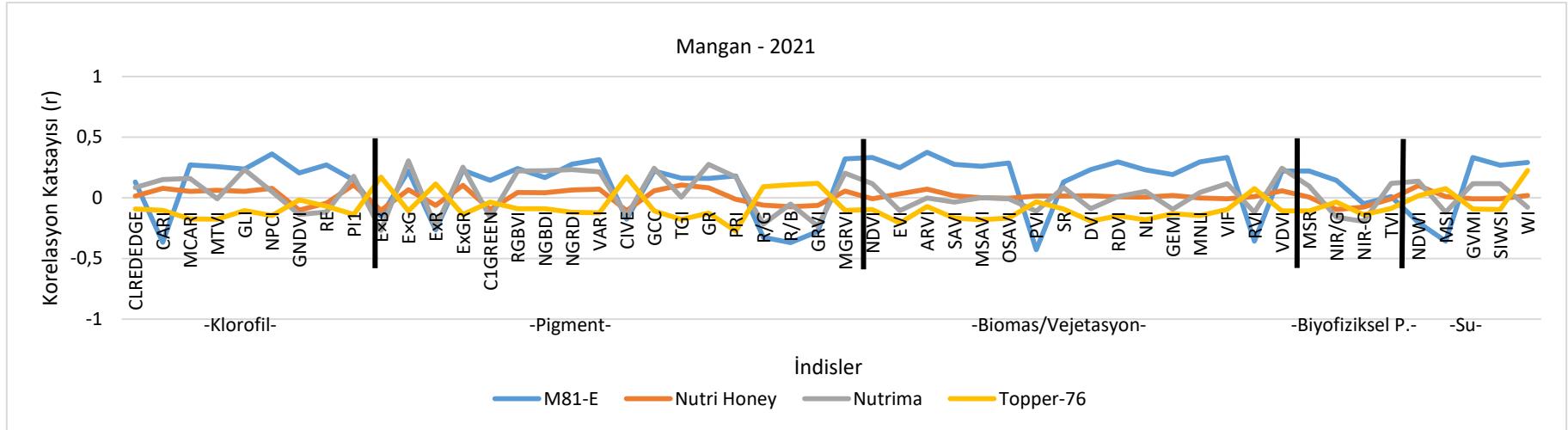
Şekil 4.37. 2020 yılı çinko ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



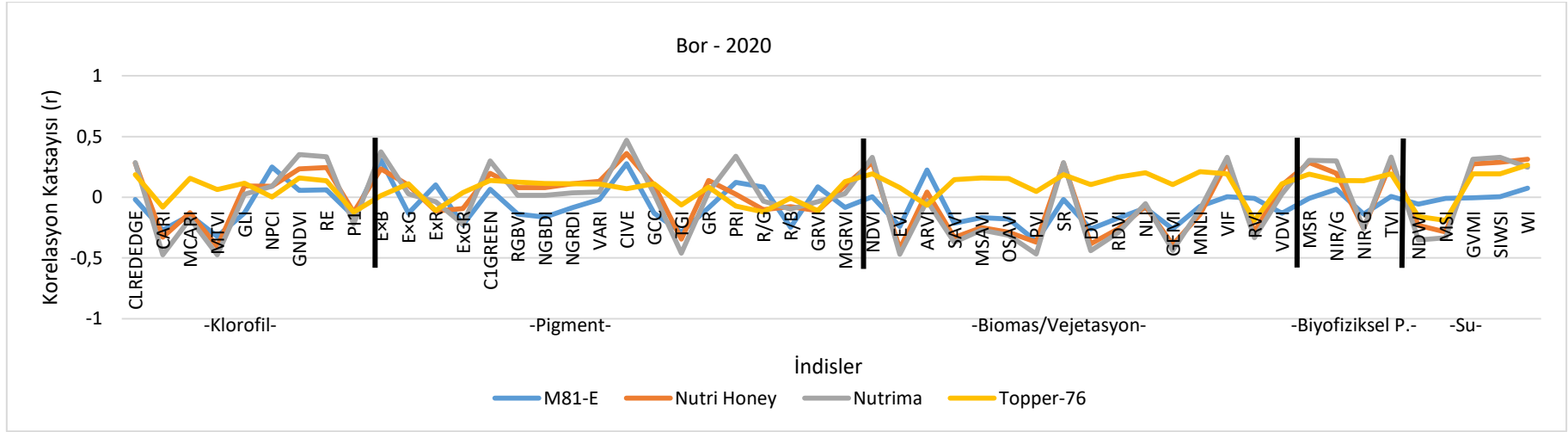
Şekil 4.38. 2021 yılı çinko ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



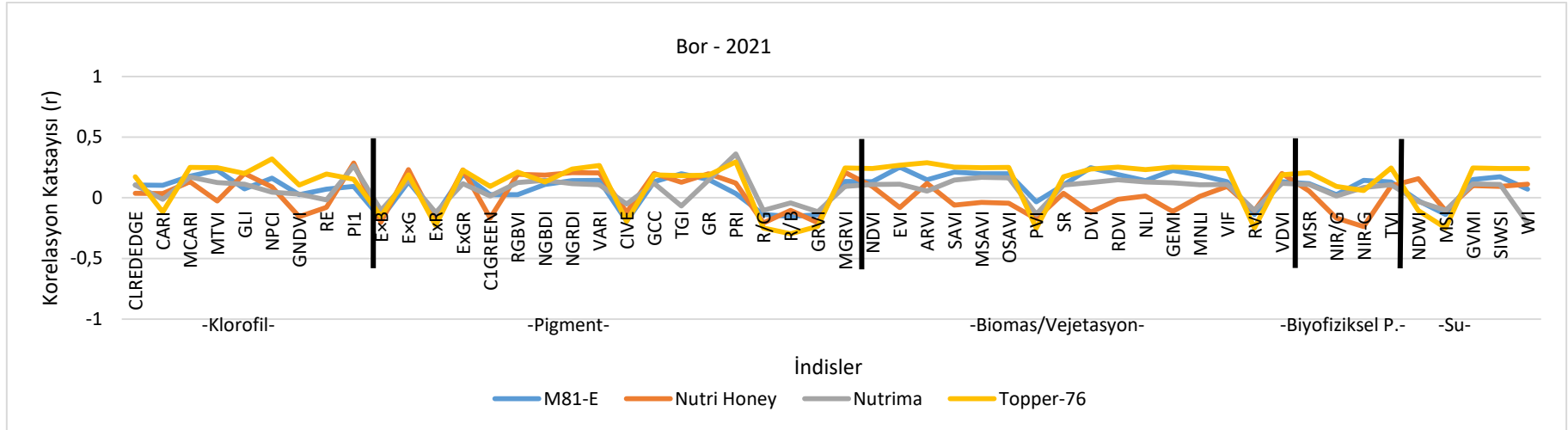
Şekil 4.39. 2020 yılı mangan ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



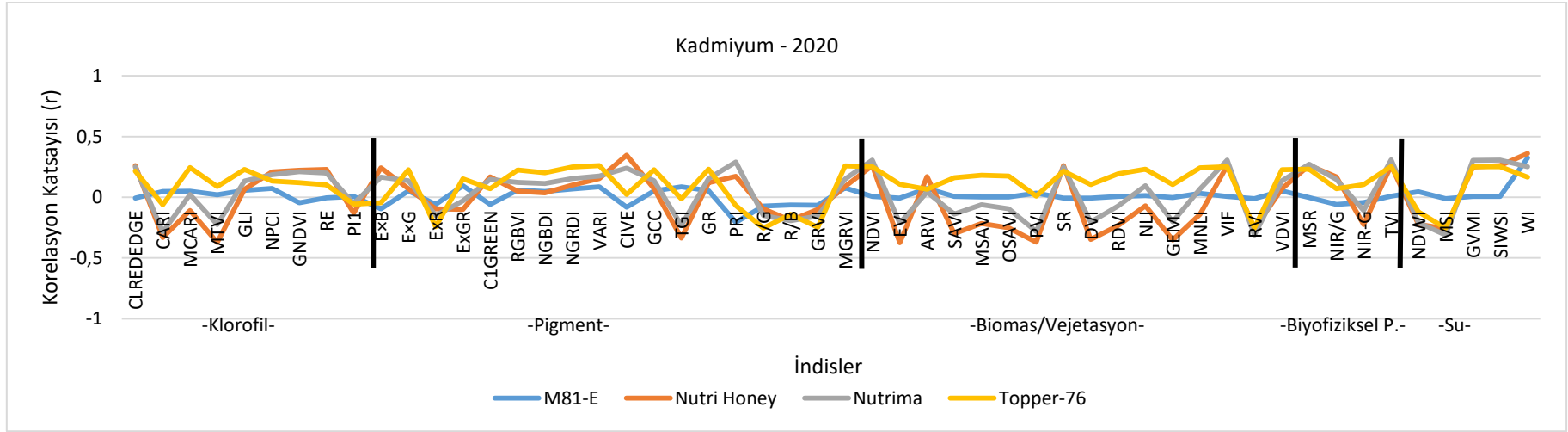
Şekil 4.40. 2021 yılı mangan ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



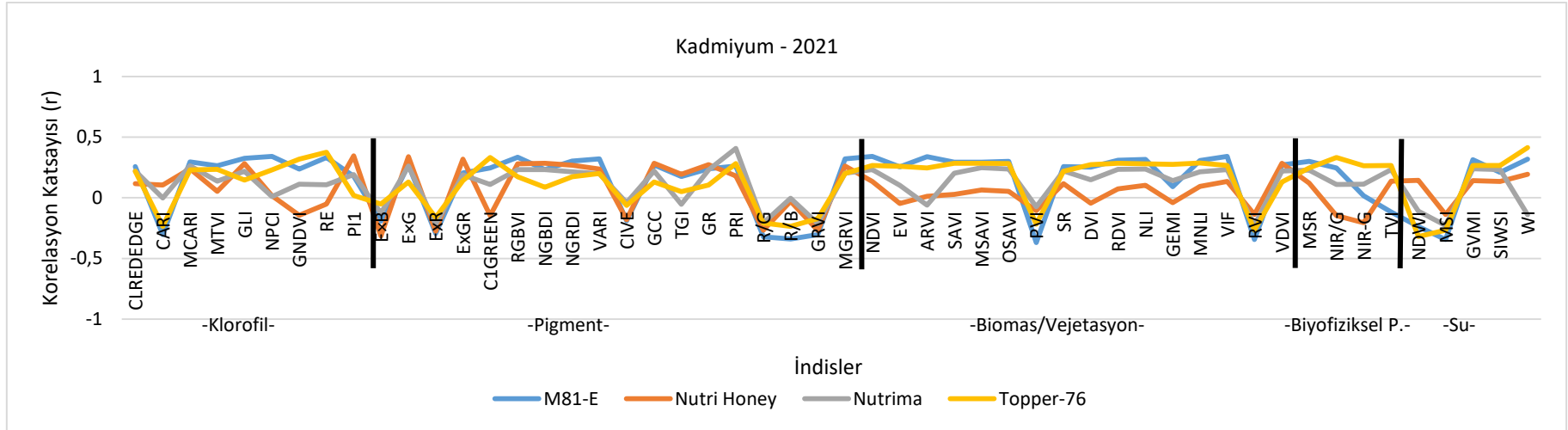
Şekil 4.41. 2020 yılı bor ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



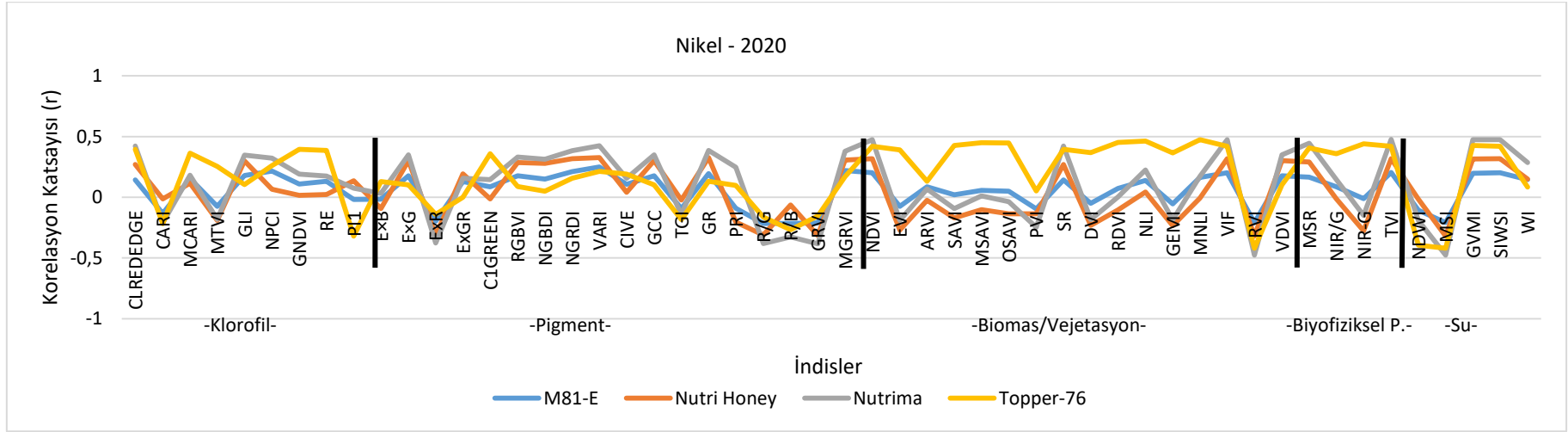
Şekil 4.42. 2021 yılı bor ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



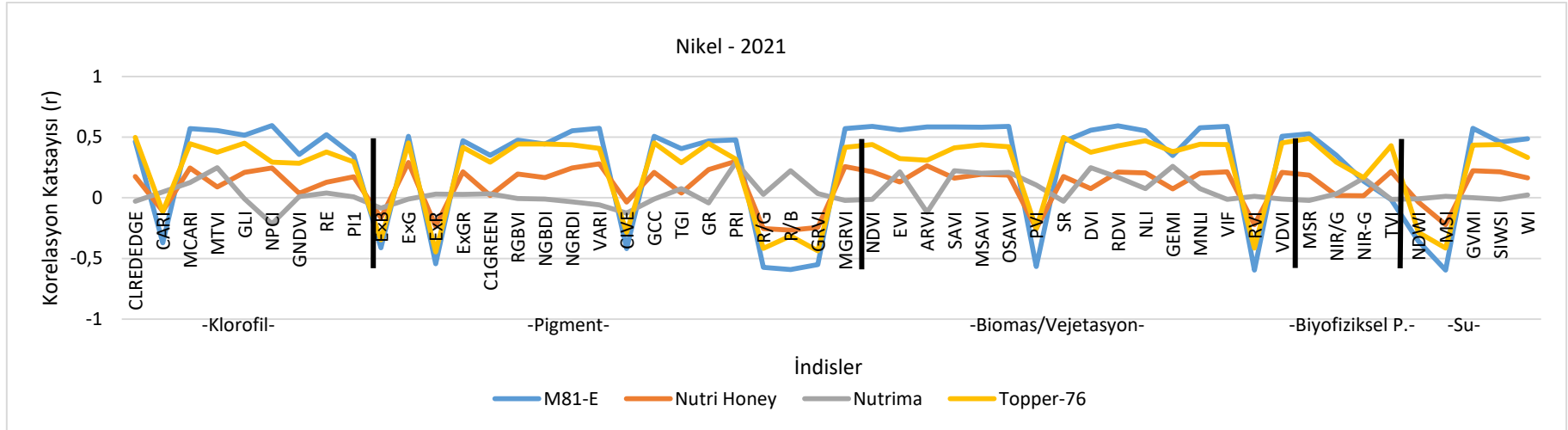
Şekil 4.43. 2020 yılı kadmium ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



Şekil 4.44. 2021 yılı kadmium ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



Şekil 4.45. 2020 yılı nikel ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.

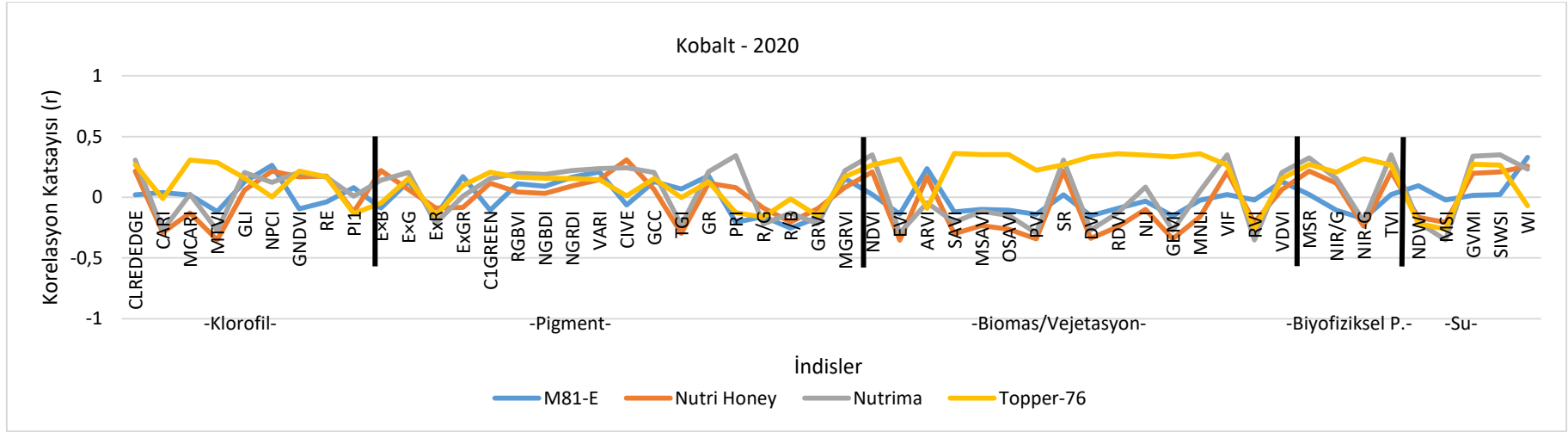


Şekil 4.46. 2021 yılı nikel ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.

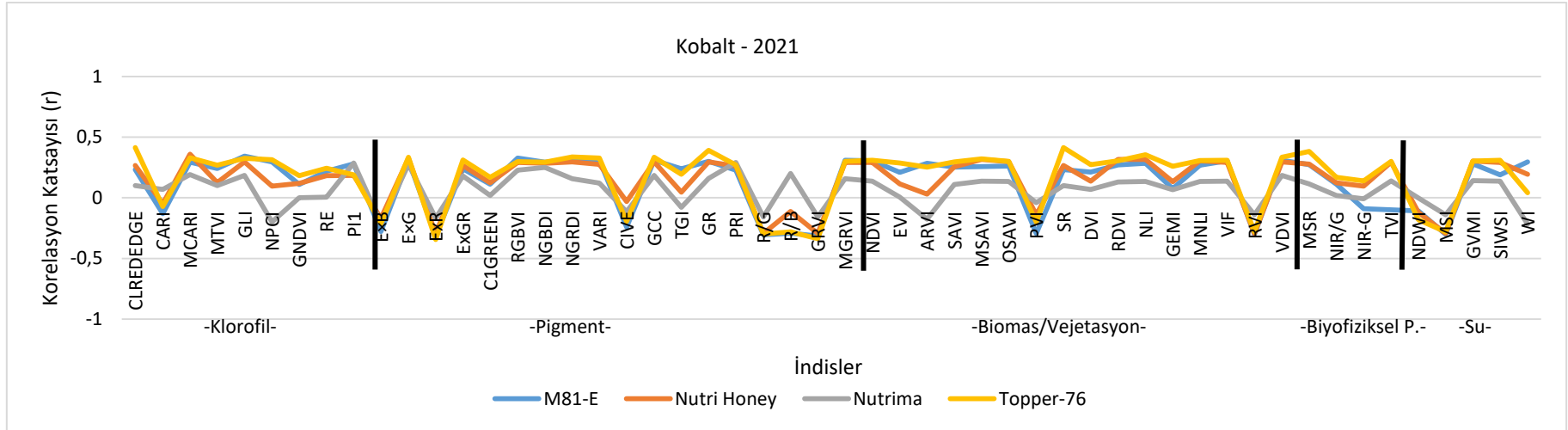
Kobalt Oranı: 2020 ve 2021 yıllarına ait kobalt değerleri ile indisler arasındaki korelasyon katsayıları Şekil 4.47 ve 4.48'de verilmiştir. Genel olarak, yapılan değerlendirmeler sonucunda çalışmada ele alınan kobalt ile incelenen indisler arasındaki korelasyonların $0,5 \leq r \leq 1$ ve $-0,5 \geq r \geq -1$ aralıkları içerisinde olmadığı belirlenmiştir. Kobalt analizleri için tür ve çeşit ayrımının istenilen seviyede her iki yıl için de yapılamadığı görülmektedir.

Krom Oranı: 2020 ve 2021 yıllarına ait krom değerleri ile indisler arasındaki korelasyon katsayıları Şekil 4.49 ve 4.50'de verilmiştir. Genel olarak, yapılan değerlendirmeler sonucunda çalışmada ele alınan krom ile incelenen indisler arasındaki korelasyonların $0,5 \leq r \leq 1$ ve $-0,5 \geq r \geq -1$ aralıkları içerisinde olmadığı belirlenmiştir. 2021'de M81-E ile biyomas/vejetasyon indislerinden RVI indisi arasında -0,506 ve 2020'de ise Nutri Honey ile biyomas/vejetasyon indislerinden EVI arasında -0,590 değerinde bir korelasyon elde edilmiştir. Genel olarak, krom analizleri için tür ve çeşit ayrımının istenilen seviyede her iki yıl için de yapılamadığı görülmektedir.

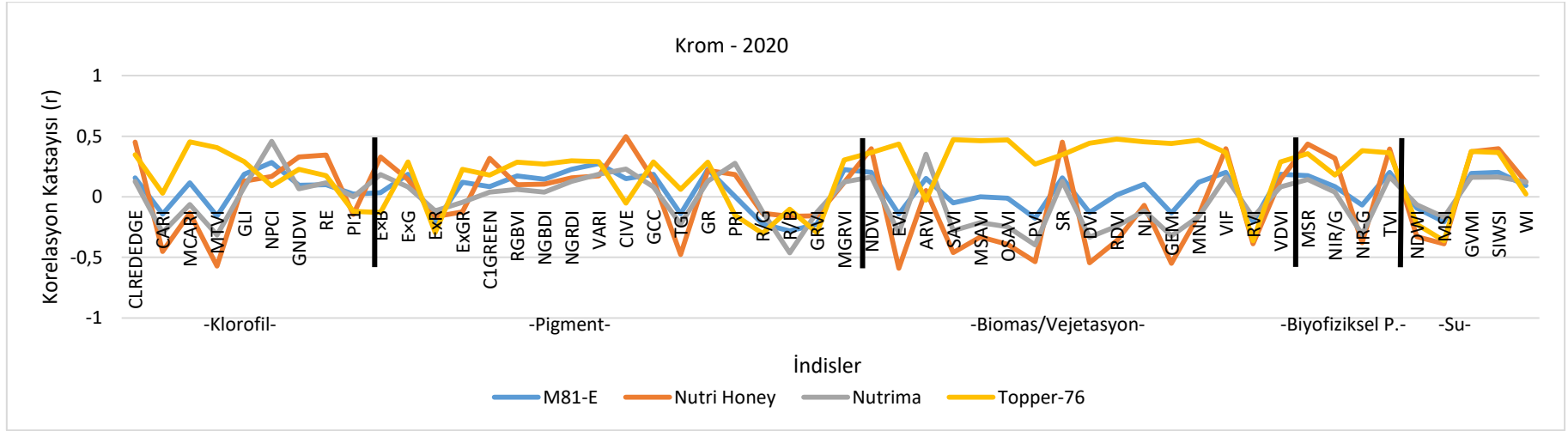
Kurşun Oranı: 2020 ve 2021 yıllarına ait kurşun değerleri ile indisler arasındaki korelasyon katsayıları Şekil 4.51 ve 4.52'de verilmiştir. Genel olarak, yapılan değerlendirmeler sonucunda çalışmada ele alınan kurşun ile incelenen indisler arasındaki korelasyonların $0,5 \leq r \leq 1$ ve $-0,5 \geq r \geq -1$ aralıkları içerisinde olmadığı belirlenmiştir. Kurşun analizleri için tür ve çeşit ayrımının istenilen seviyede her iki yıl için de yapılamadığı görülmektedir.



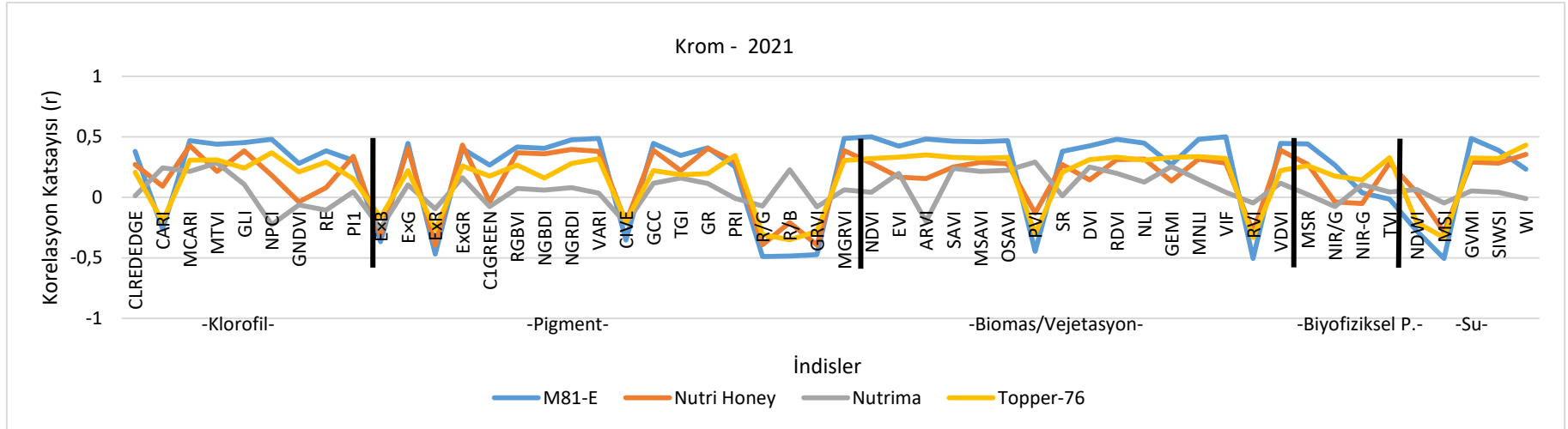
Şekil 4.47. 2020 yılı kobalt ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



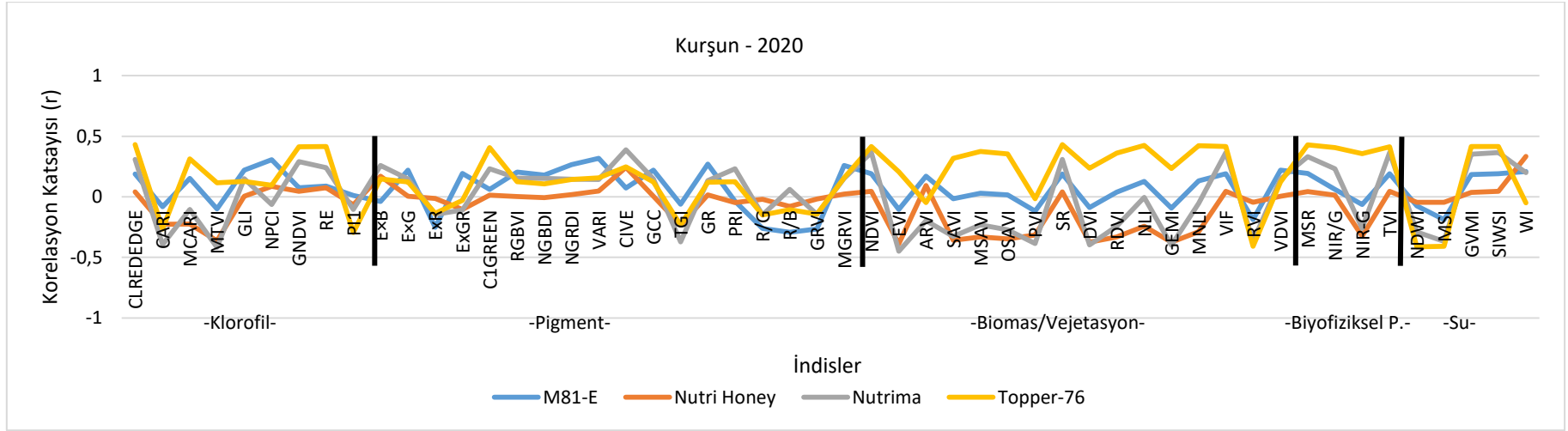
Şekil 4.48. 2021 yılı kobalt ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



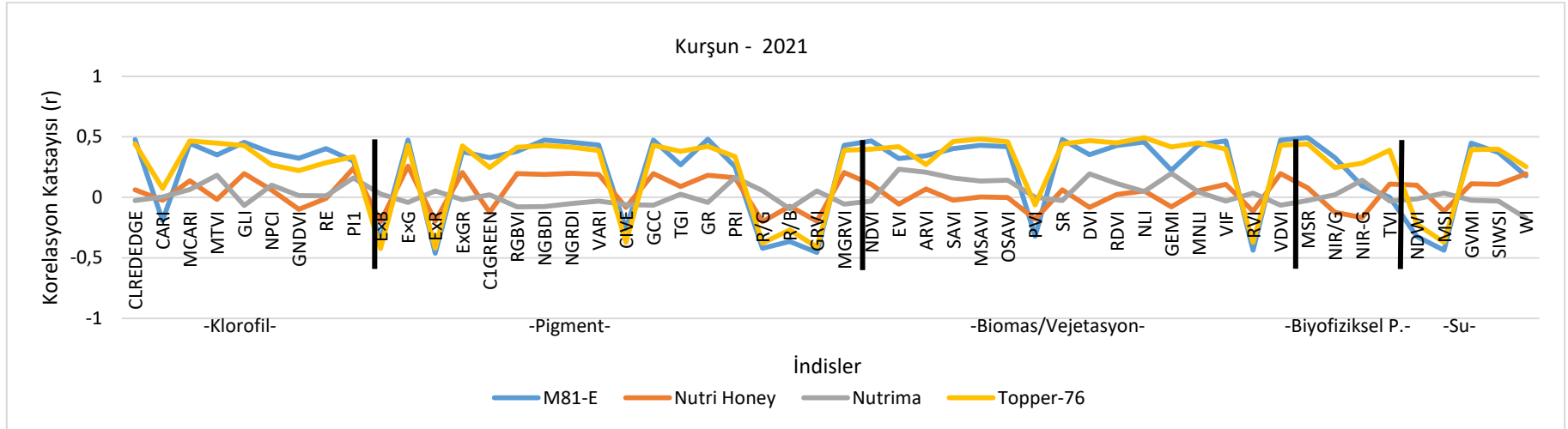
Şekil 4.49. 2020 yılı krom ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



Şekil 4.50. 2021 yılı krom ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.



Şekil 4.51. 2020 yılı kurşun ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.

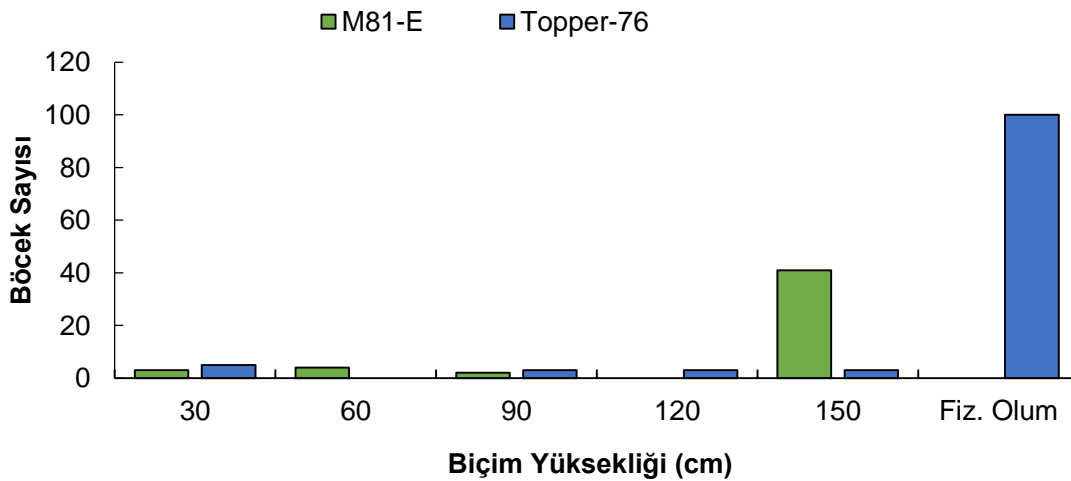


Şekil 4.52. 2021 yılı kurşun ile indisler arasındaki korelasyon dağılımı.

4.3 Böcek Gözlemleri

4.3.1 2020 Yılı Böcek Sayısı

Şeker sorgum (ŞS): Şeker sorgumun M81-E ve Topper-76 çeşitlerinde 2020 yılında Haziran-Ekim boyunca bitkilerin farklı biçim yüksekliklerine göre zararlı böcekler sayılarak tespit edilmiştir. Haziranda 10 gün aralıkla 3 kez zararlı böceklerin popülasyonları incelenmiştir. Böcekler bu ayda hem nimf hem de ergin dönemde oldukları gözlenmiştir. Farklı yüksekliklerde biçilen ŞS'de en fazla zararlı böcek (100 adet) Topper-76 çeşidinin fizyolojik olum parselinde tespit edilmiştir (Şekil 4.53). Bunlar 1 adet sorgum sürgün sineğinin (*Atherigona soccata*) ergini, 7 adet cüce ağustos böceğinin (*Cicadella viridis*) ergini ve 92 adet yeşil yaprak bitinin (*Aphis spp.*) hem nimf hem de ergin dönemleri olmuştur. En az zararlı böcek ise 2 adet ile M81-E çeşidinin 90 cm yükseklikte biçilen parsellerinde müşahade edilmiştir. Bunun 1 adedini sorgum sürgün sineğinin (*Atherigona soccata*) ergin dönemi, 1 adedini ise kırmızı asker böceğinin (*Rhagonycha fulva*) ergin dönemi oluşturmuştur. Ayrıca Topper-76 çeşidinin 60 cm'lik, M81-E çeşidinin 120 cm ve fizyolojik olumda biçilen parsellerinde herhangi bir zararlı böceğe rastlanılmamıştır. Bunun dışında, Topper-76 çeşidinin 90 cm, 120 cm ve 150 cm'den biçilen parsellerinde eşit sayıda (3'er adet) zararlı böceğin varlığı tespit edilmiştir. M81-E çeşidinde ise böyle bir duruma şahit olunmamıştır (Tablo 4.114). Haziran ayı boyunca ŞS'nin M81-E çeşidinde 50 adet ve Topper-76'da 114 adet böcek sayılarak toplam 164 adet zararlı böcek kayıt altına alınmıştır. ŞS'nin her iki çeşidinde de Haziran ayında en önemli zararlı böcekler yeşil yaprak biti (*Aphis spp.*), siyah yaprak biti (*Aphis fabae*) ve cüce ağustos böceği (*Cicadella viridis*) olmuştur.



Şekil 4.53. ŞS'da 2020 yılı haziran ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böceklerin sayısı.

Tablo 4.114. 2020 yılının Haziran ayında ŞS çeşitlerindeki böcek yoğunluğu (adet)

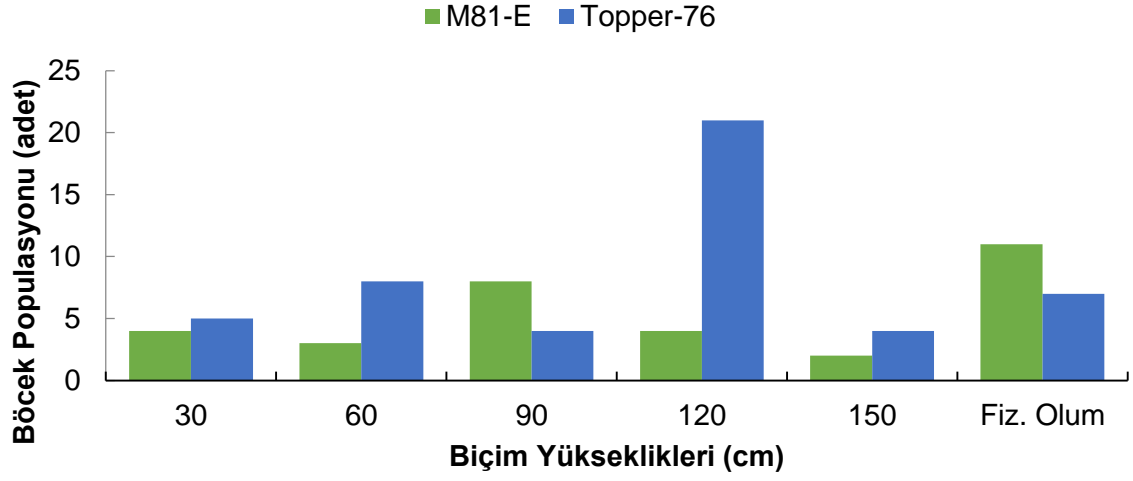
Biçim Yük. (cm)	Çeşitler	Türkçe ismi	Bilimsel ismi	Sayısı	Dönemi
30	M81-E	Lahana kelebeği	<i>Pieris rapae</i>	1	E
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	1	E
		Cüce ağustos böceği	<i>Cicadella viridis</i>	1	E
	Topper-76	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	4	E
		Kırmızı asker böceği	<i>Rhagozycha fulva</i>	1	E
60	M81-E	Kırmızı asker böceği	<i>Rhagozycha fulva</i>	3	E
		Lahana yaprak güvesi	<i>Plutella xylostella</i>	1	E
	Topper-76	Böcek bulunmamıştır.	-	-	-
90	M81-E	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	E
		Kırmızı asker böceği	<i>Rhagozycha fulva</i>	1	E
	Topper-76	Yeşil kapsid böceği	<i>Lygocoris pabulinus</i>	1	E
		Cüce ağustos böceği	<i>Cicadella viridis</i>	1	E
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	E
120	M81-E	Böcek bulunmamıştır.	-	-	-
	Topper-76	Cüce ağustos böceği	<i>Cicadella viridis</i>	1	E
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	E
		Teke böceği	<i>Cerambyx cerdo</i>	1	E
150	M81-E	Yeşil kapsid böceği	<i>Lygocoris pabulinus</i>	4	E
		Siyah yaprak biti	<i>Aphis fabae</i>	37	N
	Topper-76	Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	1	E
		Cüce ağustos böceği	<i>Cicadella viridis</i>	1	E
		Yeşil kapsid böceği	<i>Lygocoris pabulinus</i>	1	E
Fiz. olum	M81-E	Böcek bulunmamıştır.	-	-	-
	Topper-76	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	E
		Yeşil yaprak biti	<i>Aphis spp.</i>	92	N+E
		Cüce ağustos böceği	<i>Cicadella viridis</i>	7	E

E: Ergin, N: Nimf

Temmuz ayında 10 gün aralıkla 3 kez şeker sorgum çeşitlerinde (M81-E ve Topper-76) zararlı böceklerin yoğunluğu takip edilmiştir. Bu dönemde böceklerin larva, nimf ve ergin dönemlerine rastlanmıştır. En fazla zararlı böcek Topper-76 çeşidinin 120 cm yükseklikte biçilen parselinde 21 adet olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.54). Bunlardan lahana kelebeğinin (*Pieris rapae*) 1 adet larvası, siyah asker böceğinin (*Cantharis nigra*) 1 adet ergini, sorgum sürgün sineği (*Atherigona soccata*) ve kırmızı asker böceğinin (*Rhagozycha fulva*) 2'şer adet ergini, çayır çekirgesinin (*Orchelimum vulgare*) 2 adet nimf dönemi, pis kokulu yeşil böcek (*Nezara viridula*) ve tohum sineğinin (*Delia platura*) 3'er adet ergini ile yaprak piresinin (*Empoasca decipiens*) 7 adet ergini bulunmuştur. En az zararlı böcek 2 adet olmak üzere M81-E çeşidinin 150 cm'den biçilen parselinde görülmüştür. Bunlar 1 adet lahana yaprak güvesinin (*Plutella xylostella*) ergini ve 1 adet de kırmızı asker böceğinin (*Rhagozycha fulva*) ergin dönemi olmuştur. Ayrıca, Topper-76 çeşidinin 90 cm ve 150 cm, M81-E çeşidinin 30 cm ve 120 cm yükseklikte biçilen parsellerinde 4'er adet zararlı böcek belirlenmiştir (Tablo 4.115).

Temmuz (2020) ayı boyunca şeker sorgumun M81-E çeşidinde 32 adet ve Topper-76 çeşidinde de 49 adet zararlı böcek olmak üzere toplam 81 adet böcek kayıt altına alınmıştır. Şeker sorgumun en önemli zararlı böcekleri tohum sineği (*Delia platura*) (Şekil 4.55), kırmızı

asker böceği (*Rhagonycha fulva*) ve yaprak piresinin (*Empoasca decipiens*) ergin dönemleri oduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.54. ŞS'da 2020 yılın temmuz ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böceklerin populasyonu.



Şekil 4.55. Tohum sineğinin ergini.

Tablo 4.115. 2020 yılının Temmuz ayında şeker sorgumun çeşitlerindeki böcek yoğunluğu (adet)

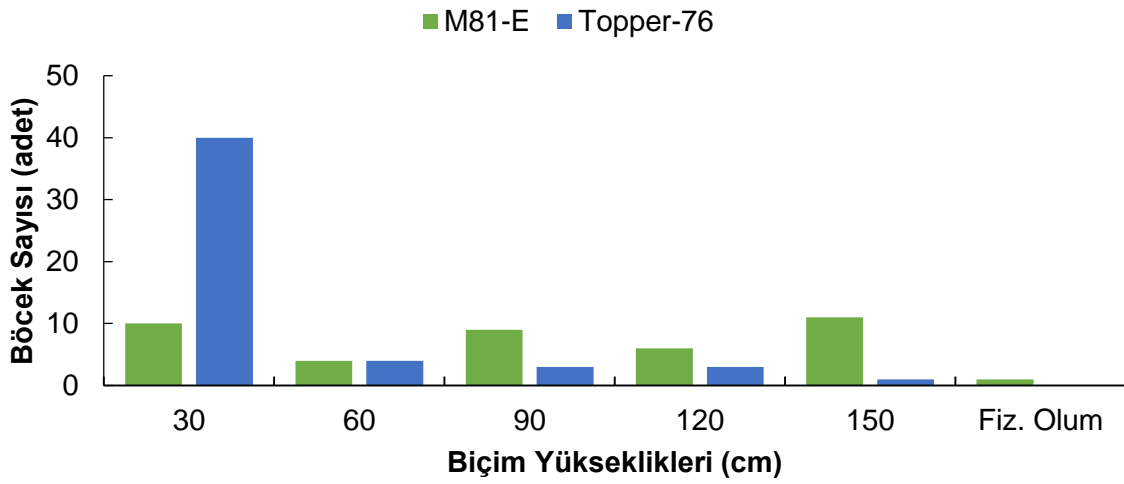
Biçim Yük. (cm)	Çeşit	Türkçe isim	Bilimsel isim	Sayı	Dönem
30	M81-E	Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	3	E
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	E
	Topper-76	Pis kokulu yeşil böcek	<i>Nezara viridula</i>	1	E
		Kırmızı asker böceği	<i>Rhagozycha fulva</i>	2	E
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	E
Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	1	E		
60	M81-E	Kırmızı asker böceği	<i>Rhagozycha fulva</i>	2	E
		Dip kurdu	<i>Capnodis tenebrionis</i>	1	E
	Topper-76	Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	N
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	2	E
		Lahana kelebeği	<i>Pieris rapae</i>	2	E
Kırmızı asker böceği	<i>Rhagozycha fulva</i>	3	E		
90	M81-E	Lahana yaprak güvesi	<i>Plutella xylostella</i>	2	E
		Pis kokulu yeşil böcek	<i>Nezara viridula</i>	3	N
		Pis kokulu yeşil böcek	<i>Nezara viridula</i>	1	E
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	2	E
	Topper-76	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	E
Pis kokulu yeşil böcek		<i>Nezara viridula</i>	1	E	
Tohum sineği		<i>Delia platura</i>	1	E	
Kırmızı asker böceği		<i>Rhagozycha fulva</i>	1	E	
120	M81-E	Kırmızı asker böceği	<i>Rhagozycha fulva</i>	1	E
		Lahana kelebeği	<i>Pieris rapae</i>	1	E
		Pis kokulu yeşil böcek	<i>Nezara viridula</i>	1	N
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	1	E
	Topper-76	Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	2	N
		Pis kokulu yeşil böcek	<i>Nezara viridula</i>	3	E
		Kırmızı asker böceği	<i>Rhagozycha fulva</i>	2	E
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	3	E
		Lahana kelebeği	<i>Pieris rapae</i>	1	L
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	2	E
Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	7	E		
Siyah asker böceği	<i>Cantharis nigra</i>	1	E		
150	M81-E	Lahana yaprak güvesi	<i>Plutella xylostella</i>	1	E
		Kırmızı asker böceği	<i>Rhagozycha fulva</i>	1	E
	Topper-76	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	3	E
Tohum sineği		<i>Delia platura</i>	1	E	
Fizyolojik olum	M81-E	Kırmızı asker böceği	<i>Rhagozycha fulva</i>	7	E
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	3	E
	Topper-76	Lahana kelebeği	<i>Pieris rapae</i>	1	E
Topper-76	Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	7	E	

E: Ergin, N: Nimf, L: Larva

Şeker sorgum parsellerinde Ağustos ayında 10 gün arayla 3 kere zararlı böceklerin popülasyonu takip edilmiştir. İnceleme sırasında böceklerin larva, nimf ve ergin dönemleri olmak üzere 3 farklı biyolojik dönemine rastlanmıştır. En fazla zararlı böcekler Topper-76 çeşidinin 30 cm'de biçilen parselinde 40 adet olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.56). Bunları 1 adet yeşil kapsid böceğinin (*Lygocoris pabulinus*) ergini, 2 adet çayır çekirgesinin (*Orchelimum vulgare*) nimf dönemi, 2 adet sorgum sineğinin (*Contarinia sorghicola*) ergini ve 35 adet yaprak

piresinin (*Empoasca decipiens*) ergini oluşturmuştur. En az zararlı böcek ise M81-E çeşidinin fizyolojik olum ve Topper-76 çeşidinin 150 cm’de biçilen parsellerinde sırasıyla 1’er adet sorgum sap kurdunun (*Chilo partellus*) larvası ve sorgum sineğinin ergini olmuştur. Bunun dışında, Topper-76’nın 90 cm ve 120 cm yükseklikte biçilen parsellerinde 3’er adet zararlı böcek bulunmuş, fizyolojik olumda biçilen parselinde ise herhangi zararlı böceğe rastlanmamıştır (Tablo 4.116).

Ağustos ayı boyunca ŞS’nin M81-E çeşidinde 41 adet ve Topper-76 çeşidinde de 51 adet olmak üzere toplam 92 zararlı böcek mevcut olmuştur. Her iki çeşitte de en önemli zararlı böceklerin yaprak piresi (*Empoasca decipiens*) ve çayır çekirgesinin (*Orchelimum vulgare*) (Şekil 4.57) ergin dönemlerinin olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.56. ŞS’da 2020 yıl ağustos ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böceklerin sayısı.



Şekil 4.57. Çayır çekirgesinin ergini (sol) ve nimfi (sağ).

Tablo 4.116. 2020 yılının ağustos ayında şeker sorgumun (ŞS) farklı çeşitlerinde böcek popülasyonunun yoğunluğu (adet)

Biçim Yük. (cm)	Çeşit	Türkçe isim	Bilimsel isim	Sayı	Dönem
30	M81-E	Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	E
		Yeşil kapsid böceği	<i>Lygocoris pabulinus</i>	1	E
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	5	E
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	1	E
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	2	E
	Topper-76	Yeşil kapsid böceği	<i>Lygocoris pabulinus</i>	1	E
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	35	E
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	2	N
60	M81-E	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	E
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	E
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	2	E
	Topper-76	Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	1	E
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	N
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	2	E
90	M81-E	Yeşil kapsid böceği	<i>Lygocoris pabulinus</i>	1	E
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	2	E
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	N
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	E
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	2	E
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	1	E
		Koni başlı çekirge	<i>Acrida ungarica</i>	1	E
	Topper-76	Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	2	E
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	E
		120	M81-E	Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>
Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>			3	E
Madrap çekirgesi	<i>Locusta migratoria</i>			1	E
Topper-76	Sorgum sürgün sineği		<i>Atherigona soccata</i>	3	E
150	M81-E	Pis kokulu yeşil böcek	<i>Nezara viridula</i>	1	E
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	7	E
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	N
		Lahana kokulu böceği	<i>Eurydema ornatum</i>	1	E
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	E
	Topper-76	Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	1	E
Fizyolojik olum	M81-E	Sorgum sap kurdu	<i>Chilo partellus</i>	1	L
	Topper-76	Böcek bulunmamıştır.	-	-	-

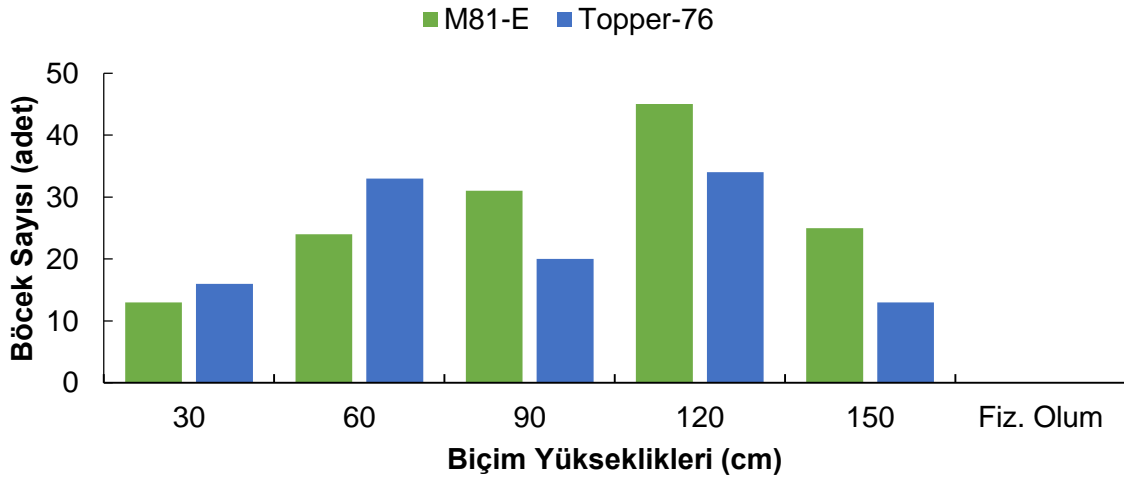
E: Ergin, N: Nimf, L: Larva

Eylül ayında ŞS'nin M81-E ve Topper-76 çeşitlerinde zararlı böcekler her 10 günde bir toplam 3 kez 7 farklı noktada rastgele olarak sayılmıştır. Sayımda böceklerin larva, nimf ve ergin dönemlerine rastlanmış, fakat pupa dönemi görülmemiştir.

Yapılan sayımlarda en fazla zararlı böcek 45 birey ile M81-E çeşidinin 120 cm'den biçilen parsellerinde sayılmıştır (Şekil 4.58). Bunların 1'er adedini çayır çekirgesi (*Orchelimum vulgare*) ve kahverengi kapsid böceğinin (*Lygus rugulipennis*) ergin dönemleri oluştururken, sorgum sürgün sineğinin (*Atherigona soccata*) 2 adet ergin dönemi de görülmüştür. Ayrıca yaprak piresinin (*Empoasca decipiens*) 21 adet ergini ile birlikte sorgum sürgün sineğinin (*Atherigona soccata*) 20 larvası da aynı dönemde kayıt altına alınmıştır. En az zararlı böcek

13'er birey ile M81-E çeşidinin 30 cm ve Topper-76 çeşidinin 150 cm'den biçilen parsellerinde gözlemlenmiştir. Bunlardan 1'er adet yeşil kapsid böceği (*Lygocoris pabulinus*) ve kahverengi kapsid böceğinin (*Lygus rugulipennis*) erginleri olurken, 2'şer adet *Atherigona soccata* (larva dönemi) ve fas çekirgesinin (*Doclostaurus maroccanus*) ergin dönemi olmuştur. Ayrıca yaprak piresinin (*Empoasca decipiens*) 7 adet ergini de gözlenmiştir. Bunun dışında, M81-E çeşidinin 30 cm ile Topper-76 çeşidinin 150 cm'de biçilen parsellerinde eşit sayıda zararlı böcek tespit edilerek parseller arasında sayısal olarak herhangi bir farklılık göstermediği, ancak böcek türü bakımında farklılık olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra hem M81-E hem de Topper-76 çeşitlerinin fizyolojik olumda biçilen parsellerinde eylül ayı boyunca zararlı böceğe rastlanmamıştır (Tablo 4.117).

Eylül ayı boyunca M81-E çeşidinde 138 adet, Topper-76 çeşidinde de 116 adet olmak üzere toplam 254 adet zararlı böcek bireyi kayıt altına alınmıştır. Her iki çeşitte de en önemli zararlı böceklerin sorgum sürgün sineğinin (*Atherigona soccata*) larvası ve yaprak piresinin (*Empoasca decipiens*) ergini oldukları görülmüştür.



Şekil 4.58. ŞS'da 2020 yılın eylül ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böcek sayıları.

Tablo 4.117. 2020 yılının Eylül ayında şeker sorgumun (ŞS) farklı çeşitlerinde böcek popülasyonunun yoğunluğu (adet)

Biçim Yük.	Çeşit	Türkçe isim	Bilimsel isim	Sayı	Dönem
30	M81-E	Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	7	E
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	2	E
		Yeşil kapsid böceği	<i>Lygocoris pabulinus</i>	1	E
		Kahverengi kapsid böceği	<i>Lygus rugulipennis</i>	1	E
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	2	L
	Topper-76	Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	2	E
	Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	1	E	
	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	E	
	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	12	L	
60	M81-E	Madrap çekirgesi	<i>Locusta migratoria</i>	1	E
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	1	E
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	14	E
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	1	N
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	2	E
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	4	L
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	E
	Topper-76	Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	3	E
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	3	E
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	N
		Cüce ağustos böceği	<i>Cicadella viridis</i>	2	E
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	3	E
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	E
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	6	L
Sorgum sap kurdu	<i>Chilo partellus</i>	1	E		
Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	13	E		
90	M81-E	Yeşil kapsid böceği	<i>Lygocoris pabulinus</i>	2	E
		Kahverengi kokarca böceği	<i>Halyomorpha halys</i>	1	E
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	E
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	2	N
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	11	E
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	5	E
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	9	L
	Topper-76	Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	1	E
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	2	E
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	E
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	16	L
120	M81-E	Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	21	E
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	E
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	2	E
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	20	L
		Kahverengi kapsid böceği	<i>Lygus rugulipennis</i>	1	E
	Topper-76	Yeşil kapsid böceği	<i>Lygocoris pabulinus</i>	3	E
		Pis kokulu yeşil böcek	<i>Nezara viridula</i>	1	E
		Sorgum sap kurdu	<i>Chilo partellus</i>	2	L
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	6	E
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	4	N
Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	1	E		
Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	17	L		

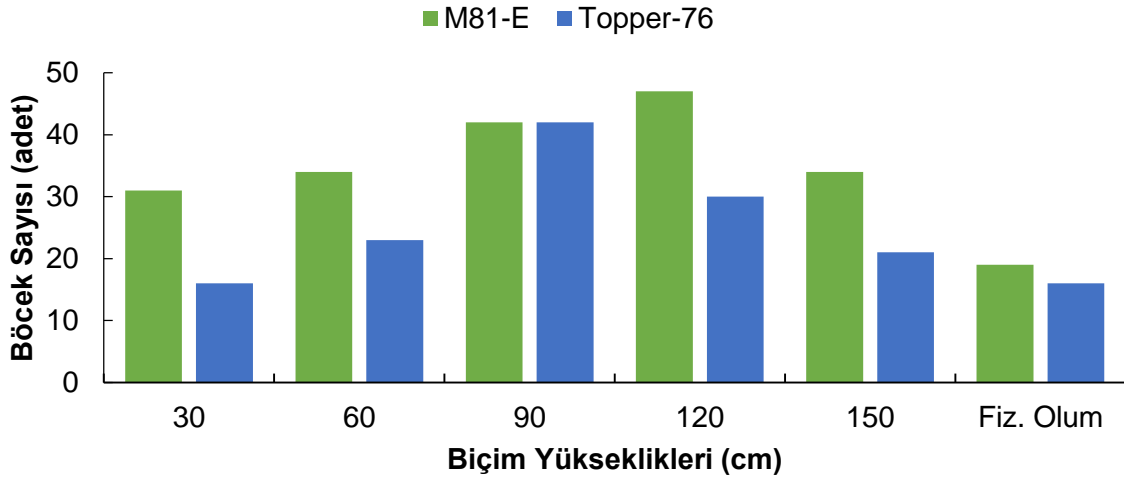
Tablo 4.117. 2020 yılının Eylül ayında şeker sorgumun (ŞS) farklı çeşitlerinde böcek popülasyonunun yoğunluğu (adet) (Devamı)

150	M81-E	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	22	L
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	E
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	E
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	1	E
	Topper-76	Pis kokulu yeşil böcek	<i>Nezara viridula</i>	1	E
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	1	E
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	7	E
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	4	L
Fiz. olum	M81-E	Böcek bulunmamıştır.	-	-	-
	Topper-76	Böcek bulunmamıştır.	-	-	-

E: Ergin, N: Nimf, L: Larva

Ekim ayında da zararlı böceklerin sayımı her 10 günde bir toplam 3 defa 7 farklı yerde rastgele olarak yapılmıştır. Sayım esnasında ŞS parsellerinde bulunan zararlı böceklerin farklı biyolojik dönemleri gözlemlenmiştir. Bu gözlemler sonucunda, en fazla zararlı böcek 47 birey olmak üzere M81-E çeşidinin 120 cm’de biçilen parselinde bulunmuştur (Şekil 4.59). Bunlardan 1’er adet sorgum sap kurdu (*Chilo partellus*), lahana kokulu böceği (*Eurydema ornatum*) ve pis kokulu yeşil böceğin (*Nezara viridula*) ergin dönemleri ile birlikte 2 adet sorgum sap kurdu (*Chilo partellus*) ve 9 adet sorgum sürgün sineğinin (*Atherigona soccata*) larva dönemleri olmuştur. Bunun dışında, 30 adet yaprak piresi (*Empoasca decipiens*) ve 3 adet sorgum sürgün sineğinin (*Atherigona soccata*) ergin dönemleri de kayıt altına alınmıştır. En az zararlı böcek sayısı 16’şar adet birey Topper-76 çeşidinin hem 30 cm yükseklikte hem de fizyolojik olumda biçilen parsellerinde rastlanmıştır. Bunu birer adet fas çekirgesi (*Dociostaurus maroccanus*) ve sorgum sürgün sineği (*Atherigona soccata*), 3 adet sorgum sineği (*Contarinia sorghicola*) ve 15 adet yaprak piresinin (*Empoasca decipiens*) ergin dönemleri oluştururken, 12 adet sorgum sürgün sineğinin (*Atherigona soccata*) larva dönemi izlemiştir. Bunun yanı sıra, M81-E çeşidinin 60 cm ve 150 cm ile Topper-76 çeşidinin ise 30 cm’likte ve fizyolojik olumda biçilen parsellerinde eşit sayıda zararlı böcek bulunmuştur (Tablo 4.118).

Ekim ayında M81-E çeşidinde 207 zararlı böcek sayılırken, Topper-76 çeşidinde bu rakam 148 olmuştur. Toplamda 355 adet zararlı böcek kayıt altına alınmıştır. Her iki çeşitte ekim ayında en önemli zararlı böceklerin yaprak piresinin (*Empoasca decipiens*) ergini ve sorgum sürgün sineğinin (*Atherigona soccata*) larva (Şekil 4.60) dönemi olmuştur.



Şekil 4.59. ŞS'da 2020 yılın ekim ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böceklerin sayısı.



Şekil 4.60. Sorgum sürgün sineğinin larvası (*Atherigona soccata*).

Tablo 4.118. 2020 yılının Ekim ayında ŞS çeşitlerinde böcek yoğunluğu (adet)

Biçim Yük. (cm)	Çeşit	Türkçe isim	Bilimsel isim	Sayı	Dönem
30	M81-E	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	2	E
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	21	L
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	2	E
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	5	E
		Yeşil kapsid böceği	<i>Lygocoris pabulinus</i>	1	E
	Topper-76	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	12	L
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	1	E
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	3	E
60	M81-E	Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	10	E
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	2	E
		Sorgum sap kurdu	<i>Chilo partellus</i>	1	E
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	21	L
	Topper-76	Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	2	E
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	4	E
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	7	E
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	L
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	9	E

Tablo 4.118. 2020 yılının Ekim ayında ŞS çeşitlerinde böcek yoğunluğu (adet) (Devamı)

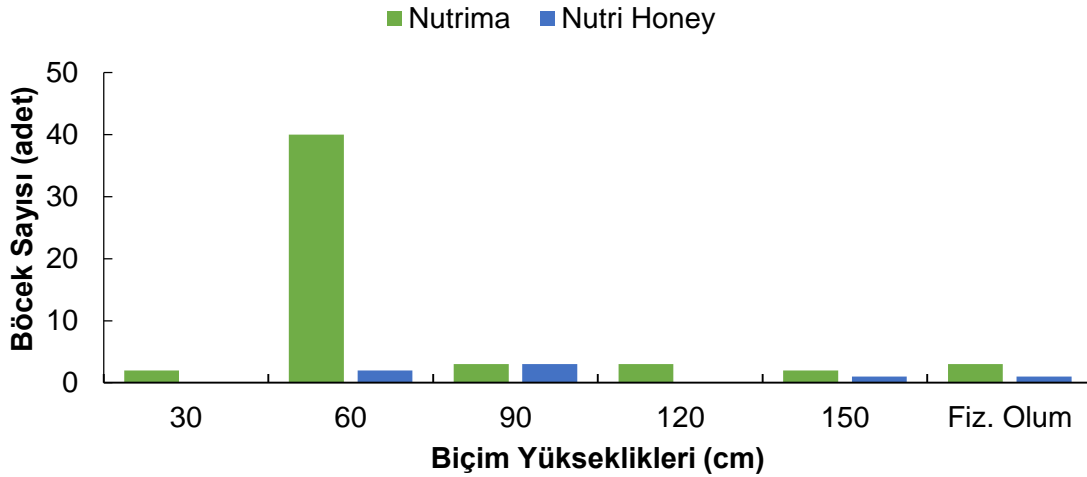
90	M81-E	Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	3	E		
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	2	E		
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	8	L		
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	25	E		
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	2	E		
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	N		
		Kahverengi kapsid böceği	<i>Lygus rugulipennis</i>	1	E		
	Topper-76	Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	4	E		
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	5	E		
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	7	L		
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	20	E		
		Pis kokulu yeşil böcek	<i>Nezara viridula</i>	1	N		
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	4	E		
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	1	E		
120	M81-E	Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	30	E		
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	3	E		
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	9	L		
		Sorgum sap kurdu	<i>Chilo partellus</i>	2	L		
		Sorgum sap kurdu	<i>Chilo partellus</i>	1	E		
		Pis kokulu yeşil böcek	<i>Nezara viridula</i>	1	E		
		Lahana kokulu böceği	<i>Eurydema ornatum</i>	1	E		
	Topper-76	Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	16	E		
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	4	E		
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	7	L		
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	2	E		
		Cüce ağustos böceği	<i>Cicadella viridis</i>	1	E		
		150	M81-E	Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	1	E
				Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	5	E
Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>			12	L		
Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>			15	E		
Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>			1	E		
Topper-76	Fas çekirgesi		<i>Dociostaurus maroccanus</i>	1	E		
	Çayır çekirgesi		<i>Orchelimum vulgare</i>	1	E		
Fizyolojik olum	M81-E	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	Ergin		
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	17	E		
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	E		
	Topper-76	Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	15	E		
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	E		

E: Ergin, N: Nimf, L: Larva

Sorgum sudan otu melezi (SSM): SSM'nin Nutrima ve Nutri Honey çeşitlerinde 2020 yılının Haziran-Ekim aylarında zararlı böceklerin popülasyonu takip edilip kayıt altına alınmıştır. Nutrima ve Nutri Honey parsellerinde haziran ayı boyunca 10 gün aralıkla 3 kez 7 farklı yerde rastgele olarak zararlı böcekler gözlemlenmiştir.

Haziran ayının sonunda elde edilen sonuçlara göre, en fazla zararlı böcek (40 adet) Nutrima çeşidinde 60 cm'de biçilen parselde kayıt edilirken, en az zararlı böcek (1 adet) ise Nutri Honey çeşidinde hem 150 cm'de hem de fizyolojik olumda biçilen parsellerde ortaya çıkmıştır (Şekil 4.61). Nutrima'nın 90 cm, 120 cm ve fizyolojik olumda hasat edilen parsellerinde üçer adet zararlı böcek tespit edilirken, aynı sayıda böcek Nutri Honey çeşidinin 90 cm'de biçilen parsellerinde rapor edilmiştir. Ayrıca Nutri Honey çeşidinin 30 cm ve 120 cm yükseklikte biçilen parsellerinde zararlı böceğe rastlanılmamıştır (Tablo 4.119).

Haziran ayı boyunca Nutrima çeşidinde 53 adet, Nutri Honey'de ise 7 adet ve toplamda 60 adet zararlı böcek bulunmuştur. SSM'nin her iki çeşidinde de en fazla bulunan zararlı böceklerin yeşil yaprak bitinin (*Aphis* spp.) nimf dönemi, tohum sineği (*Delia platura*) ile sorgum sürgün sineğinin (*Atherigona soccata*) erginlerinin olduğu görülmüştür.



Şekil 4.61. SSM'nde 2020 yılın Haziran ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böcek sayısı.

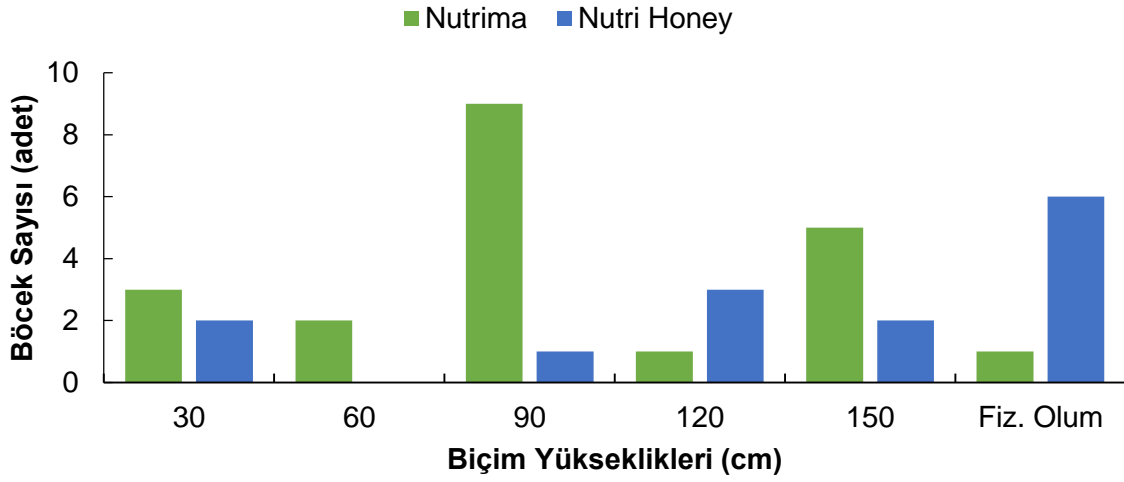
Tablo 4.119. 2020 yılının haziran ayında sorgum sudan otu melezinin (SSM) farklı çeşitlerinde böcek popülasyonunun yoğunluğu (adet)

Biçim Yük. (cm)	Çeşit	Türkçe isim	Bilimsel isim	Sayı	Dönem
30	Nutrima	Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	1	E
		Cüce ağustos böceği	<i>Cicadella viridis</i>	1	E
	Nutri Honey	Böcek bulunmamıştır.	-	-	-
60	Nutrima	Yeşil yaprak biti	<i>Aphis spp.</i>	35	N
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	3	E
		Yeşil kapsid böceği	<i>Lygocoris pabulinus</i>	2	E
	Nutri Honey	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	E
Tohum sineği		<i>Delia platura</i>	1	E	
90	Nutrima	Yeşil kapsid böceği	<i>Lygocoris pabulinus</i>	2	E
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	1	E
	Nutri Honey	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	2	E
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	1	E
120	Nutrima	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	3	E
	Nutri Honey	Böcek bulunmamıştır.	-	-	-
150	Nutrima	Cüce ağustos böceği	<i>Cicadella viridis</i>	1	E
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	1	E
	Nutri Honey	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	E
Fiz. olum	Nutrima	Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	2	E
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	E
	Nutri Honey	Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	1	E

E: Ergin, N: Nimf

Temmuz ayında SSM'nin Nutrima ve Nutri Honey çeşitlerinde 10 günde bir zararlı böcekler sayılmıştır. En fazla zararlı böcek 9 adet olmak üzere Nutrima çeşidinin 90 cm'de biçilen parsellerinde, en az zararlı böcek (biret adet) ise Nutri Honey çeşidinin 90 cm ve Nutrima çeşidinin 120 cm'de ve fizyolojik olumda biçilen parsellerinde görülmüştür (Şekil 4.62). Ancak Nutri Honey çeşidinin 60 cm'de biçilen parselinde zararlı böceğe rastlanmamıştır. Bunun yanı sıra, Nutri Honey'in 30 cm ve 150 cm'de biçilen parsellerinde ikişer adet zararlı böcek bulunmuştur (Tablo 4.120). Böylelikle, Nutri Honey çeşidinin 30 cm ve 150 cm yüksekliğinde biçilen parselleri ile Nutrima çeşidinin 60 cm yüksekliğinde biçilen parselleri arasında zararlı böcek popülasyonu açısından herhangi bir farklılığın bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

Temmuz ayı boyunca Nutrima çeşidinde 21 adet ve Nutri Honey çeşidinde ise 14 adet olmak üzere toplam 35 adet zararlı böceğin bulunduğu ortaya çıkmıştır. SSM'de en fazla rastlanan zararlı böcekler mısır yaprak bitinin (*Rhopalosiphum maidis*) nimf dönemi ve yaprak piresinin (*Empoasca decipiens*) ergin dönemi olmuştur.



Şekil 4.62. SSM'nde 2020 yılının Temmuz ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böcek sayıları.

Tablo 4.120. 2020 yılının temmuz ayında sorgum sudan otu melezinin (SSM) farklı çeşitlerinde böcek popülasyonunun yoğunluğu (adet)

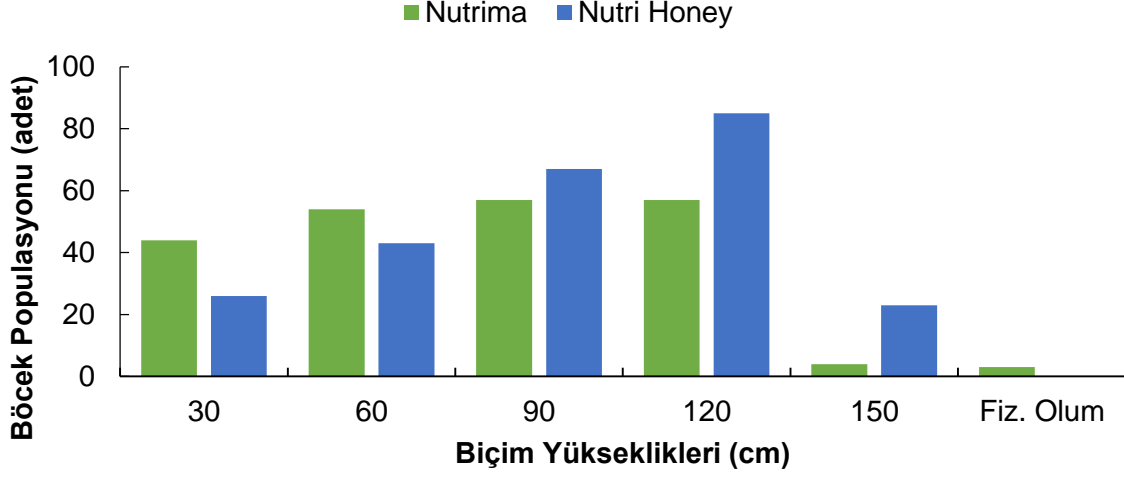
Biçim Yük. (cm)	Çeşitler	Türkçe isim	Bilimsel isim	Sayı	Dönem
30	Nutrima	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	E
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	1	E
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	E
30	Nutri Honey	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	E
		Kırmızı asker böceği	<i>Rhagonycha fulva</i>	1	E
60	Nutrima	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	E
		Pis kokulu yeşil böcek	<i>Nezara viridula</i>	1	N
60	Nutri Honey	Böcek bulunmamıştır.	-	-	-
90	Nutrima	Mısır yaprak biti	<i>Rhopalosiphum maidis</i>	8	N
		Pis kokulu yeşil böcek	<i>Nezara viridula</i>	1	E
90	Nutri Honey	Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	1	E
120	Nutrima	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	E
		Cüce ağustos böceği	<i>Cicadella viridis</i>	1	E
120	Nutri Honey	Kırmızı asker böceği	<i>Rhagonycha fulva</i>	2	E
150	Nutrima	Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	2	E
		Kırmızı asker böceği	<i>Rhagonycha fulva</i>	3	E
150	Nutri Honey	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	E
		Kırmızı asker böceği	<i>Rhagonycha fulva</i>	1	E
Fiz. olum	Nutrima	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	E
Fiz. olum	Nutri Honey	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	E
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	5	E

E: Ergin, N: Nimf

Ağustos ayında SSM çeşitlerinde 10 günde bir 3 kez, her defa 7 farklı yerde zararlı böcekler sayılmıştır. Bu sayımlara göre, en fazla zararlı böcek Nutri Honey çeşidinin 120 cm yükseklikte biçilen parsellerinde 85 adet olarak kaydedilmiştir. En az zararlı böcek sayısı ise 3 adet olmak üzere Nutrima çeşidinin fizyolojik olum parselinde elde edilmiştir (Şekil 4.63). Nutrima çeşidinin 90 cm ve 120 cm yüksekliklerde biçilen parsellerinde eşit sayıda (57'şer

adet) zararlı böceklerin var olduğu görülmüştür. Nutri Honey çeşidinin fizyolojik olumda hasat edilen parselinde ise zararlı böceğe rastlanmamıştır.

Ağustos ayı boyunca Nutrima parsellerinde 219 adet, Nutri Honey'de ise 244 adet olmak üzere ve toplam 463 adet zararlı böcek kaydedilmiştir. Bu ayda en yüksek sayıda zararlı böcek yaprak piresinin (*Empoasca decipiens*) ergin dönemi olmuştur (Tablo 4.121).



Şekil 4.63. SSM'nde 2020 yılının ağustos ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böceklerin popülasyonu.

Tablo 4.121. 2020 yılının ağustos ayında sorgum sudan otu melezinin (SSM) farklı çeşitlerinde böcek popülasyonunun yoğunluğu (adet)

Biçim Yük. (cm)	Çeşit	Türkçe isim	Bilimsel isim	Sayı	Dönem
30	Nutrima	Sorgum sap kurdu	<i>Chilo partellus</i>	1	E
		Fas çekirgesi	<i>Doclostaurus maroccanus</i>	1	E
		Fas çekirgesi	<i>Doclostaurus maroccanus</i>	11	N
		Kahverengi kokarca böceği	<i>Halyomorpha halys</i>	1	E
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	17	E
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	4	E
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	2	L
		Madrap çekirgesi	<i>Locusta migratoria</i>	1	E
		Yeşilçekirge	<i>Tettigonia viridissima</i>	1	N
		Cüce ağustos böceği	<i>Cicadella viridis</i>	2	E
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	3	E
		Nutri Honey	Fas çekirgesi	<i>Doclostaurus maroccanus</i>	9
	Fas çekirgesi		<i>Doclostaurus maroccanus</i>	3	N
	Sorgum sürgün sineği		<i>Atherigona soccata</i>	2	L
	Sorgum sürgün sineği		<i>Atherigona soccata</i>	1	E
	Çayır çekirgesi		<i>Orchelimum vulgare</i>	1	N
	Sorgum sineği		<i>Contarinia sorghicola</i>	2	E
	Yaprak piresi		<i>Empoasca decipiens</i>	7	E
	Sorgum sap kurdu		<i>Chilo partellus</i>	1	E

Tablo 4.121. 2020 yılının ağustos ayında sorgum sudan otu melezinin (SSM) farklı çeşitlerinde böcek popülasyonunun yoğunluğu (adet) (Devamı)

60	Nutrima	Yeşil kapsid böceği	<i>Lygocoris pabulinus</i>	2	E
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	N
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	26	E
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	1	E
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	E
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	18	E
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	2	N
		Cüce ağustos böceği	<i>Cicadella viridis</i>	1	E
		Madrap çekirgesi	<i>Locusta migratoria</i>	1	E
	Çayır köpük böceği	<i>Philaenus spumarius</i>	1	E	
	Nutri Honey	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	2	E
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	3	L
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	N
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	6	E
		Yeşil kapsid böceği	<i>Lygocoris pabulinus</i>	1	E
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	1	N
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	4	E
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	22	E
Sorgum sineği		<i>Contarinia sorghicola</i>	1	E	
Madrap çekirgesi	<i>Locusta migratoria</i>	2	E		
90	Nutrima	Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	15	N
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	3	E
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	3	E
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	15	E
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	7	E
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	1	E
		Pis kokulu yeşil böcek	<i>Nezara viridula</i>	1	E
		Afit aslanı	<i>Chrysoperla carnea</i>	1	E
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	7	L
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	3	E
	Lahana kelebeği	<i>Pieris rapae</i>	1	E	
	Nutri Honey	Madrap çekirgesi	<i>Locusta migratoria</i>	1	N
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	2	N
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	21	E
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	10	L
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	11	E
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	18	E
		Cüce ağustos böceği	<i>Cicadella viridis</i>	4	E

Tablo 4.121. 2020 yılının ağustos ayında sorgum sudan otu melezinin (SSM) farklı çeşitlerinde böcek popülasyonunun yoğunluğu (adet) (Devamı)

120	Nutrima	Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	2	E
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	5	N
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	2	E
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	7	L
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	3	E
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	9	E
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	27	E
		Cüce ağustos böceği	<i>Cicadella viridis</i>	2	E
	Nutri Honey	Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	37	E
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	3	E
		Sorgum sap kurdu	<i>Chilo partellus</i>	2	E
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	19	L
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	E
		Mirid avcı böceği	<i>Nesidiocoris tenuis</i>	1	E
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	6	E
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	N
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	3	E
		Cüce ağustos böceği	<i>Cicadella viridis</i>	9	E
		Yeşil kapsid böceği	<i>Lygocoris pabulinus</i>	1	E
Lahana kokulu böceği	<i>Eurydema ornatum</i>	1	E		
Madrap çekirgesi	<i>Locusta migratoria</i>	1	E		
150	Nutrima	Kahverengi kokarca böceği	<i>Halyomorpha halys</i>	1	E
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	E
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	E
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	1	E
	Nutri Honey	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	3	L
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	5	E
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	12	E
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	2	E
Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	1	N		
Fizyolojik olum	Nutrima	Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	E
		Sorgum sap kurdu	<i>Chilo partellus</i>	1	L
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	1	E
	Nutri Honey	Böcek bulunmamıştır.	-	-	-

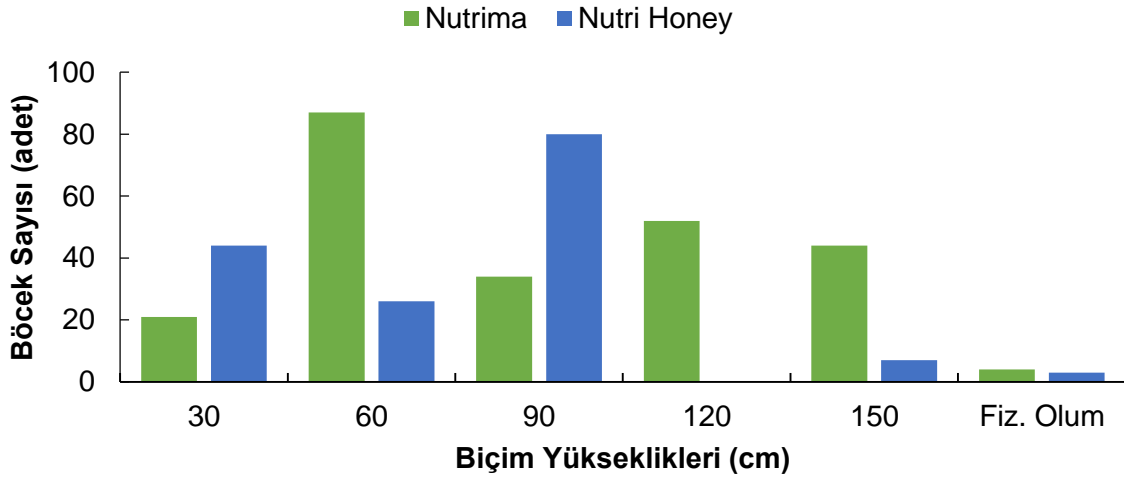
E: Ergin, N: Nimf, L: Larva

Araştırmanın ilk yılının Eylül ayında SSM çeşitlerinde zararlı böcek popülasyonu kontrol edilerek böcek sayımları yapılmıştır. Sayımlar ayda 3 kez, 10 gün aralıkla rastgele şekilde 7 farklı yerde gerçekleştirilmiştir. Eylül ayında Nutrima ve Nutri Honey parsellerinde zararlı böceklerin nimf, larva ve ergin dönemlerine rastlanılmış, ancak yumurta ve pupa dönemlerinde böceğe denk gelinmemiştir.

En fazla zararlı böcek 87 adet olmak üzere Nutrima çeşidinin 60 cm yükseklikten biçilen parselinde sayılmıştır. Bu 52 adet yaprak piresinin (*Empoasca decipiens*) ergini, 30 adet sorgum sürgün sineği (*Atherigona soccata*) larvası, 3 adet fas çekirgesi (*Dociostaurus maroccanus*) ergini ve 2 adet çayır çekirgesi (*Orchelimum vulgare*) ergininden meydana gelmiştir. En az zararlı böcek (3 adet) Nutri Honey çeşidinin fizyolojik olum parselinde gözlemlenmiştir (Şekil 4.64). Bunu 1 adet madrap çekirgesi (*Locusta migratoria*) ve 2 adet fas

çekirgesinin (*Dociostaurus maroccanus*) ergin dönemleri izlemiştir. Ayrıca, Nutrima'nın 150 cm ile Nutri Honey'in 30 cm yükseklikten biçilen parsellerinde 44'er adet zararlı böceğin bulunduğu tespit edilerek, parseller arasında sayısal olarak bir farklılık olmadığı, ancak tür bakımından değişim gösterdiğini görülmüştür. Ayrıca Nutri Honey çeşidinin 120 cm yükseklikte biçilen parsellerinde zararlı böceğe rastlanmamıştır (Tablo 4.122).

Eylül ayında Nutrima çeşidinde 242 zararlı böcek sayılırken, Nutri Honey'de 160 adet böcek belirlenmiştir. Böylelikle toplam 402 adet zararlı böcek kayıt altına alınmıştır. SSM'nin her iki çeşidinde Eylül ayında en önemli zararlı böcekler larva dönemindeki sorgum sürgün sineği (*Atherigona soccata*) olmuştur.



Şekil 4.64. SSM'nde 2020 yılı Eylül ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böcek sayıları.

Tablo 4.122. 2020 yılının eylül ayında sorgum sudan otu melezinin (SSM) farklı çeşitlerinde böcek popülasyonunun yoğunluğu (adet)

Biçim Yük. (cm)	Çeşit	Türkçe isim	Bilimsel isim	Sayı	Dönemi
30	Nutrima	Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	Nimf
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	13	Larva
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	Ergin
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	4	Ergin
		Madrap çekirgesi	<i>Locusta migratoria</i>	2	Ergin
	Nutri Honey	Sorgum sap kurdu	<i>Chilo partellus</i>	3	Ergin
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	5	Ergin
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	10	Larva
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	25	Ergin
		Cüce ağustos böceği	<i>Cicadella viridis</i>	1	Ergin
60	Nutrima	Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	3	Ergin
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	30	Larva
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	52	Ergin
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	2	Ergin
	Nutri Honey	Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	2	Ergin
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	15	Larva
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	2	Ergin
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	7	Ergin

Tablo 4.122. 2020 yılının eylül ayında sorgum sudan otu melezinin (SSM) farklı çeşitlerinde böcek popülasyonunun yoğunluğu (adet) (Devamı)

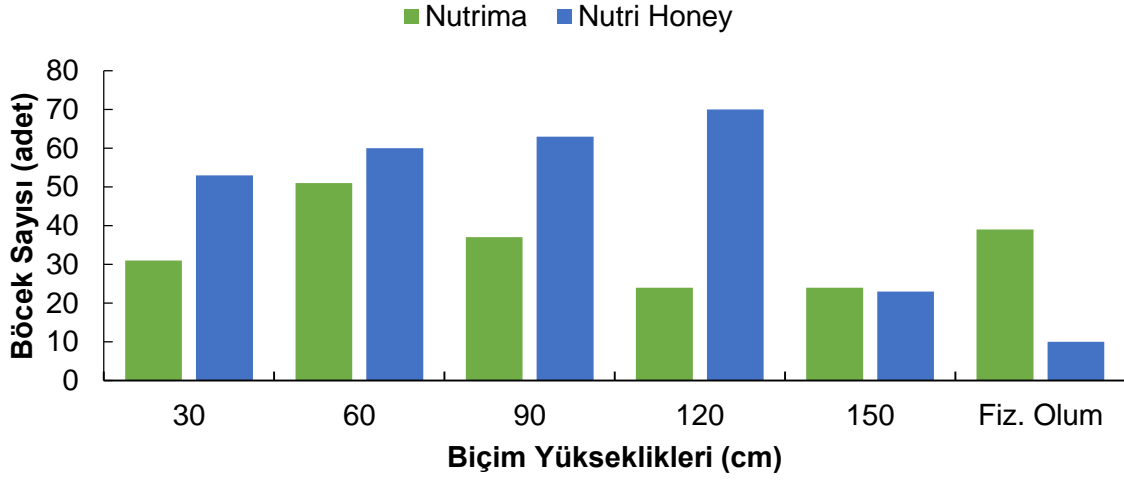
90	Nutrima	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	26	Larva
		Sorgum sap kurdu	<i>Chilo partellus</i>	2	Ergin
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	2	Nimf
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	4	Ergin
Nutri Honey	Nutri Honey	Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	5	Ergin
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	5	Ergin
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	68	Larva
		Madrap çekirgesi	<i>Locusta migratoria</i>	2	Ergin
120	Nutrima	Cüce ağustos böceği	<i>Cicadella viridis</i>	1	Ergin
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	27	Ergin
		Madrap çekirgesi	<i>Locusta migratoria</i>	1	Ergin
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	Nimf
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	22	Larva
Nutri Honey	Böcek bulunmamıştır.	-	-	-	
150	Nutrima	Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	4	Ergin
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	11	Ergin
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	1	Ergin
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	23	Larva
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	Ergin
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	2	Nimf
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	2	Ergin
Nutri Honey	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	7	Larva	
Fizyolojik olum	Nutrima	Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	Nimf
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	Ergin
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	2	Ergin
	Nutri Honey	Nutri Honey	Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	2
		Madrap çekirgesi	<i>Locusta migratoria</i>	1	Ergin

E: Ergin, N: Nimf, L: Larva

Projenin ilk yılı ekim ayında en yüksek zararlı böcek popülasyonu 70 adet olmak üzere SSM Nutri Honey çeşidinde 120 cm yükseklikten biçilen parsellerde, en az böcek (10 adet) ise Nutri Honey çeşidinde fizyolojik olumda biçilen parsellerde belirlenmiştir (Şekil 4.65). Zararlı böceklerin larva, nimf ve ergin dönemleri görülmüş, yumurta ve pupa dönemleri görülmemiştir.

Ekim ayı boyunca Nutrima çeşidinde toplam 206 adet zararlı böcek sayılmıştır. Bunlardan 31 adedi 30 cm yükseklikten, 51 adedi 60 cm yükseklikten, 37 adedi 90 cm yükseklikten, 24'er adedi 120 cm ve 150 cm yükseklikten ve 39 adedi de fizyolojik olumda biçilen parsellerdeki bitkilerde kaydedilmiştir. Nutri Honey çeşidine ait parsellerde 279 adet zararlı böcek kayıt altına alınmıştır. Bunlardan, 53'ü 30 cm yükseklikten biçilen, 60'ı 60 cm yükseklikten biçilen, 63'ü 90 cm yükseklikten biçilen, 70'i 120 cm yükseklikten biçilen, 23'ü 150 cm yükseklikten biçilen ve 10'u ise fizyolojik olumda biçilen bitkilerde bulunarak toplam 485 adet zararlı böcek kaydedilmiştir (Tablo 4.123).

Zararlı böcekler içerisinde en yüksek popülasyona yaprak piresinin (*Empoasca decipiens*) ergin dönemi sahip olurken, bunu sorgum sürgün sineğinin (*Atherigona soccata*) larvası ve ergini izlemiştir.



Şekil 4.65. SSM’nde 2020 yılı Ekim ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böcek sayıları.

Tablo 4.123. 2020 yılının Ekim ayında SSM çeşitlerinde böcek yoğunluğu (adet)

Biçim Yük. (cm)	Çeşitler	Türkçe isimleri	Bilimsel isimleri	Sayısı	Dönemi	
30	Nutrima	Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	11	E	
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	E	
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	16	L	
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	1	E	
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	2	E	
	Nutri Honey	Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	N	
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	20	E	
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	2	E	
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	22	E	
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	L	
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	4	E	
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	3	E	
	60	Nutrima	Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	3	E
			Cüce ağustos böceği	<i>Cicadella viridis</i>	2	E
Çayır çekirgesi			<i>Orchelimum vulgare</i>	1	E	
Sorgum sineği			<i>Contarinia sorghicola</i>	6	E	
Sorgum sürgün sineği			<i>Atherigona soccata</i>	3	E	
Sorgum sürgün sineği			<i>Atherigona soccata</i>	15	L	
Fas çekirgesi			<i>Dociostaurus maroccanus</i>	1	N	
Yaprak piresi			<i>Empoasca decipiens</i>	20	E	
Nutri Honey		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	30	E	
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	E	
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	16	L	
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	E	
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	2	E	
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	5	E	
Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	1	E			
Cüce ağustos böceği	<i>Cicadella viridis</i>	4	E			

Tablo 4.123. 2020 yılının Ekim ayında SSM çeşitlerinde böcek yoğunluğu (adet) (Devamı)

90	Nutrima	Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	20	E
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	2	E
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	5	E
		Sorgum sap kurdu	<i>Chilo partellus</i>	1	L
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	E
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	8	L
Nutri Honey	Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	47	E	
	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	3	E	
	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	12	L	
	Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	1	E	
120	Nutrima	Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	17	E
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	2	E
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	5	L
	Nutri Honey	Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	30	E
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	2	E
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	1	E
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	E
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	34	L
Sorgum sap kurdu	<i>Chilo partellus</i>	1	L		
Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	1	E		
150	Nutrima	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	E
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	20	E
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	1	E
		Sorgum sap kurdu	<i>Chilo partellus</i>	1	L
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	E
	Nutri Honey	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	2	Ergin
Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	20	Ergin		
Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	Ergin		
Fizyolojik olum	Nutrima	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	3	Ergin
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	30	Ergin
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	5	Ergin
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	1	Ergin
	Nutri Honey	Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	Ergin
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	3	Ergin
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	3	Ergin
		Sorgum sap kurdu	<i>Chilo partellus</i>	1	Larva
Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	Ergin		
Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	Larva		

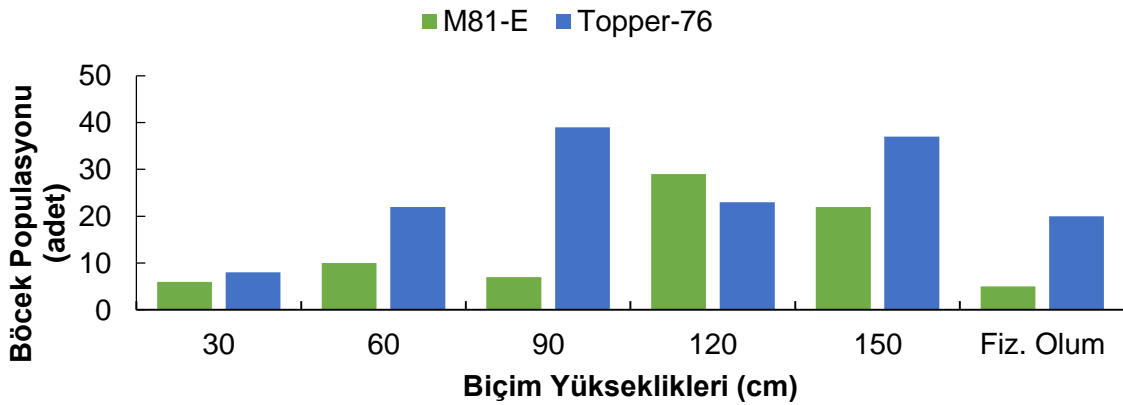
E: Ergin, N: Nimf, L: Larva

4.3.2 2021 Yılı Böcek Sayısı

Şeker sorgum (ŞS): Projenin ilk yılında (2020) olduğu gibi ikinci yılında da (2021) beş ay (Haziran-Ekim) boyunca ŞS M81-E ve Topper-76 çeşitlerinde zararlı böcek kontrolü yapılarak sayımları kayıt altına tutulmuştur. 2021 yılının haziran ayında ŞS M81-E ve Topper-76 çeşitlerinde zararlı böcek popülasyonu kontrol edilerek böcek sayımları yapılmıştır. Zararlı böcek sayımları her ay 10 gün aralıkla 3 kez 7 farklı yerde rastgele şekilde gerçekleştirilmiştir. Sayımları yapılırken bitki parsellerinde zararlı böceklerin, yumurta ile pupa dönemleri hariç, tüm biyolojik dönemlerine rastlanmıştır.

Şeker sorgum (ŞS) M81-E ve Topper-76 çeşitlerine ait elde edilen sonuçlara göre, en yüksek popülasyona sahip olan zararlı böcek 39 adet bireyle Topper-76 çeşidinin 90 cm yükseklikten biçilen bitkilerde sayılmıştır (Şekil 4.66). Bunu 1'er adet sorgum sineği (*Contarinia sorghicola*), tohum sineği (*Delia platura*), fas çekirgesi (*Dociostaurus maroccanus*) ergin dönemleri ve sorgum sap kurdunun (*Chilo partellus*) larvası kapsamıştır. Bunların yanı sıra, sorgum sürgün sineğinin (*Atherigona soccata*) 6 adet ergini ile birlikte 29 adet yaprak piresinin (*Empoasca decipiens*) de ergin dönemi kaydedilmiştir. En az zararlı böcek popülasyonu 5 adet bireyle M81-E çeşidinin fizyolojik olum parselinde yaprak piresinin (*Empoasca decipiens*) ergin döneminin olduğu saptanmıştır. Bunun dışında, M81-E ve Topper-76 çeşitlerinin sırasıyla 150 cm ve 60 cm yükseklikte biçilen bitkilerde eşit sayıda (22'er adet) zararlı böceklerin bulunduğu tespit edilerek parseller arasında sayısal olarak herhangi bir farklılık olmadığı, ancak tür bakımından farklılık gösterdiği bildirilmiştir (Tablo 4.124).

Haziran (2021) ay boyunca ŞS M81-E çeşidinde 79 adet zararlı böcek sayılırken, Topper-76 çeşidine ait parsellerde ise 149 adet zararlı böcek sayılarak toplam 228 adet zararlı böcek bireyi kayıt altına alınmıştır. ŞS'nin her iki çeşidinde Haziran (2021) ayında en önemli zararlı böcek yaprak piresinin (*Empoasca decipiens*) ergin döneminin olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.66. ŞS'da 2021 yılının haziran ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böceklerin popülasyonu.

Tablo 4.124. 2021 yılının Haziran ayında ŞS çeşitlerinde böcek yoğunluğu (adet)

Biçim Yük. (cm)	Çeşit	Türkçe isim	Bilimsel isim	Sayı	Dönem
30	M81-E	Cüce ağustos böceği	<i>Cicadella viridis</i>	1	Ergin
		Madrap çekirgesi	<i>Locusta migratoria</i>	2	Ergin
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	Nimf
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	1	Ergin
		Yeşilçekirge	<i>Tettigonia viridissima</i>	1	Nimf
	Topper-76	Lahana yaprak güvesi	<i>Plutella xylostella</i>	1	Ergin
		Sorgum sap kurdu	<i>Chilo partellus</i>	1	Ergin
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	3	Ergin
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	3	Ergin
	60	M81-E	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	5
Çayır çekirgesi			<i>Orchelimum vulgare</i>	1	Ergin
Çayır çekirgesi			<i>Orchelimum vulgare</i>	1	Nimf
Tohum sineği			<i>Delia platura</i>	1	Ergin
Fas çekirgesi			<i>Dociostaurus maroccanus</i>	2	Ergin
Topper-76		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	11	Ergin
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	7	Ergin
		Sorgum sap kurdu	<i>Chilo partellus</i>	1	Ergin
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	3	Ergin
		90	M81-E	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>
Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>			1	Nimf
Kahverengi kapsid böceği	<i>Lygus rugulipennis</i>			1	Ergin
Yaprak piresi (Sarı renkli)	<i>Empoasca decipiens</i>			1	Nimf
Lahana kokulu böceği	<i>Eurydema ornatum</i>			1	Ergin
Topper-76	Sorgum sineği		<i>Contarinia sorghicola</i>	1	Ergin
	Sorgum sürgün sineği		<i>Atherigona soccata</i>	6	Ergin
	Yaprak piresi		<i>Empoasca decipiens</i>	29	Ergin
	Tohum sineği		<i>Delia platura</i>	1	Ergin
	Fas çekirgesi		<i>Dociostaurus maroccanus</i>	1	Ergin
Sorgum sap kurdu	<i>Chilo partellus</i>	1	Larva		
120	M81-E	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	7	Ergin
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	14	Ergin
		Kahverengi kapsid böceği	<i>Lygus rugulipennis</i>	2	Ergin
		Madrap çekirgesi	<i>Locusta migratoria</i>	1	Ergin
		Yeşilçekirge	<i>Tettigonia viridissima</i>	1	Ergin
		Sorgum sap kurdu	<i>Chilo partellus</i>	1	Larva
		Lahana kelebeği	<i>Pieris rapae</i>	1	Ergin
		Kalkan böceği	<i>Carpocoris</i>	1	Ergin
		Kahverengi kokarca böceği	<i>purpureipennis</i>	1	Ergin
			<i>Halyomorpha halys</i>		
	Topper-76	Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	17	Ergin
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	3	Ergin
		Yeşilçekirge	<i>Tettigonia viridissima</i>	1	Nimf
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	1	Ergin
Madrap çekirgesi	<i>Locusta migratoria</i>	1	Ergin		

Tablo 4.124. 2021 yılının Haziran ayında ŞS çeşitlerinde böcek yoğunluğu (adet) (Devamı)

150	M81-E	Sorgum sap kurdu	<i>Chilo partellus</i>	3	Ergin
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	19	Ergin
	Topper-76	Yeşilçekirge	<i>Tettigonia viridissima</i>	1	Nimf
		Cüce ağustos böceği	<i>Cicadella viridis</i>	1	Ergin
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	Ergin
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	3	Ergin
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	25	Ergin
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	4	Ergin
		Madrap çekirgesi	<i>Locusta migratoria</i>	1	Ergin
Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	1	Ergin		
Fizyolojik olum	M81-E	Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	5	Ergin
	Topper-76	Sorgum sap kurdu	<i>Chilo partellus</i>	2	Larva
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	4	Ergin
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	10	Ergin
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	3	Ergin
Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	1	Ergin		

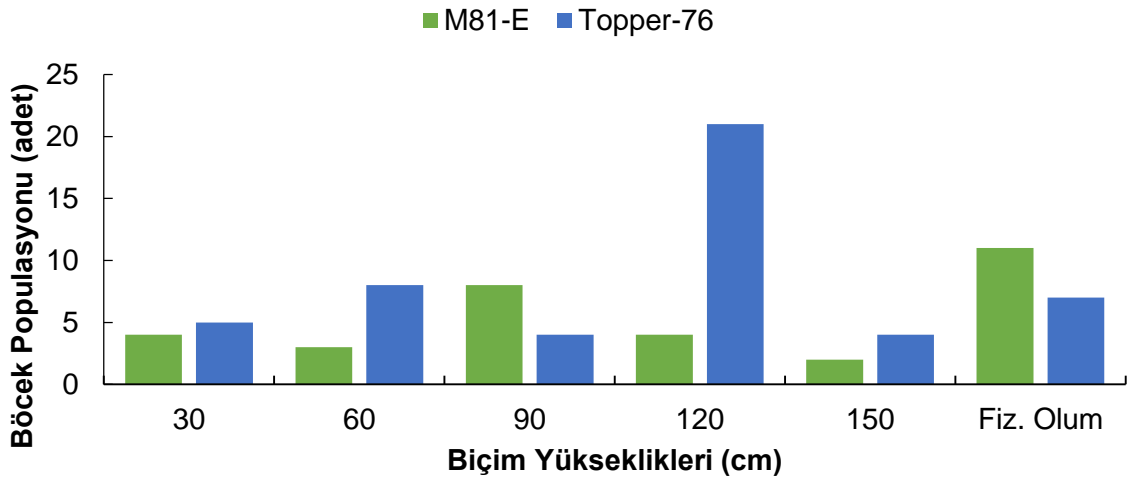
Zararlı böcek popülasyonunu tespit amacıyla 2021 yılın temmuz ayında ŞS M81-E ve Topper-76 çeşitlerine ait bitki parselleri kontrol edilmiştir (Şekil 4.67).

M81-E ve Topper-76 çeşitlerine ait sonuçlara göre, en fazla zararlı böcek 21 adet bireyle Topper-76 çeşidinin 120 cm yükseklikten biçilen parselinde bulunmuşken, bunu M81-E çeşidinin fizyolojik olumu (11 adet birey) ve aynı çeşidinin 90 cm (8 adet birey) yükseklikten biçilen bitki parsellerindeki zararlı böcekler izlemiştir. En az zararlı böcek ise 2 adet bireyle M81-E çeşidinin 150 cm yükseklikten biçilen bitki parsellerinde rastlanmıştır (Şekil 4.68). Bunu aynı çeşidin 60 cm yükseklikte biçilen bitki parselleri 3 adet birey olarak izlemiştir. Bunun dışında, M81-E çeşidinin 30 cm ile 120 cm ve Topper-76 çeşidinin 90 cm ile 150 cm yükseklikte biçilen bitki parsellerinde eşit sayıda zararlı böceklerin bulunduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 4.125).

Temmuz ayında ŞS M81-E çeşidinde 32 adet zararlı böcek belirlenirken, Topper-76 çeşidine ait bitki parsellerinde ise 49 adet zararlı böcek sayılarak toplam 81 adet zararlı böcek kayıt altına alınmıştır. Temmuz boyunca izlenen en önemli zararlı böcekler sırasıyla yaprak piresi (*Empoasca decipiens*), tohum sineği (*Delia platura*) ve kırmızı asker böceğinin (*Rhagonycha fulva*) ergin dönemleri olmuştur.



Şekil 4.67. Sorgum sürgün sineğinin (*Atherigona soccata*) sorgum yaprağına verdiği zararı.



Şekil 4.68. ŞS'da 2021 yılın temmuz ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böceklerin popülasyonu.

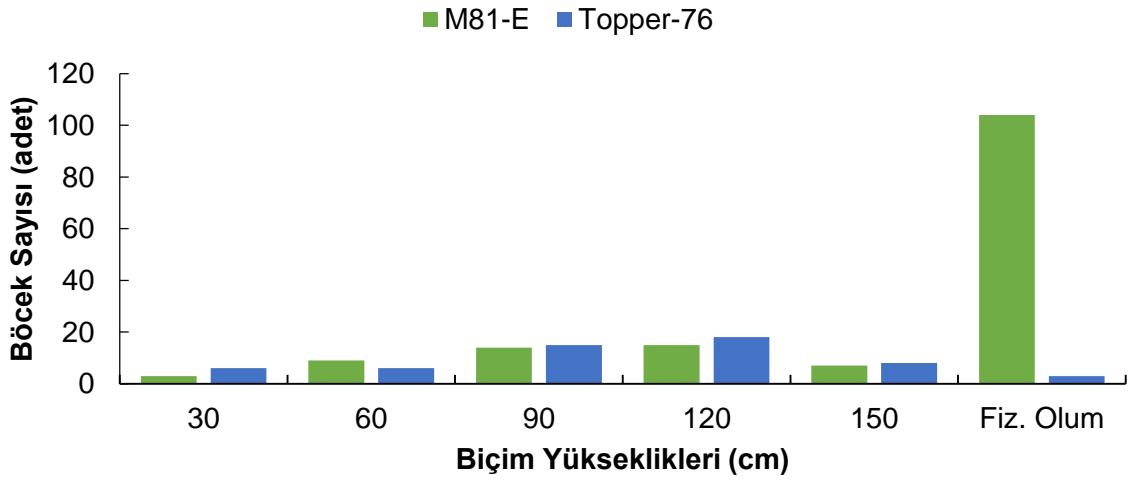
Tablo 4.125. 2021 yılının temmuz ayında şeker sorgumun (ŞS) farklı çeşitlerinde böcek popülasyonunun yoğunluğu (adet)

Biçim Yük. (cm)	Çeşit	Türkçe isim	Bilimsel isim	Sayı	Dönem
30	M81-E	Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	3	Ergin
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	Ergin
	Topper-76	Pis kokulu yeşil böcek	<i>Nezara viridula</i>	1	Ergin
		Kırmızı asker böceği	<i>Rhagonycha fulva</i>	2	Ergin
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	Ergin
Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	1	Ergin		
60	M81-E	Kırmızı asker böceği	<i>Rhagonycha fulva</i>	2	Ergin
		Dip kurdu	<i>Capnodis tenebrionis</i>	1	Ergin
	Topper-76	Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	Nimf
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	2	Ergin
		Lahana kelebeği	<i>Pieris rapae</i>	2	Ergin
Kırmızı asker böceği	<i>Rhagonycha fulva</i>	3	Ergin		
90	M81-E	Lahana yaprak güvesi	<i>Plutella xylostella</i>	2	Ergin
		Pis kokulu yeşil böcek	<i>Nezara viridula</i>	3	Nimf
		Pis kokulu yeşil böcek	<i>Nezara viridula</i>	1	Ergin
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	2	Ergin
	Topper-76	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	Ergin
Pis kokulu yeşil böcek		<i>Nezara viridula</i>	1	Ergin	
Tohum sineği		<i>Delia platura</i>	1	Ergin	
Kırmızı asker böceği		<i>Rhagonycha fulva</i>	1	Ergin	
120	M81-E	Kırmızı asker böceği	<i>Rhagonycha fulva</i>	1	Ergin
		Lahana kelebeği	<i>Pieris rapae</i>	1	Ergin
		Pis kokulu yeşil böcek	<i>Nezara viridula</i>	1	Nimf
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	1	Ergin
	Topper-76	Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	2	Nimf
		Pis kokulu yeşil böcek	<i>Nezara viridula</i>	3	Ergin
		Kırmızı asker böceği	<i>Rhagonycha fulva</i>	2	Ergin
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	3	Ergin
		Lahana kelebeği	<i>Pieris rapae</i>	1	Larva
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	2	Ergin
Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	7	Ergin		
Siyah asker böceği	<i>Cantharis nigra</i>	1	Ergin		
150	M81-E	Lahana yaprak güvesi	<i>Plutella xylostella</i>	1	Ergin
		Kırmızı asker böceği	<i>Rhagonycha fulva</i>	1	Ergin
	Topper-76	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	3	Ergin
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	1	Ergin
Fiz. olum	M81-E	Kırmızı asker böceği	<i>Rhagonycha fulva</i>	7	Ergin
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	3	Ergin
		Lahana kelebeği	<i>Pieris rapae</i>	1	Ergin
	Topper-76	Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	7	Ergin

Ağustos ayında ŞS çeşitlerinde en yüksek zararlı böcek popülasyonu (104 adet) M81-E çeşidinin fizyolojik olum parsellerinde kaydedilmiştir. Bu sayının içinde 37 ve 62 birey ile mısır yaprak bitinin (*Rhopalosiphum maidis*) ergin ve nimfleri oluşturmuştur. Ayrıca, sorgum sürgün sineğinin (*Atherigona soccata*) 5 adet ergin dönemi bu grupta yer almıştır. En az zararlı böcek (üçer adet) ise M81-E çeşidinin 30 cm yükseklikten biçilen ve Topper-76 çeşidinin fizyolojik olum parsellerinde gözlemlenmiştir (Şekil 4.69).

Bunun dışında, zararlı böcek popülasyonu bakımından Topper-76 çeşidinin 30 cm ve 60 cm yüksekliklerden biçilen parselleri arasında önemli bir fark görünmeyip, eşit sayıda (6'er adet) zararlı böceklerin bulunmuştur. Aynı şekilde, M81-E çeşidinin 120 cm ve Topper-76'nın 90 cm yüksekliklerden biçilen bitkilerde de zararlı böcek popülasyonu bakımında önemsiz olduğu sonuçlara varılmış, fakat eşit sayıda (15'er adet birey) zararlı böceklerin bulunduğu belirlenmiştir.

Ağustos ayında M81-E parsellerinde 152 adet, Topper-76 çeşidinde 56 adet ve toplam olarak 208 adet zararlı böceğin varlığı kaydedilmiştir. ŞS'nun her iki çeşidinde en fazla görülen zararlı böcek mısır yaprak bitinin (*Rhopalosiphum maidis*) nimf ve ergin dönemleri olmuştur (Tablo 4.126).



Şekil 4.69. ŞS'da 2021 yılın Ağustos ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böcek sayıları.

Tablo 4.126. 2021 yılının Ağustos ayında ŞS çeşitlerinde zararlı böcek yoğunluğu (adet)

B biçim Yük. (cm)	Çeşit	Türkçe isim	Bilimsel isim	Sayı	Dönem
30	M81-E	Lahana kelebeği	<i>Pieris rapae</i>	1	Ergin
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	1	Ergin
		Pis kokulu yeşil böcek	<i>Nezara viridula</i>	1	Ergin
	Topper-76	Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	3	Ergin
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	3	Ergin
60	M81-E	Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	3	Ergin
		Lahana kokulu böceği	<i>Eurydema ornatum</i>	3	Ergin
		Madrap çekirgesi	<i>Locusta migratoria</i>	1	Ergin
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	Ergin
		Kırmızı asker böceği	<i>Rhagonycha fulva</i>	1	Ergin
	Topper-76	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	Ergin
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	Larva
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	4	Ergin
90	M81-E	Lahana kokulu böceği	<i>Eurydema ornatum</i>	6	Ergin
		Lahana kelebeği	<i>Pieris rapae</i>	1	Ergin
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	3	Ergin
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	4	Ergin
	Topper-76	Pis kokulu yeşil böcek	<i>Nezara viridula</i>	1	Ergin
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	4	Ergin
		Lahana kokulu böceği	<i>Eurydema ornatum</i>	1	Nimf
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	6	Ergin
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	3	Ergin
120	M81-E	Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	3	Ergin
		Lahana kelebeği	<i>Pieris rapae</i>	2	Pupa
		Lahana kelebeği	<i>Pieris rapae</i>	1	Ergin
		Yeşil kapsid böceği	<i>Lygocoris pabulinus</i>	5	Ergin
		Lahana yaprak güvesi	<i>Plutella xylostella</i>	1	Ergin
		Lahana kokulu böceği	<i>Eurydema ornatum</i>	1	Ergin
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	1	Ergin
		Kırmızı asker böceği	<i>Rhagonycha fulva</i>	1	Ergin
	Topper-76	Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	8	Ergin
		Kırmızı asker böceği	<i>Rhagonycha fulva</i>	1	Ergin
		Kahverengi kokarca böceği	<i>Halyomorpha halys</i>	1	Nimf
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	8	Ergin
150	M81-E	Kahverengi kokarca böceği	<i>Halyomorpha halys</i>	2	Ergin
		Pis kokulu yeşil böcek	<i>Nezara viridula</i>	5	Ergin
	Topper-76	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	3	Ergin
		Sahte Çinç böceği	<i>Nysius raphanus</i>	5	Ergin
Fiz. olum	M81-E	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	5	Ergin
		Mısır yaprak biti	<i>Rhopalosiphum maidis</i>	37	Ergin
		Mısır yaprak biti	<i>Rhopalosiphum maidis</i>	62	Nimf
	Topper-76	Çiçek tripsi	<i>Frankliniella occidentalis</i>	3	Ergin

Eylül ayında zararlı böcek sayımları 10 günde bir 3 kez 7 farklı yerde rastgele olarak yapılmıştır. Bunun sonucunda ŞS'nun M81-E ve Topper-76 çeşitlerinde zararlı böceklerin tüm biyolojik (yumurta dönemi hariç) dönemlerine rastlanmıştır.

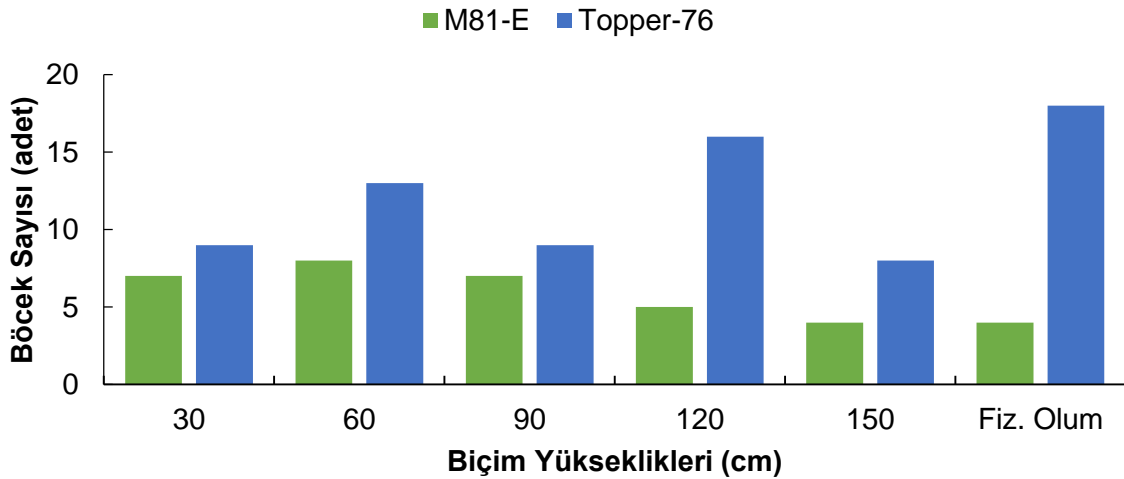
En fazla zararlı böcek 18 adet birey ile Topper-76 çeşidinin fizyolojik olum parselinde sayılmıştır. Bunun içerisinde yedişer adet yaprak piresi (*Empoasca decipiens*) ve tohum

sineğinin (*Delia platura*) ergin dönemi ile 2 adet çayır çekirgesinin (*Orchelimum vulgare*) nimf dönemi ve birer adet dip kurdu (*Capnodis tenebrionis*) ile sorgum sürgün sineğinin (*Atherigona soccata*) ergin dönemleri yer almıştır. En az zararlı böcek ise 4'er adet ile M81-E çeşidinin 150 cm yükseklikten biçilen ve aynı çeşidinin fizyolojik olum parsellerinde tespit edilmiştir. Bu sayıyı birer adet lahana kelebeğinin (*Pieris rapae*) pupası, pis kokulu yeşil böceğin (*Nezara viridula*) (Şekil 4.70) ve haziran böceğinin (*Polyphylla fullo*) ergin dönemleri oluşturmuştur. Bununla birlikte, 2 adet yaprak piresi (*Empoasca decipiens*) ve 3 adet sorgum sürgün sineğinin (*Atherigona soccata*) ergin dönemi de dahil olmuştur. Ayrıca M81-E çeşidinin 30 cm ve 90 cm yüksekliklerinde biçilen bitkilerinde eşit sayıda (7'er adet) ve aynı çeşidin 150 cm'likte ve fizyolojik olumda biçilen parsellerinde de eşit sayıda (4'er) zararlı böcek bulunmuştur (Şekil 4.71).

Eylül ayı boyunca M81-E'de 35 ve Topper-76'da 73 adet zararlı böcek sayılarak toplam 108 adet böcek kayıt altına alınmıştır. Her iki çeşidin Eylül ayında en önemli zararlı böcekleri tohum sineği (*Delia platura*) ve yaprak piresinin (*Empoasca decipiens*) erginleri olmuştur (Tablo 4.127).



Şekil 4.70. Pis kokulu yeşil böceğin (*Nezara viridula*) ergini.



Şekil 4.71. ŞS'da 2021 yılının Eylül ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böcek sayıları.

Tablo 4.127. 2021 yılının Eylül ayında ŞS çeşitlerinde böcek yoğunluğu (adet)

Biçim Yük. (cm)	Çeşit	Türkçe isim	Bilimsel isim	Sayı	Dönem
30	M81-E	Yeşilçekirge	<i>Tettigonia viridissima</i>	1	Ergin
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	1	Ergin
		Lahana kelebeği	<i>Pieris rapae</i>	1	Ergin
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	2	Ergin
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	Ergin
		Pis kokulu yeşil böcek	<i>Nezara viridula</i>	1	Ergin
	Topper-76	Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	3	Ergin
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	1	Ergin
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	Ergin
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	Ergin
		Pis kokulu yeşil böcek	<i>Nezara viridula</i>	1	Nimf
		Ekin kambur böceği	<i>Zabrus spp.</i>	1	Ergin
		Lahana kokulu böceği	<i>Eurydema ornatum</i>	1	Ergin
		60	M81-E	Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>
Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>			1	Ergin
Tohum sineği	<i>Delia platura</i>			1	Ergin
Pis kokulu yeşil böcek	<i>Nezara viridula</i>			1	Ergin
Mısır kurdu	<i>Ostrinia nubilalis</i>			1	Ergin
Topper-76	Tohum sineği		<i>Delia platura</i>	1	Ergin
	Lahana kelebeği		<i>Pieris rapae</i>	2	Ergin
	Sorgum sürgün sineği		<i>Atherigona soccata</i>	1	Ergin
	Fas çekirgesi		<i>Dociostaurus maroccanus</i>	1	Nimf
	Pis kokulu yeşil böcek		<i>Nezara viridula</i>	1	Ergin
	Yeşil kapsid böceği		<i>Lygocoris pabulinus</i>	1	Ergin
	Çayır çekirgesi		<i>Orchelimum vulgare</i>	3	Nimf
	Yaprak piresi		<i>Empoasca decipiens</i>	3	Ergin
	90		M81-E	Lahana kelebeği	<i>Pieris rapae</i>
Sorgum sürgün sineği		<i>Atherigona soccata</i>		2	Ergin
Pis kokulu yeşil böcek		<i>Nezara viridula</i>		1	Ergin
Tohum sineği		<i>Delia platura</i>		2	Ergin
Yaprak piresi		<i>Empoasca decipiens</i>		1	Ergin
Topper-76		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	Ergin
		Lahana kelebeği	<i>Pieris rapae</i>	1	Ergin
		Yeşil çekirge	<i>Tettigonia viridissima</i>	1	Ergin
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	5	Ergin
		Yeşil kapsid böceği	<i>Lygocoris pabulinus</i>	1	Ergin
120	M81-E	Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	Nimf
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	2	Ergin
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	2	Ergin
	Topper-76	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	4	Ergin
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	5	Ergin
		Pis kokulu yeşil böcek	<i>Nezara viridula</i>	1	Ergin
		Yeşil kapsid böceği	<i>Lygocoris pabulinus</i>	1	Ergin
		Kahverengi kokarca böceği	<i>Halyomorpha halys</i>	1	Ergin
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	3	Ergin
		Ağustos böceği	<i>Cicada sp.</i>	1	Ergin
150	M81-E	Pis kokulu yeşil böcek	<i>Nezara viridula</i>	1	Ergin
		Lahana kelebeği	<i>Pieris rapae</i>	1	Pupa
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	2	Ergin
	Topper-76	Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	1	Ergin
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	2	Ergin
		Kalkan böceği	<i>Carpocoris purpureipennis</i>	1	Ergin
Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	4	Ergin		

Tablo 4.127. 2021 yılının Eylül ayında ŞS çeşitlerinde böcek yoğunluğu (adet) (Devamı)

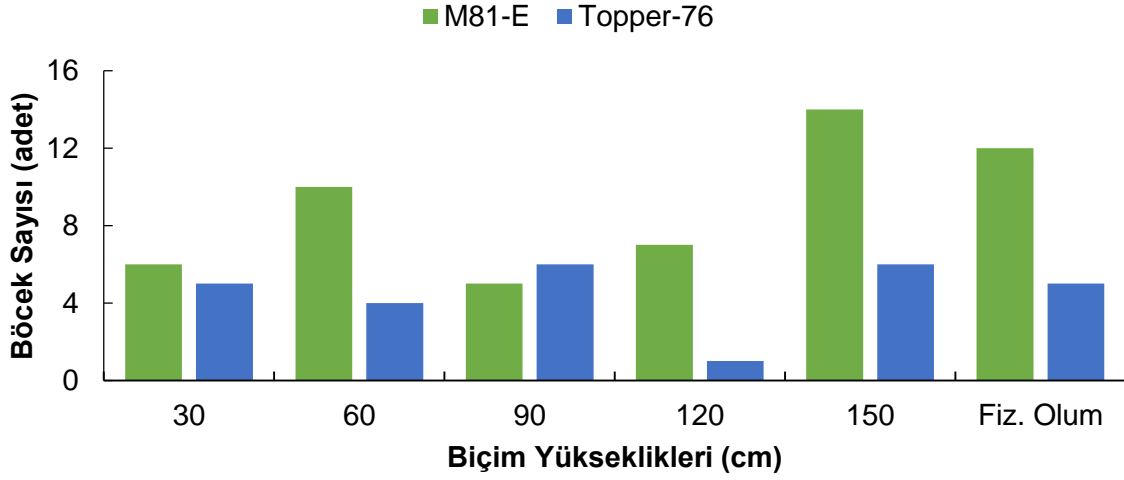
Fiz. olum	M81-E	Haziran böceği	<i>Polyphylla fullo</i>	1	Ergin
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	2	Ergin
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	Ergin
	Topper-76	Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	7	Ergin
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	2	Nimf
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	Ergin
		Dip kurdu	<i>Capnodis tenebrionis</i>	1	Ergin
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	7	Ergin

Ekim ayında M81-E ve Topper-76 çeşitlerinde en yüksek zararlı böcek popülasyonu 14 birey olarak M81-E çeşidinin 150 cm yükseklikten biçilen bitkilerde ortaya çıkmıştır. Bunu aynı çeşidin fizyolojik olum ve 60 cm yükseklikten biçilen bitki parseli sırasıyla 12 ve 10 adet zararlı izlemiştir. En yüksek zararlı böceğe sahip parselde 1'er adet yeşilçekirge (*Tettigonia viridissima*), lahana kelebeği (*Pieris rapae*) (Şekil 4.72), yeşil kapsid böceği (*Lygocoris pabulinus*) ve tohum sineğinin (*Delia platura*) ergin dönemi kapsarken, fas çekirgesinin (*Dociostaurus maroccanus*) 3 ve çayır çekirgesinin (*Orchelimum vulgare*) 4 nimf dönemiyle birlikte lahana yaprak güvesinin (*Plutella xylostella*) de 2 adet ergini oluşturmuştur. En az zararlı böcek sayısı ise 1 adet birey olarak Topper-76 çeşidinin 120 cm yükseklikten biçilen bitkilerinde kaydedilmiş ve bunu aynı çeşidin 60 cm yükseklikten biçilen parseli 4 adet zararlı böcek olmak üzere izlemiştir. Ayrıca, M81-E çeşidinin 90 cm ve 150 cm yükseklikten biçilen parsellerde eşit sayıda (6'er) zararlı böcek bulunmuş, fakat böcek türü bakımında farklılık görülmüştür (Şekil 4.73).

Ekim ayı boyunca M81-E çeşidinde 54 adet zararlı böcek, Topper-76 çeşidinde 27 zararlı böcek sayılmıştır. Toplamda da 81 adet zararlı böcek kayıt altına alınmıştır. Ekim ayında en çok karşılaşılan zararlı böcek sorgum sürgün sineğinin (*Atherigona soccata*) ergin dönemi olurken, bunu çayır çekirgesinin (*Orchelimum vulgare*) nimf dönemi izlemiştir (Tablo 4.128).



Şekil 4.72. Lahana kelebeğinin ergini (sol) ve pupası (sağ).



Şekil 4.73. ŞS'da 2021 yılı Ekim ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böcek sayıları.

Tablo 4.128. 2021 yılının Ekim ayında ŞS çeşitlerinde böcek yoğunluğu (adet)

Biçim Yük. (cm)	Çeşit	Türkçe isim	Bilimsel isim	Sayı	Dönem
30	M81-E	Lahana kokulu böceği	<i>Eurydema ornatum</i>	1	Nimf
		Cüce ağustos böceği	<i>Cicadella viridis</i>	2	Ergin
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	3	Ergin
	Topper-76	Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	3	Ergin
Sorgum sürgün sineği		<i>Atherigona soccata</i>	2	Ergin	
60	M81-E	Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	4	Nimf
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	Ergin
		Cüce ağustos böceği	<i>Cicadella viridis</i>	1	Ergin
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	Ergin
		Pis kokulu yeşil böcek	<i>Nezara viridula</i>	1	Ergin
		Madrıp çekirgesi	<i>Locusta migratoria</i>	1	Nimf
		Kahverengi kokarca böceği	<i>Halyomorpha halys</i>	1	Nimf
		Topper-76	Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	1
	Fas çekirgesi		<i>Doclostaurus maroccanus</i>	1	Ergin
	90	M81-E	Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	3
Cüce ağustos böceği			<i>Cicadella viridis</i>	1	Ergin
Yeşilçekirge			<i>Tettigonia viridissima</i>	1	Nimf
Topper-76		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	4	Ergin
		Ağustos böceği	<i>Cicada sp.</i>	1	Ergin
120	M81-E	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	5	Ergin
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	2	Ergin
	Topper-76	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	Ergin

Tablo 4.128. 2021 yılının Ekim ayında ŞS çeşitlerinde böcek yoğunluğu (adet) (Devamı)

150	M81-E	Lahana yaprak güvesi	<i>Plutella xylostella</i>	2	Ergin
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	4	Nimf
		Yeşil kapsid böceği	<i>Lygocoris pabulinus</i>	1	Ergin
		Lahana kelebeği	<i>Pieris rapae</i>	1	Ergin
		Yeşil çekirge	<i>Tettigonia viridissima</i>	1	Ergin
		Yeşil çekirge	<i>Tettigonia viridissima</i>	1	Nimf
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	1	Ergin
		Fas çekirgesi	<i>Doclostaurus maroccanus</i>	3	Nimf
	Topper-76	Lahana kelebeği	<i>Pieris rapae</i>	1	Ergin
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	2	Ergin
Cüce ağustos böceği		<i>Cicadella viridis</i>	1	Ergin	
Lahana kokulu böceği		<i>Eurydema ornatum</i>	1	Ergin	
Çayır çekirgesi		<i>Orchelimum vulgare</i>	1	Nimf	
Fizyolojik olum	M81-E	Cüce ağustos böceği	<i>Cicadella viridis</i>	2	Ergin
		Madrap çekirgesi	<i>Locusta migratoria</i>	2	Nimf
		Sorgum sap kurdu	<i>Chilo partellus</i>	1	Ergin
		Sorgum sap kurdu	<i>Chilo partellus</i>	1	Larva
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	Nimf
		Yeşil çekirge	<i>Tettigonia viridissima</i>	2	Nimf
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	Ergin
		Kalkan böceği	<i>Carpocoris purpureipennis</i>	1	Ergin
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	1	Ergin
		Topper-76	Madrap çekirgesi	<i>Locusta migratoria</i>	2
	Tohum sineği		<i>Delia platura</i>	2	Ergin
	Çayır çekirgesi		<i>Orchelimum vulgare</i>	1	Nimf

Sorgum sudanotu melezi (SSM): SSM'nin Nutrima ve Nutri Honey çeşitlerinde Haziran-Ekim ayları arasında zararlı böcek sayımları yapılmıştır. Haziran ayında zararlı böceklerin tüm biyolojik dönemleri (bilhassa; nimf, larva ve ergin) tarafından bitkilerin farklı vejetatif aksamalarına verildiği zarar şeklini de dikkate alınarak resimler çekilmiştir (Şekil 4.74).

Haziran ayı boyunca en yüksek zararlı böcek popülasyonu 33 adet ile Nutri Honey çeşidinin 30 cm ve 90 cm yüksekliklerde biçilen bitkilerinde eşit sayıda bulunmuştur. Bunları, madrap çekirgesi (*Locusta migratoria*), yeşilçekirge (*Tettigonia viridissima*), lahana yaprak güvesi (*Plutella xylostella*), sorgum sürgün sineği (*Atherigona soccata*), lahana kelebeği (*Pieris rapae*), sorgum sap kurdu (*Chilo partellus*), sorgum sineği (*Contarinia sorghicola*) ve yaprak piresinin (*Empoasca decipiens*) ergin dönemleri ile birlikte çayır çekirgesi (*Orchelimum vulgare*), yeşilçekirge (*Tettigonia viridissima*) ve fas çekirgesinin (*Doclostaurus maroccanus*) nimf dönemleri kapsamıştır. En az zararlı böcek 1 adet kahverengi kokarca böceği (*Halyomorpha halys*) (Şekil 4.75) olmak üzere Nutri Honey çeşidinin fizyolojik olumda biçilen parselinde ortaya çıkmıştır (Şekil 4.76). Bunun yanı sıra, Nutri Honey çeşidinin 30 cm ve 90 cm yüksekliklerde biçilen parsellerinde eşit sayıda zararlı böceklerin bulunmuş, ancak zararlı böcek türleri farklılık göstermiştir (Tablo 4.129).

Haziran ayı boyunca SSM Nutrima çeşidinde 78 adet zararlı böcek sayılırken, Nutri Honey çeşidinde ise 119 adet birey olmak üzere toplam 197 adet zararlı böcek kayıt altına

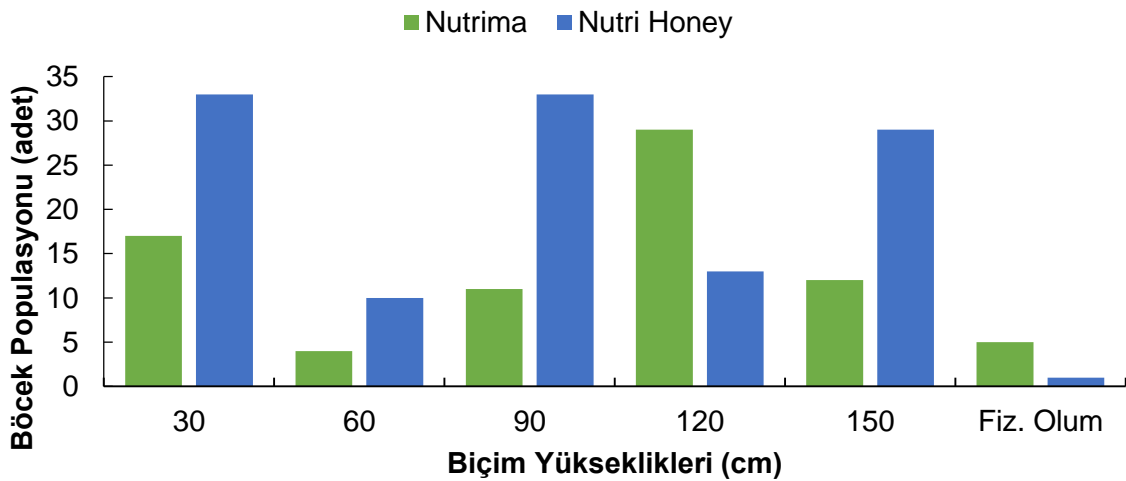
alınmıştır. Bu ayda en önemli zararlı böcek yaprak piresi (*Empoasca decipiens*) olurken, bunu sorgum sineği (*Contarinia sorghicola*) ile fas çekirgesinin (*Dociostaurus maroccanus*) ergin dönemleri izlemiştir.



Şekil 4.74. Sorgum sap kurdunun (*Chilo partellus*) sorgum sapındaki zarar şekli.



Şekil 4. 75. Madrap çekirgesinin (*Locusta migratoria*) ergini (solda), kahverengi kokarca böceğinin (*Halyomorpha halys*) ergini (sağda).



Şekil 4.76. SSM'nde 2021 yılının haziran ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böceklerin popülasyonu.

Tablo 4.129. 2021 yılının Haziran ayında SSM çeşitlerinde böcek yoğunluğu (adet)

Biçim Yük. (cm)	Çeşit	Türkçe isim	Bilimsel isim	Sayı	Dönem
30	Nutrima	Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	2	Nimf
		Yeşilçekirge	<i>Tettigonia viridissima</i>	2	Nimf
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	8	Ergin
		Madrap çekirgesi	<i>Locusta migratoria</i>	2	Ergin
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	1	Ergin
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	2	Ergin
	Nutri Honey	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	3	Ergin
		Yeşilçekirge	<i>Tettigonia viridissima</i>	3	Ergin
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	3	Nimf
		Lahana kelebeği	<i>Pieris rapae</i>	2	Ergin
		Madrap çekirgesi	<i>Locusta migratoria</i>	1	Ergin
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	3	Ergin
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	16	Ergin
		Sorgum sap kurdu	<i>Chilo partellus</i>	2	Ergin
60	Nutrima	Yeşilçekirge	<i>Tettigonia viridissima</i>	2	Nimf
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	2	Ergin
	Nutri Honey	Yeşilçekirge	<i>Tettigonia viridissima</i>	2	Nimf
		Sorgum sap kurdu	<i>Chilo partellus</i>	1	Ergin
		Madrap çekirgesi	<i>Locusta migratoria</i>	2	Ergin
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	2	Nimf
Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	3	Nimf		
90	Nutrima	Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	5	Ergin
		Lahana kelebeği	<i>Pieris rapae</i>	1	Ergin
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	2	Ergin
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	Nimf
		Yeşilçekirge	<i>Tettigonia viridissima</i>	2	Nimf
	Nutri Honey	Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	10	Ergin
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	3	Nimf
		Lahana kelebeği	<i>Pieris rapae</i>	2	Ergin
		Yeşilçekirge	<i>Tettigonia viridissima</i>	1	Ergin
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	4	Ergin
Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	11	Ergin		
Yeşilçekirge	<i>Tettigonia viridissima</i>	1	Nimf		
Lahana yaprak güvesi	<i>Plutella xylostella</i>	1	Ergin		
120	Nutrima	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	2	Ergin
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	9	Ergin
		Madrap çekirgesi	<i>Locusta migratoria</i>	7	Ergin
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	2	Ergin
		Yeşilçekirge	<i>Tettigonia viridissima</i>	3	Nimf
		Yeşilçekirge	<i>Tettigonia viridissima</i>	1	Ergin
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	5	Nimf
	Nutri Honey	Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	5	Ergin
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	6	Ergin
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	2	Nimf

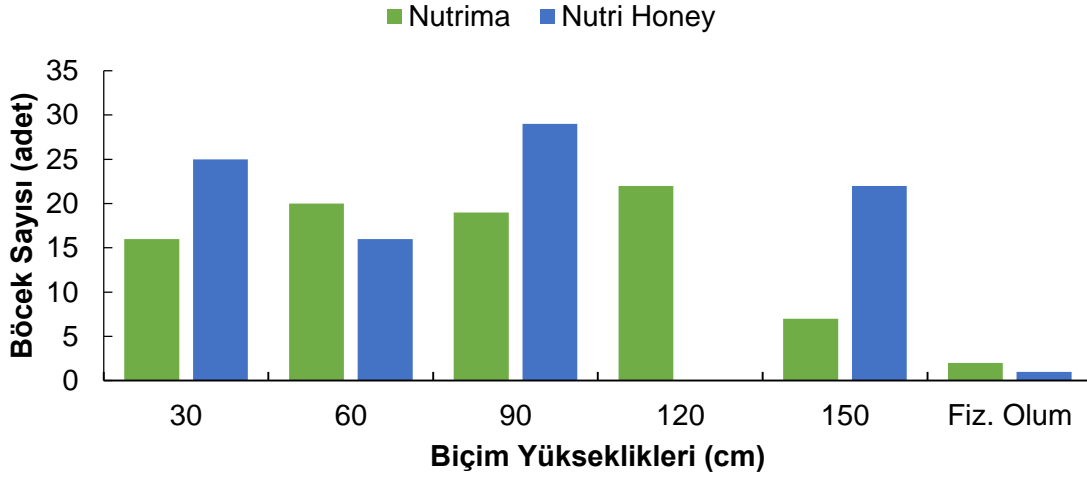
Tablo 4.129. 2021 yılının Haziran ayında SSM çeşitlerinde böcek yoğunluğu (adet) (Devamı)

150	Nutrima	Cüce ağustos böceği	<i>Cicadella viridis</i>	2	Ergin
		Madrap çekirgesi	<i>Locusta migratoria</i>	1	Ergin
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	4	Nimf
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	2	Ergin
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	2	Nimf
		Yeşilçekirge	<i>Tettigonia viridissima</i>	1	Nimf
	Nutri Honey	Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	2	Ergin
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	7	Ergin
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	Nimf
		Ağustos böceği	<i>Cicada sp.</i>	1	Ergin
		Yeşilçekirge	<i>Tettigonia viridissima</i>	4	Nimf
		Cüce ağustos böceği	<i>Cicadella viridis</i>	1	Ergin
		Madrap çekirgesi	<i>Locusta migratoria</i>	5	Ergin
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	8	Ergin
Fiz. olum	Nutrima	Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	5	Ergin
	Nutri Honey	Kahverengi kokarca böceği	<i>Halyomorpha halys</i>	1	Ergin

Temmuz ayında Nutrima ve Nutri Honey çeşitlerinde zararlı böcekler 10 günde bir 7 farklı yerde rastgele şekilde incelenmiştir. Zararlı böceklerin sayımı esnasında böceklerin bütün biyolojik dönemlerinin (özellikle; larva, nimf ve ergin) bitkilere verdiği zarar şekli de göz önüne alınmıştır.

Her iki SSM çeşidinde en yüksek zararlı böcek popülasyonu 29 adet birey olmak üzere Nutri Honey'in 90 cm yükseklikten biçilen bitkilerinde bulunmuştur. Bunu aynı çeşidinin 30 cm yükseklikten biçilen bitkileri 25 adet zararlı böcek ile izlemiştir. En az zararlı böcek ise 1 adet ile Nutri Honey çeşidinin fizyolojik olum parselinde tespit edilmiştir (Şekil 4.77). Ayrıca, Nutri Honey çeşidinin 120 cm yükseklikten biçilen parselinde zararlı böceğe rastlanmamıştır (Tablo 135). Yine Nutrima çeşidinin 30 cm ve Nutri Honey çeşidinin 60 cm yüksekliklerden biçilen bitkilerinde eşit sayıda (16'er adet) zararlı böcek tespit edilmiştir. Aynı şekilde, Nutrima çeşidinin 120 cm ve Nutri Honey çeşidinin 150 cm yüksekliklerden biçilen bitkilerinde de eşit sayıda (22'er adet) zararlı böcek saptanmıştır (Tablo 4.130).

Temmuz ayında Nutrima çeşidinde 86 adet ve Nutri Honey çeşidinde 93 adet olmak üzere toplam 179 adet zararlı böcek kayıt altına alınmıştır. SSM çeşitlerinde en sık karşılaşılan zararlı böcek yaprak piresinin (*Empoasca decipiens*) ergin dönemi olurken, bunu fas çekirgesinin (*Dociostaurus maroccanus*) ergini izlemiştir.



Şekil 4.77. SSM’nde 2021 yılının Temmuz ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böcek sayıları.

Tablo 4.130. 2021 yılının Temmuz ayında SSM çeşitlerinde böcek yoğunluğu (adet)

Biçim Yük. (cm)	Çeşit	Türkçe isim	Bilimsel isim	Sayı	Dönem
30	Nutrima	Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	12	Ergin
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	3	Nimf
		Yeşil çekirge	<i>Tettigonia viridissima</i>	1	Nimf
	Nutri Honey	Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	16	Ergin
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	5	Ergin
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	1	Ergin
Fas çekirgesi		<i>Dociostaurus maroccanus</i>	1	Nimf	
Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	2	Nimf		
60	Nutrima	Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	6	Ergin
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	2	Nimf
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	Nimf
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	9	Ergin
		Madrap çekirgesi	<i>Locusta migratoria</i>	1	Ergin
		Yeşilçekirge	<i>Tettigonia viridissima</i>	1	Nimf
	Nutri Honey	Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	1	Ergin
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	2	Nimf
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	9	Ergin
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	1	Ergin
Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	3	Nimf		
90	Nutrima	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	Ergin
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	9	Ergin
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	4	Ergin
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	Nimf
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	4	Ergin
	Nutri Honey	Madrap çekirgesi	<i>Locusta migratoria</i>	2	Ergin
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	12	Ergin
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	4	Ergin
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	3	Nimf
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	Ergin
		Sorgum sap kurdu	<i>Chilo partellus</i>	1	Ergin
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	1	Ergin
		Cüce ağustos böceği	<i>Cicadella viridis</i>	2	Ergin
Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	3	Nimf		

Tablo 4.130. 2021 yılının Temmuz ayında SSM çeşitlerinde böcek yoğunluğu (adet) (Devamı)

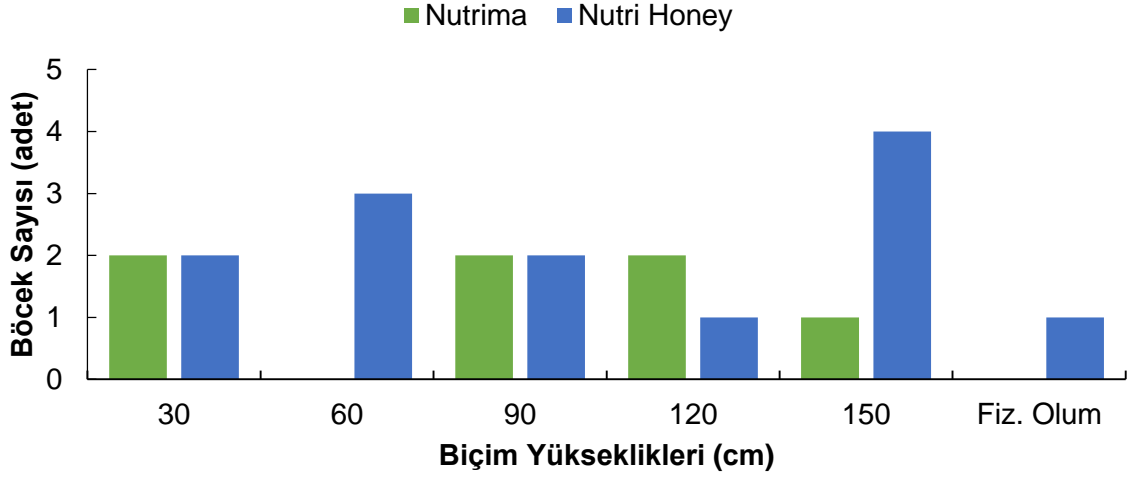
120	Nutrima	Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	7	Ergin
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	1	Ergin
		Sorgum sap kurdu	<i>Chilo partellus</i>	5	Ergin
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	3	Ergin
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	1	Nimf
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	2	Ergin
		Yeşil çekirge	<i>Tettigonia viridissima</i>	3	Nimf
150	Nutrima	Böcekler bulunmamıştır.	-	-	-
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	1	Ergin
Fas çekirgesi		<i>Dociostaurus maroccanus</i>	1	Ergin	
Pis kokulu yeşil böcek		<i>Nezara viridula</i>	1	Nimf	
Çayır çekirgesi		<i>Orchelimum vulgare</i>	2	Nimf	
Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	2	Ergin		
150	Nutri Honey	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	2	Ergin
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	2	Ergin
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	2	Nimf
		Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	2	Ergin
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	1	Ergin
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	3	Nimf
		Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	10	Ergin
Fiz. olum	Nutrima	Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	Nimf
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	Ergin
	Nutri Honey	Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	1	Ergin

Ağustos ayında Nutrima ve Nutri Honey çeşitlerinde zararlı böceklerin takibi 10 gün ara ile 7 farklı yerde yapılmıştır. Sayımlar sırasında zararlı böceklerin nimf, pupa ve ergin dönemlerine rastlanmış, yumurta ve larva dönemleri ile karşılaşılmamıştır.

SSM çeşitlerinde en fazla zararlı böcek 4 adet ile Nutri Honey'in 150 cm yükseklikten biçilen bitkilerde sayılmıştır. Bu 1 adet çayır çekirgesi (*Orchelimum vulgare*) ve 3 adet fas çekirgesinin (*Dociostaurus maroccanus*) ergin dönemlerinden oluşmuştur. En az zararlı böcek ise birer adet olarak Nutrima çeşidinin 150 cm, Nutri Honey çeşidinin 120 cm ve fizyolojik olum parsellerindeki bitkilerde ortaya çıkmıştır (Şekil 4.78). Bunlar, birer adet tohum sineği (*Delia platura*), çalı katidid çekirgesi (*Scudderia furcata*) ve yeşilçekirgenin (*Tettigonia viridissima*) ergin dönemleri oluşturmuştur. Bunların dışında, Nutrima çeşidinin 30 cm, 90 cm ve 120 cm ile Nutri Honey çeşidinin 30 cm ve 90 cm'de biçilen parsellerde eşit sayıda (2'şer adet) zararlı böcek tespit edilerek parseller arasında sayısal olarak herhangi bir farklılık göstermediği, ancak böcek türleri bakımından farklılık göstermiştir. Öte yandan, SSM Nutrima çeşidinin fizyolojik olum ve 60 cm yükseklikte biçilen parsellerinde zararlı böceğe rastlanmamıştır (Tablo 4.131).

Ağustos ayında Nutrima çeşidinde 7 adet zararlı böcek sayılırken, Nutri Honey parsellerinde ise 13 adet zararlı böcek sayılarak toplam 20 adet zararlı böcek kayıt altına

alınmıştır. Bu çeşitlerde Ağustos ayı boyunca en önemli zararlı böcek fas çekirgesinin (*Dociostaurus maroccanus*) ergin dönemi olurken, onu tohum sineği (*Delia platura*) ve lahana kokulu böceğinin (*Eurydema ornatum*) (Şekil 4.79) ergin dönemleri izlemiştir.



Şekil 4.78. SSM'nde 2021 yılın Ağustos ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böcek sayıları.



Şekil 4.79. Lahana kokulu böceğinin (*Eurydema ornatum*) dişi ve erkek bireyleri.

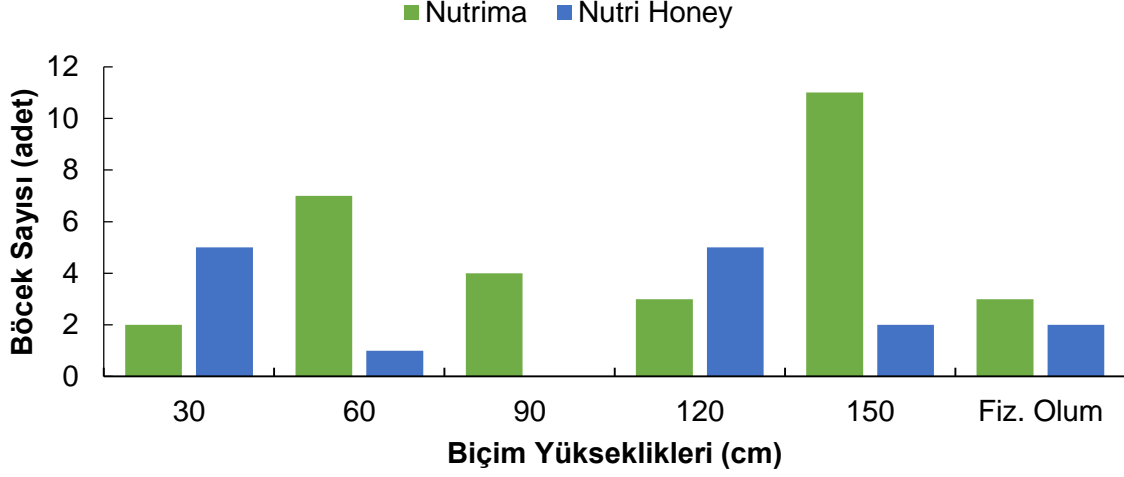
Tablo 4.131. 2021 yılının ağustos ayında sorgum sudan otu melezinin (SSM) farklı çeşitlerinde böcek popülasyonunun yoğunluğu (adet)

Biçim Yük. (cm)	Çeşit	Türkçe isim	Bilimsel isim	Sayı	Dönem
30	Nutrima	Lahana kelebeği Lahana kelebeği	<i>Pieris rapae</i> <i>Pieris rapae</i>	1 1	Ergin Pupa
	Nutri Honey	Lahana kelebeği Çayır sineği	<i>Pieris rapae</i> <i>Tipula orientalis</i>	1 1	Ergin Ergin
60	Nutrima	Böcek bulunmamıştır			-
	Nutri Honey	Lahana kokulu böceği Çayır katidid çekirgesi	<i>Eurydema ornatum</i> <i>Poecilimon spp.</i>	2 1	Ergin Ergin
90	Nutrima	Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	2	Ergin
	Nutri Honey	Lahana kokulu böceği	<i>Eurydema ornatum</i>	2	Nimf
120	Nutrima	Lahana kelebeği Tohum sineği	<i>Pieris rapae</i> <i>Delia platura</i>	1 1	Ergin Ergin
	Nutri Honey	Çalı katidid çekirgesi	<i>Scudderia furcata</i>	1	Ergin
150	Nutrima	Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	1	Ergin
	Nutri Honey	Çayır çekirgesi Fas çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i> <i>Doclostaurus maroccanus</i>	1 3	Ergin Ergin
Fiz. olum	Nutrima	Böcek bulunmamıştır			-
	Nutri Honey	Yeşilçekirge	<i>Tettigonia viridissima</i>	1	Ergin

Eylül ayında da SSM'nin Nutrima ve Nutri Honey çeşitlerinde zararlı böcekler takip edilmiştir. Sayımlar sırasında sorgum sudanotu melezinin iki farklı çeşidine ait bitki parsellerinde bulunan zararlı böceklerin tüm biyolojik dönemleri tarafından bitkilere verilmiş olduğu zarar şekli de göz önüne alınmıştır.

SSM çeşitlerinde en fazla zararlı böcek 11 birey ile Nutrima'nın 150 cm yükseklikten biçilen bitkilerinde kaydedilmiştir. Bunlardan 1'er adet tohum sineği (*Delia platura*) ve ağustos böceğinin (*Cicada* sp.) ergin dönemleri, 4 adet çayır çekirgesinin (*Orchelimum vulgare*) nimf dönemi ve 5 adet yaprak piresinin (*Empoasca decipiens*) ergin dönemi kayıt altına alınmıştır. En az zararlı böcek popülasyonu ise 1 adet çayır çekirgesinin (*Orchelimum vulgare*) nimf dönemi olarak Nutri Honey'in 60 cm yükseklikten biçilen parselinde bulunmuştur. Bunun dışında, Nutri Honey çeşidinin 30 cm ile 120 cm yükseklikten biçilen parsellerinde eşit sayıda (5'er adet birey) zararlı böceklerin tespit edilmiştir. Aynı şekilde Nutrima çeşidinin de fizyolojik olumu ile 120 cm yükseklikte biçilen parsellerinde aynı sayıda (3'er adet) zararlı böcek olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 4.80). Böylece, Nutri Honey çeşidinin 30 cm ve 120 cm yükseklikten biçilen parselleri arasında zararlı böcek sayısı açısından herhangi bir farklılık olmamıştır. Ayrıca, Nutri Honey çeşidinin 90 cm yükseklikten biçilen parselinde Eylül ayında zararlı böcek görülmemiştir (Tablo 4.132).

Eylül boyunca Nutrima çeşidinde 30, Nutri Honey çeşidinde ise 15 adet zararlı böcek bulunup, toplam 45 adet zararlı böcek kayıt altına alınmıştır. SSM çeşitlerinde en sık karşılaşılan zararlı böcek yaprak piresinin (*Empoasca decipiens*) ergin dönemi olurken, onu çayır çekirgesinin (*Orchelimum vulgare*) nimf dönemi ile lahana kelebeğinin (*Pieris rapae*) ergin dönemi izlemiştir.



Şekil 4. 80. SSM'nde 2021 yılı Eylül ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böcek sayıları.

Tablo 4.132. 2021 yılının Eylül ayında SSM çeşitlerinde böcek yoğunluğu (adet)

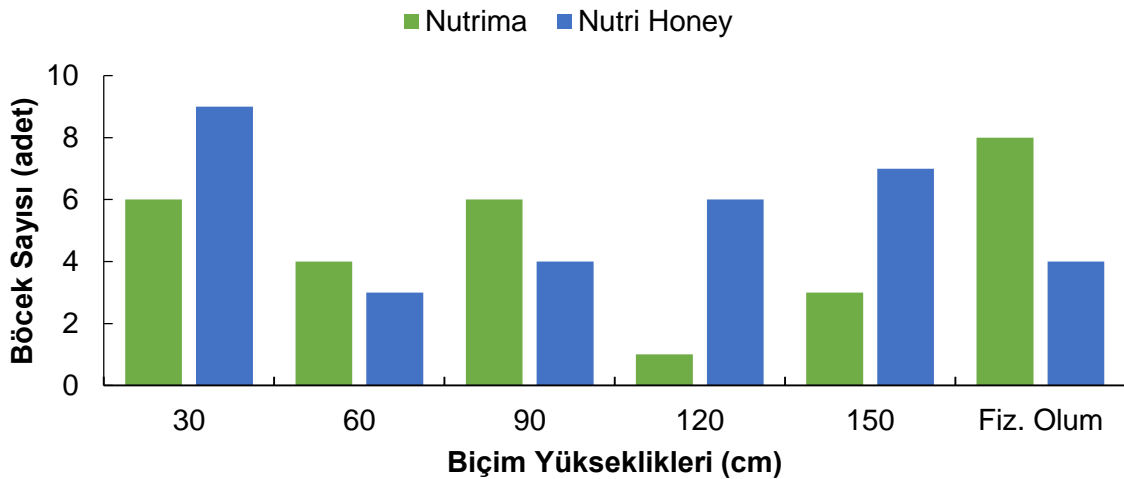
Biçim Yük. (cm)	Çeşit	Türkçe isim	Bilimsel isim	Sayı	Dönem
30	Nutrima	Kahverengi kokarca böceği	<i>Halyomorpha halys</i>	1	Ergin
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	1	Ergin
	Nutri Honey	Lahana kokulu böceği	<i>Eurydema ornatum</i>	1	Ergin
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	Nimf
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	2	Ergin
Lahana kelebeği	<i>Pieris rapae</i>	1	Ergin		
60	Nutrima	Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	1	Ergin
		Lahana kelebeği	<i>Pieris rapae</i>	3	Ergin
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	2	Nimf
	Kapsid böceği	<i>Lygus rugulipennis</i>	1	Ergin	
Nutri Honey	Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	Nimf	
90	Nutrima	Kahverengi kokarca böceği	<i>Halyomorpha halys</i>	2	Ergin
		Lahana kelebeği	<i>Pieris rapae</i>	1	Ergin
		Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	Nimf
Nutri Honey	Böcek bulunmamıştır.	-	-	-	
120	Nutrima	Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	Ergin
		Kapsid böceği	<i>Lygus rugulipennis</i>	1	Ergin
		Lahana kelebeği	<i>Pieris rapae</i>	1	Ergin
	Nutri Honey	Madrap çekirgesi	<i>Locusta migratoria</i>	1	Ergin
		Pis kokulu yeşil böcek	<i>Nezara viridula</i>	1	Nimf
Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	2	Ergin		
Lahana kokulu böceği	<i>Eurydema ornatum</i>	1	Ergin		

Tablo 4.132. 2021 yılının Eylül ayında SSM çeşitlerinde böcek yoğunluğu (adet) (Devamı)

150	Nutrimea	Çayır çekirgesi Tohum sineği Yaprak piresi Ağustos böceği	<i>Orchelimum vulgare</i> <i>Delia platura</i> <i>Empoasca decipiens</i> <i>Cicada sp.</i>	4 1 5 1	Nimf Ergin Ergin Ergin
	Nutri Honey	Lahana kelebeği	<i>Pieris rapae</i>	2	Ergin
Fiz. olum	Nutrimea	Lahana kelebeği Sorgum sürgün sineği Kapsid böceği	<i>Pieris rapae</i> <i>Atherigona soccata</i> <i>Lygus rugulipennis</i>	1 1 1	Ergin Ergin Ergin
	Nutri Honey	Fas çekirgesi Lahana kelebeği	<i>Dociostraurus maroccanus</i> <i>Pieris rapae</i>	1 1	Ergin Ergin

Ekim ayında SSM'nin Nutrimea ve Nutri Honey çeşitlerinde zararlı böceklerin sadece nimf ile ergin dönemlerine rastlanmıştır. En fazla zararlı böcek 9 adet ile Nutri Honey çeşidinin 30 cm yükseklikten biçilen parselinde elde edilmiştir (Şekil 4.81). Bunlar, kahverengi kokarca böceğinin (*Halyomorpha halys*) 3 adet ergin dönemi ile birlikte sorgum sürgün sineğinin (*Atherigona soccata*) 6 adet ergin döneminden meydana gelmiştir. En az zararlı böcek ise 1 adet fas çekirgesinin (*Dociostraurus maroccanus*) ergin dönemi olmak üzere Nutrimea çeşidinin 120 cm yükseklikten biçilen bitki parselinde kaydedilmiştir. Bunun yanı sıra, Nutri Honey çeşidinin hem 90 cm yükseklikten biçilen hem de fizyolojik oluma ait bitki parsellerinde eşit sayıda (4'er adet birey) zararlı böceklerin olduğu tespit edilmiştir. Nutrimea çeşidinin 30 cm ve 90 cm yüksekliklerinden biçilen bitki parsellerinde de aynı sayıda (6'er adet birey) zararlı böceklerin belirlenmiştir (Tablo 4.133).

Ekim ayı boyunca Nutrimea çeşidinde 28 adet zararlı böcek, Nutri Honey çeşidine ise 33 adet zararlı böcek sayılmıştır. Toplamda da 61 adet zararlı böcek kayıt altına alınmıştır. Ekim ayında en yüksek zarar oranına sahip olan böcek sorgum sürgün sineğinin (*Atherigona soccata*) ergin dönemi olurken, onu tohum sineği (*Delia platura*) ile cüce ağustos böceğinin (*Cicadella viridis*) (Şekil 4.82) ergin dönemleri izlemiştir.



Şekil 4.81. SSM'nde 2021 yılın Ekim ayında biçim yüksekliklerine göre zararlı böcek sayıları.



Şekil 4.82. Cüce ağustos böceğinin (*Cicadella viridis*) ergini.

Tablo 4.133. 2021 yılının Ekim ayında SSM çeşitlerinde böcek yoğunluğu (adet)

Biçim Yük. (cm)	Çeşit	Türkçe isim	Bilimsel isim	Sayı	Dönem
30	Nutrima	Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	6	Ergin
	Nutri Honey	Kahverengi kokarca böceği Sorgum sürgün sineği	<i>Halyomorpha halys</i> <i>Atherigona soccata</i>	3 6	Ergin Ergin
60	Nutrima	Yeşilçekirge	<i>Tettigonia viridissima</i>	1	Ergin
		Cüce ağustos böceği	<i>Cicadella viridis</i>	2	Ergin
		Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	1	Ergin
	Nutri Honey	Lahana kelebeği Fas çekirgesi Yeşilçekirge	<i>Pieris rapae</i> <i>Dociostaurus maroccanus</i> <i>Tettigonia viridissima</i>	1 1 1	Ergin Nimf Nimf
90	Nutrima	Cüce ağustos böceği	<i>Cicadella viridis</i>	4	Ergin
		Yeşilçekirge	<i>Tettigonia viridissima</i>	1	Ergin
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	Ergin
	Nutri Honey	Sorgum sürgün sineği Cüce ağustos böceği Kahverengi kokarca böceği	<i>Atherigona soccata</i> <i>Cicadella viridis</i> <i>Halyomorpha halys</i>	1 2 1	Ergin Ergin Ergin
120	Nutrima	Fas çekirgesi	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	1	Ergin
	Nutri Honey	Sorgum sap kurdu	<i>Chilo partellus</i>	1	Ergin
		Cüce ağustos böceği	<i>Cicadella viridis</i>	2	Ergin
		Kahverengi kokarca böceği	<i>Halyomorpha halys</i>	1	Ergin
		Lahana yaprak güvesi Tohum sineği	<i>Plutella xylostella</i> <i>Delia platura</i>	1 1	Ergin Ergin
150	Nutrima	Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	1	Ergin
		Lahana kokulu böceği	<i>Eurydema ornatum</i>	1	Ergin
		Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	1	Ergin
	Nutri Honey	Cüce ağustos böceği	<i>Cicadella viridis</i>	2	Ergin
		Tohum sineği Sorgum sürgün sineği	<i>Delia platura</i> <i>Atherigona soccata</i>	2 3	Ergin Ergin
Fiz. olum	Nutrima	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	7	Ergin
		Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	1	Ergin
	Nutri Honey	Cüce ağustos böceği Fas çekirgesi Yeşilçekirge	<i>Cicadella viridis</i> <i>Dociostaurus maroccanus</i> <i>Tettigonia viridissima</i>	1 1 2	Ergin Ergin Ergin

4.3.3 Belirlenen Zararlı Böcek Türleri

İki yıllık boyunca yürütülen bu araştırmada tespit edilen zararlı böcek türleri Tablo 4.134'te verilmiştir. Çalışma boyunca toplam 37 farklı zararlı böcek türü belirlenerek kayıt altına alınmıştır. Bunların 15'i Hemiptera, 7'si Orthoptera, 6'sı Coleoptera, 4'ü Diptera, 4'ü Lepidoptera ve 1'i de Thysanoptera takımlarına aittir (Şekil 4.83). ŞS ve SSM çeşitlerinin başlıca zararlı böcek türlerinin (majör zararlıları) başında sorgum sürgün sineği olmak üzere, sorgum sineği, tohum sineği, sorgum sap kurdu, yaprak piresi, cüce ağustos böceği, kahverengi kokarca böceği, pis kokulu yeşil böcek ile kahverengi ve yeşil kapsid böcek türleri bulunmaktadır. Alternatif (minör) zararlıları ise çayır sineği, lahana kelebeği, mısır kurdu, lahana yaprak güvesi, lahana kokulu böceği, yeşil yaprak biti, mısır yaprak biti, kırmızı ve siyah asker böceklerle birlikte farklı çekirge türlerinin (yeşilçekirge, koni başlı çekirge, fas çekirgesi, madrap çekirgesi, çayır çekirgesi vb.) de sorgumun farklı vejetatif aksamalarına zarar verdikleri gözlemlenmiştir.

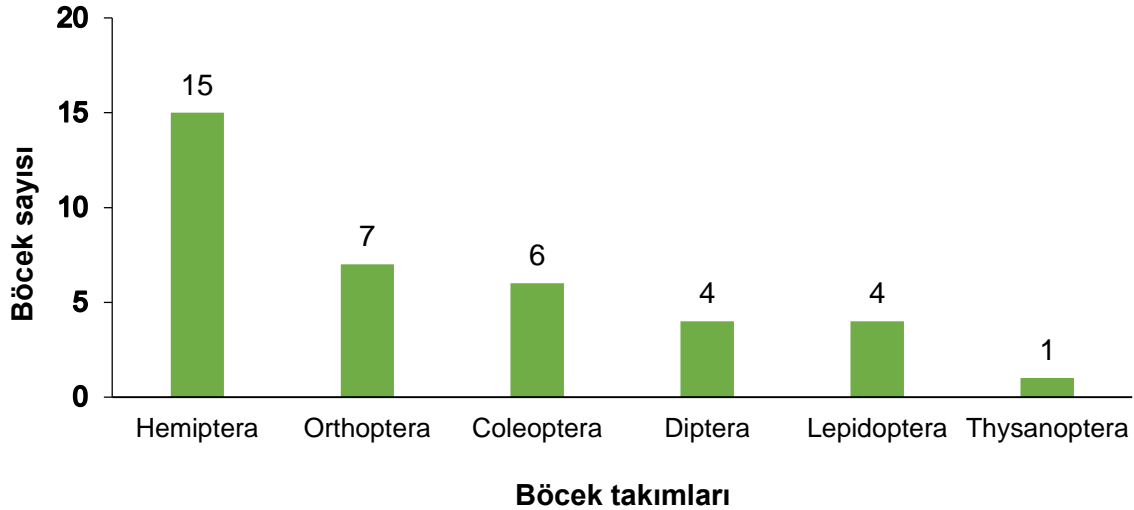
Tespit edilen zararlı böcekler toplamda altı takıma ait olmuştur. Başlıca zararlı böcek takımları Diptera (çift kanatlılar), Lepidoptera (pul kanatlılar), Hemiptera (yarım kanatlılar) ve Orthoptera (düz kanatlılar) olurken, Thysanoptera (kirpik kanatlılar) ile Coleoptera (kın kanatlılar) daha az zarar oluşturan takımlar olmuştur.

Tablo 4.134. Sorgum bitkilerinde belirlenen zararlı böcek türleri

Sıra No	Türkçe isimleri	Bilimsel isimleri	Takımları
1	Sorgum sürgün sineği	<i>Atherigona soccata</i>	Diptera
2	Sorgum sineği	<i>Contarinia sorghicola</i>	Diptera
3	Tohum sineği	<i>Delia platura</i>	Diptera
4	Çayır sineği	<i>Tipula orientalis</i>	Diptera
5	Sorgum sap kurdu	<i>Chilo partellus</i>	Lepidoptera
6	Lahana kelebeği	<i>Pieris rapae</i>	Lepidoptera
7	Mısır kurdu	<i>Ostrinia nubilalis</i>	Lepidoptera
8	Lahana yaprak güvesi	<i>Plutella xylostella</i>	Lepidoptera
9	Pis kokulu yeşil böcek	<i>Nezara viridula</i>	Hemiptera
10	Yaprak piresi	<i>Empoasca decipiens</i>	Hemiptera
11	Cüce ağustos böceği	<i>Cicadella viridis</i>	Hemiptera
12	Kahverengi kapsid böceği	<i>Lygus rugulipennis</i>	Hemiptera
13	Yeşil kapsid böceği	<i>Lygocoris pabulinus</i>	Hemiptera
14	Kahverengi kokarca böceği	<i>Halyomorpha halys</i>	Hemiptera
15	Lahana kokulu böceği	<i>Eurydema ornatum</i>	Hemiptera

Tablo 4.134. Sorgum bitkilerinde belirlenen zararlı böcek türleri (Devamı)

16	Ağustos böceği	<i>Cicada</i> sp.	Hemiptera
17	Yeşil yaprak biti	<i>Aphis</i> spp.	Hemiptera
18	Kalkan böceği	<i>Carpocoris purpureipennis</i>	Hemiptera
19	Mısır yaprak biti	<i>Rhopalosiphum maidis</i>	Hemiptera
20	Siyah yaprak biti	<i>Aphis fabae</i>	Hemiptera
21	Sahte çinç böceği	<i>Nysius raphanus</i>	Hemiptera
22	Çizgili havuç tahtakurusu	<i>Graphosoma lineatum</i>	Hemiptera
23	Rıhtım böceği	<i>Coreus marginatus</i>	Hemiptera
24	Fas çekirgesi	<i>Doclostaurus maroccanus</i>	Orthoptera
25	Çayır çekirgesi	<i>Orchelimum vulgare</i>	Orthoptera
26	Madrap çekirgesi	<i>Locusta migratoria</i>	Orthoptera
27	Yeşilçekirge	<i>Tettigonia viridissima</i>	Orthoptera
28	Koni başlı çekirge	<i>Acrida ungarica</i>	Orthoptera
29	Çalı katidid çekirgesi	<i>Scudderia furcata</i>	Orthoptera
30	Çayır katidid çekirgesi	<i>Poecilimon</i> spp.	Orthoptera
31	Kırmızı asker böceği	<i>Rhagonycha fulva</i>	Coleoptera
32	Siyah asker böceği	<i>Cantharis nigra</i>	Coleoptera
33	Teke böceği	<i>Cerambyx cerdo</i>	Coleoptera
34	Dip kurdu	<i>Capnodis tenebrionis</i>	Coleoptera
35	Ekin kambur böceği	<i>Zabrus</i> spp.	Coleoptera
36	Haziran böceği	<i>Polyphylla fullo</i>	Coleoptera
37	Çiçek tripsi	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Thysanoptera



Şekil 4.83. Çalışmada tespit edilen böcek takımlarının sayısal dağılımı.

4.3.4 Aylık Değişim

ŞS ve SSM'nin farklı çeşitlerinde zararlı böceklerin popülasyonu aylara, yıllara, çeşitlere ve biçim yüksekliklerine göre izlenmiştir. Projede ilk yılın haziran ayında ŞS ve SSM çeşitlerinde 224, temmuz ayında 116, ağustos ayında 555, eylül ayında 656 ve ekim ayında ise 840 adet zararlı böcek bulunmuşken, 2020 yılının toplam zararlı böcek sayısı 2391 olmuştur. Projenin ikinci yılında toplam 1208 adet zararlı böcek kayıt altına alınmıştır. Bunların; 425 adeti haziran ayında, 260 adeti temmuz ayında, 228 adeti ağustos ayında, 153 adeti eylül ayında ve 142 adet zararlı böceği ise ekim ayında rapor edilmiştir.

En yüksek (114 adet) zararlı böcek popülasyonu Topper-76 çeşidinde, en az ise (7 adet) Nutri Honey çeşidinde ortaya çıkmıştır. İkinci yılın haziran ayında en yüksek (149 adet) zararlı böcek popülasyonu Topper-76 çeşidinde, en az popülasyon ise (78 adet) Nutrima çeşidinde görülmüştür. İlk yılın temmuz ayındaki verilere bakıldığında, en yüksek (49 adet) zararlı böcek popülasyonu Topper-76 çeşidinde elde edilmişken, en az (14 adet) zararlı böcek popülasyonu ise Nutri Honey çeşidine ait bitki parsellerinde müşahade edilmiştir. 2020 yılın ağustos ayında zararlı böceklerin en yüksek (244 adet) popülasyonu Nutri Honey çeşidinde bulunmuşken, en az (41 adet) popülasyonu ise M81-E çeşidinde belirlenmiştir. Aynı yılın Eylül ayında en fazla (242 adet) zararlı böcekler Nutrima çeşidine ait bitki parsellerinde kayıt altına alınmışken, en az (116 adet) zararlı böcek popülasyonu ise Topper-76 çeşidinde bulunmuştur. Ekim ayında en yüksek zararlı böcek popülasyonu 279 adet birey ile Nutri Honey çeşidine ait bitki parsellerinde ortaya çıkmışken, en az zararlı böcek popülasyonu ise 148 adet birey ile Topper-76 çeşidine ait bitki parsellerinden elde edilmiştir (Tablo 4.135).

İkinci yılın haziran ayında zararlı böceklerin en yüksek popülasyonu (149 adet) ŞS'un Topper-76 çeşidinde ve en az ise (78 adet) ise SSM'nin Nutrima çeşidinde bulunmuştur. Temmuz ayında en fazla zararlı böcek 93 adet olmak üzere SSM'nin Nutri Honey çeşidinde gözlemlenmişken, en az (32 adet) zararlı böcek popülasyonu ise ŞS'un M81-E çeşidinde görülmüştür. Aynı yılın ağustos ayındaki en yüksek zararlı böcek popülasyonu 152 adet birey ile M81-E çeşidinde rapor edilmişken, en az (7 adet) zararlı böcek popülasyonu ise SSM'nin Nutrima çeşidinde bulunmuştur. Ayrıca, eylül ayında en yüksek (73 adet) zararlı böcek popülasyonu ŞS'un Topper-76 çeşidinde, en azı ise 15 adet birey ile SSM'nin Nutri Honey çeşidinde ortaya çıkmıştır. Proje çalışmalarının ikinci yılının Ekim ayında zararlı böceklerin en yüksek popülasyonu (54 adet) M81-E çeşidinde, en az popülasyonu (27 adet) ise Topper-76 çeşidine ait bitki parsellerinden elde edilmiştir.

Tablo 4.135. Aylara göre ŞS ve SSM'nin 2020 ve 2021 yılları ile iki yıllık toplam böcek popülasyonu (adet)

Dönem	2020				2021			
	ŞS		SSM		ŞS		SSM	
Haziran	50	114	53	7	79	149	78	119
Temmuz	32	49	21	14	32	49	86	93
Ağustos	41	51	219	244	152	56	7	13
Eylül	138	116	242	160	35	73	30	15
Ekim	207	148	206	279	54	27	28	33
Toplam	468	478	741	704	352	354	229	273
Ortalama	93,6	95,6	148,2	140,8	70,4	70,8	45,8	54,6

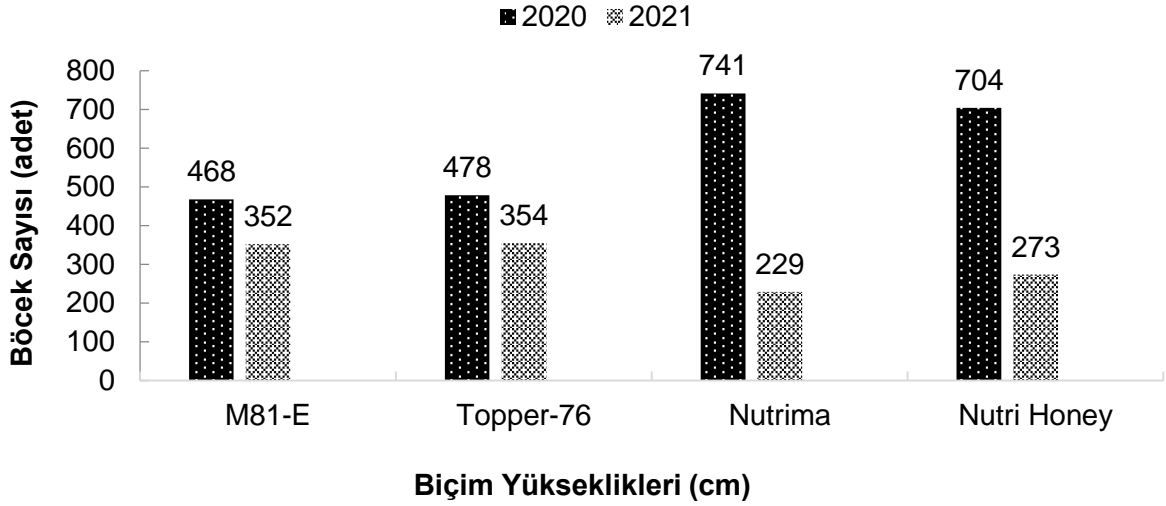
ŞS: Şeker sorgum, SSM: Sorgum sudan otu melezi

4.3.5 Çeşitler Göre Değişim

Proje süresince (2020-2021) sorgumun farklı çeşitlerinde zararlı böceklerin popülasyonu sorgum çeşitlerine değişimi göre Şekil 4.84'te verilmiştir. Çalışmanın ilk yılında (2020) en yüksek zararlı böcek popülasyonu (741 adet) Nutrima çeşidinde tespit edilirken, bunu 704 adet bireyle Nutri Honey çeşidi izlemiştir. Zararlı böceklerin en düşük popülasyonu 468 adet bireyle M81-E çeşidinde belirlenirken, bunu 478 adet bireyle Topper-76 çeşidi izlemiştir. 2020 yılında en az zararlı böcek popülasyonu şeker sorguma ait bitki parsellerinde bulunmuştur. Bunun nedenleri arasında şeker sorgum parsellerinde faydalı böcek böcek popülasyonunun fazla olmasından kaynaklanmıştır.

Çalışmanın ikinci yılında (2021) en fazla zararlı böcek popülasyonu 354 adet bireyle ŞS'un Topper-76 çeşidinde gözlemlenirken, bunu 352 adet bireyle ŞS'un M81-E çeşidi izlemiştir. Aynı yılda en düşük zararlı böcek popülasyonu 229 adet bireyle SSM'nin Nutrima ve 273 adet bireyle SSM'nin Nutri Honey çeşitlerinde tespit edilmiştir.

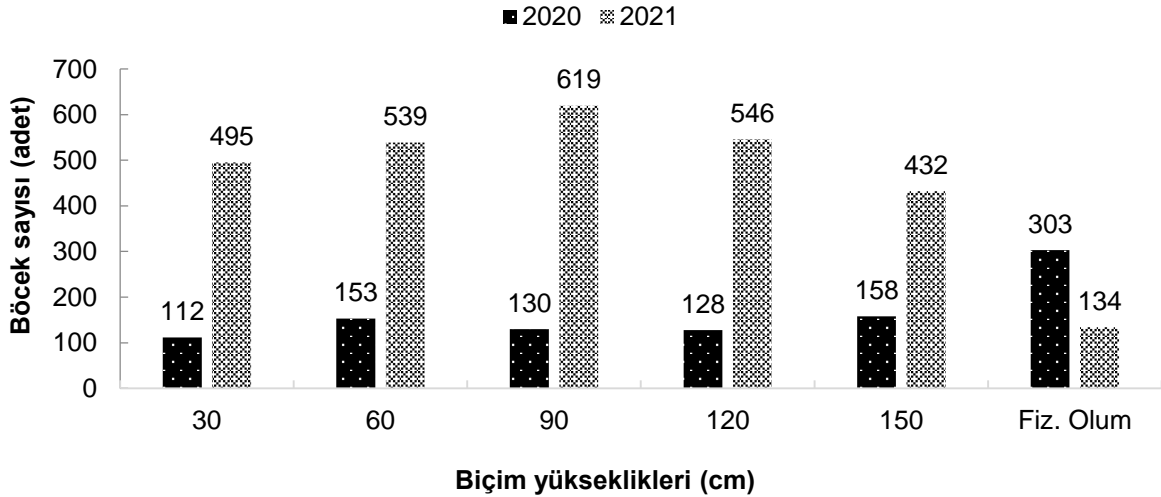
Zararlı böceklerin iki yıllık popülasyonlarında ise, ilk yıl (2020 yılında) en fazla zararlı böceklerle SSM'nin Nutrima çeşidi konukçuluk etmişken, 2021 yılında bu çeşitte en az zararlı böceğe raslanılmıştır.



Şekil 4.84. Zararlı böcek sayısının sorgumun farklı çeşitlerine göre dağılımı.

4.3.6 Bıçım Yüksekliklerine Göre Değişim

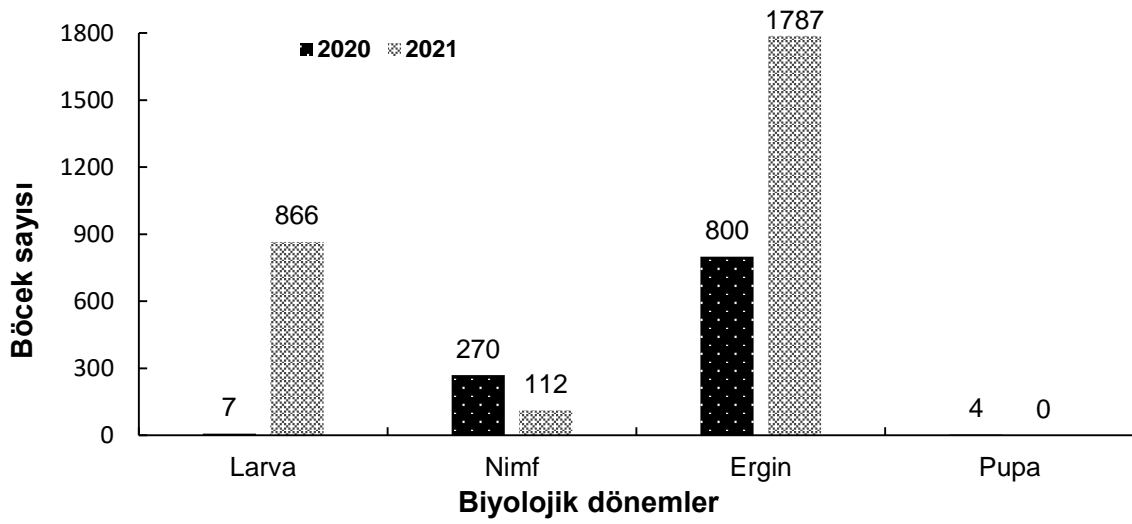
Denemede bitkilerin farklı bıçım yüksekliklerine göre zararlı böcek popülasyonu da takip edilmiştir. Elde edilen iki yıllık verilerin sonuçlara göre, en yüksek (619 adet birey) zararlı böcek popülasyonu ikinci yılda bitkileri 90 cm yükseklikten bıçılan parsellerinde belirlenirken, bunu aynı yılda (2021) 546 adet birey ile 120 cm yükseklikten bıçılan bitki parselleri izlemiştir. En düşük zararlı böcek popülasyonu ise denemenin ilk yılında (2020) 112 adet bireyle bitkileri 30 cm yükseklikten bıçılan parsellerde gözlemlenmiştir (Şekil 4.85).



Şekil 4.85. Zararlı böcek sayısının farklı bıçım yüksekliklerine göre dağılımı

4.3.7 Biyolojik Dönemlerine Göre Değişim

Araştırmanın ilk yılında zararlı böceklerin en fazla (1787 adet birey) görüldüğü dönem ergin biyolojik dönem olurken, bunu 866 adet bireyle larva dönemi izlemiştir. Bununla beraber bu yılda zararlı böceklerin pupa biyolojik dönemine hiç rastlanmamıştır. Araştırmanın ikinci yılında da zararlı böceklerin ergin biyolojik dönemi 800 adet bireyle en yüksek oranda ortaya çıkarken, en az ise 4 adet bireyle zararlı böceklerin pupa dönemine göre iki yıllık sonuçlar bakımından zararlı böcekler incelenen bitkilere en fazla ergin biyolojik dönemde zarar vermiştir (Şekil 4.86).



Şekil 4.86. Farklı biyolojik dönemlere göre zararlı böcek sayısının iki yıllık dağılımı.

5. TARTIŞMA

5.1 Bitkisel Özellikler

5.1.1 Ot Verimi ve Kuru Madde Oranı

Bitkiler önce yavaş, sonra hızlı, gelişmenin sonuna doğru ise yeniden yavaş büyürler (Altın vd., 2011a). Büyümenin başlangıcında fotosentez dokusu az olduğu için buna bağlı olarak özümleme ürünlerinin üretimi de az olmaktadır. Fakat büyüme ilerledikçe fotosentez dokusu da artıp daha fazla organik kütle üretilmektedir. Vejetatif büyüme generatif döneme kadar sürekli artış halindedir. Generatif dönem ile birlikte fotosentez ürünleri vejetatif dokular (kök, dal, yaprak) yerine, generatif organlara taşınmaktadır (Altın vd., 2011a). Bu da gelişmenin bu aşamasında ot verimindeki artışı sınırlandırmaktadır (Larcher, 1995, Chattha vd., 2017). Bu sebeple denemede 30 cm biçim yüksekliğinden itibaren fizyolojik oluma kadar yapılan biçimlerde ot verimleri düzenli ve sürekli olarak artmıştır. Ülkemizde sorgum ile yürütülen denemelerde değişik verim değerleri elde edilmiştir. Örneğin, Aydınoğlu ve Çakmakçı (2018) ortalama yeşil ot verimini 4600-8188 kg/da ve kuru ot verimi de 1187-2037 kg/da arasında değiştiğini belirtmiştir. Bingöl'de 13 farklı sorgum çeşidi ile yapılan çalışmada çeşitlerin ortalama yeşil ot verimleri 7323,4 kg/da ve ortalama kuru ot verimleri 1308,0 kg/da olarak raporlanmıştır (Özmen, 2017). Farklı bölgelerde yapılan diğer çalışmalarda ise ortalama yeşil ot verimleri Şanlıurfa'da 10.000-11.000 kg/da (Tansı vd., 1991), Konya'da 14.641,3-19.038,7 kg/da (Acar vd., 2000), Çanakkale'de 2288,8-4716,6 kg/da (Semerci ve Baytekin, 2017), Aydın'da ortalama 6730 kg/da (Sürmen ve Kara, 2022), 4650-6260 kg/da (Çelik ve Türk., 2021) arasında değerler tespit edilmiştir. Ortalama kuru ot verimleri ise 1308,0 kg/da (Özmen, 2017), 609,5-1183 kg/da (Tosunoğlu 2014), 1654 kg/da (Çeçen vd., 2005), 810-2110 kg/da (Kara vd., 2019), 1350-2840 kg/da (Kır ve Şahan., 2019) ve 1480 kg/da (Sürmen ve Kara, 2022) arasında değişim göstermiştir.

Çeşitler değişik genetik yapıya sahip olduklarından, belirli bir yetiştirme ortamında çevre faktörlerine karşı farklı tepkiler verebilecekleri için ot üretimlerinin de farklı olması beklenen bir durumdur. Nitekim bu çalışmada da çeşitler arasında bu farklılık ortaya çıkmıştır. Şeker sorgumun Topper-76 çeşidi diğerlerinden önemli ölçüde daha az ot verimine sahip olmuştur (Tablo 4.2 ve 4.4).

Büyüme hücre bölünmesi ve genişlemesi suretiyle ortaya çıkmaktadır (Taiz ve Zeiger, 2008). Dolayısıyla büyümekte olan bitkilerde hücre bölünme ve genişlemesi yoğun bir şekilde gerçekleşmektedir. Hücreler genç olduğundan birçok hücrede çeper gelişimi tamamlanmamıştır. Daha fazla protoplazma içeren hücrelerde su oranı da fazladır. Bu sebeple

büyüme başlangıcında kuru madde oranı düşüktür. Büyüme ilerledikçe bir yandan olgun hücrelerin oranı artmakta, diğer yandan yaprak/sap oranı azalmaktadır (Nelson ve Moser, 1994). Bu durum, bu çalışmada belirlendiği gibi kuru madde oranını yükseltmektedir. Yapılan benzer çalışmalarda da büyümeye bağlı olarak ot üretimleri ve kuru madde oranlarında artışlar olduğunu tespit etmişlerdir (Al-Rokayan vd., 1998; Crovetto vd., 1998; Tolera vd., 1998; Çakmakçı vd., 1999; Di Marco vd., 2002; Akdeniz vd., 2003; Habyarimana vd., 2004). Büyüme başlangıcı ile büyüme sonları kıyaslandığında ortalama yeşil ot verimi %24, kuru ot verimi %10 ve kuru madde oranı %68 artmıştır.

5.1.2 Yaprak, Sap ve Salkım Oranları

Bitkilerde yaprak miktarı ot kalitesini belirleyen önemli unsurların başında gelmektedir. Yapraklar protein, vitamin ve mineral maddeler bakımından saplardan daha zengin, selüloz, hemiselüloz ve lignin içerikleri ise daha düşüktür (Başbağ ve vd., 2000). Biçimdeki bitki boylarının artışına bağlı olarak farklı sorgum çeşitlerinin yaprak oranlarında düşüşler gerçekleşmiştir. 30 cm boya ulaştıktan sonra hasat edilen bitkilerdeki ortalama yaprak oranları %65,43 iken, bu oran fizyolojik olum döneminde hasat edilen bitkilerde %11,51'e kadar düşüş göstermiştir. Bu değişim çeşitlere göre önemsiz düzeyde kalmıştır. Bunun aksine bitkide büyümeye bağlı olarak bitkinin sap ve salkım oranlarında artışlar kaydedilmiştir. Buna göre büyüme başlangıcında bitkinin sap ve salkım oranı %34,19 ve %0,38 iken, büyümenin sonunda bu oranlar %68,94 ve %19,55'e kadar yükselmiştir (Tablo 4.8 ve Tablo 4.10). Kısaca sorgum sudan otu ve şeker sorgum çeşitlerinde büyümeye bağlı olarak yaprak oranı azalırken, sap ve salkım oranları artmıştır. Bunun temel nedeni büyüme başlangıcında bitkinin toplam biomasında yaprak oranı fazladır. Fakat büyümenin ilerlemesine bağlı olarak saplarda meydana gelen uzama sap kısmının bitkideki oranını atışmıştır. Generatif döneme geçiş ile birlikte ise salkım oranlarında artışlar olmuş ve bu fizyolojik olum döneminde en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Bitkilerde büyümeye bağlı olarak toprak üstü kütlesi de arttığı için bu kütleyi taşıyacak daha sağlam gövde oluşturmak zorundadır. Bu da hücre çeperi maddelerinden selüloz, hemiselüloz ve lignin gibi yapısal karbonhidratların artışı ile sağlanmaktadır. Bu yüzden sapsal bitkinin gelişmesini takiben giderek daha kalın ve sağlam bir yapı kazanırlar. Bu da bitki gelişimi ilerledikçe toplam bitki kütlesi içerisinde yaprak oranında azalma, sap ve salkım oranlarında ise artışlara sebep olmuştur (Kılınç, 2022). Çeşitlere göre ise sadece salkım oranlarında farklılık ortaya çıkmış, bu fark ise çeşitlerinden genetik farklılıklarından kaynaklanmıştır (Tablo 4.12). Çanakkale'de Buğday ile ilgili yapılan araştırmada başak/salkım oluşturma döneminden süt olum dönemine doğru ilerledikçe yaprak/sap oranında düzenli düşüş görüldüğü tespit edilmiştir (Kılınç, 2022). Yapılan bir diğer

çalışmada Taş (2010) buğdayın çiçeklenmeden süt olum dönemi biçimlerine kadar yaprak/gövde oranı %0,197'den % 0,146'ya düştüğü saptamıştır (Taş, 2010). Yapılan bir diğer çalışmada 53 adet sorgum hattı ve 4 adet ise farklı sorgum çeşitlerinin ortalama yaprak oranları %60-80 ve sap oranlarının ise %20-40 arasında değiştiği görülmüştür (Erdurmuş vd., 2021). Yapılan diğer çalışmalarda ise yaprak oranları (Özköse vd., 2015) %19,3-38,1, (Çoban ve Acar, 2018) %11,7-20,3, (Yıldız vd., 2018) %8,9-12,9 ve Demir (2020) %6,2-20,9, sap oranlarının ise (Özköse vd., 2015) %61,9-80,7, (Daniel vd., 2017) %85,1-88,3, (Çoban ve Acar, 2018) %79,7-89,3, (Yıldız vd., 2018) %52,4-69,7 ve (Demir, 2020) %74,7-91,5 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

5.1.3 Kök Miktarı

Kök bitkisel üretimde temel rol oynar. Bitkiye su ve besin elementi sağlamaktadır. Bunun yanında bitkinin toprağa tutunması için destek görevi görmektedir. Metabolizma olaylarında görev almaktadır. Bitkinin büyümesini ve işleyişini kontrol eden hormonal dengeye katkıda bulunur (Willigen ve Van Noordwijk, 1987; Toure vd., 2018). Bir bitkinin vejetasyon dönemindeki köklerin büyüme hızları çevre koşullarına ve bitki büyüme ve gelişiminin genetik programına uygun olarak gelişim göstermektedir. Toprak üstü aksamın gelişimi toprakaltı kök gelişimi ile doğru orantılıdır (Blaha, 2019). Bitkide büyümeye bağlı olarak kök gelişimi sürekli artış göstermektedir (Brown, 1984). Nitekim yapmış olduğumuz çalışmada da bitkilerde hasat zamanındaki boy artışına bağlı olarak bitki başına kök miktarlarında artışlar olmuştur. İki yıllık ortalama verilere göre hasatta en dipten biçilen (30 cm) bitkilerin ortalama kök miktarları 6,06 g/bitki iken, bu rakam en yüksek boyda hasat edilen (fizyolojik olum) parsellerdeki bitkilerde 31,70 g/bitki'ye yükselmiştir. Bununla beraber çeşitlere göre ortalama kök miktarlarında şeker sorgum çeşitleri daha fazla kök üretmişlerdir (Tablo 4.14). Çeşitlere göre bu farklılık çeşitler arasındaki değişiklik göstermesi genetik olarak farklılıklarından kaynaklanmaktadır (O'Toole ve Bland, 1987; Gregory, 1994; Kujira vd., 1994; Marschner, 1998; Fageria. 2009; Fageria ve Moreira, 2011).

5.1.4 Karbon ve Azot Oranları

Farklı sorgum çeşitlerinin yaprak ve sap kısımlarındaki karbon içerikleri bitki boyunun değişimine bağlı olarak farklılık göstermiştir. Yani bitkilerde büyümeye bağlı olarak yapraklardaki karbon içerikleri azalırken, saplarda biriken karbon düzeyleri artmıştır. Bitkinin yapraklarındaki karbon içerikleri büyüme başlangıcından sonuna kadar yaklaşık olarak %6 oranında düşerken, sap kısmında ise %4 oranında artış göstermiştir (Tablo 4.16 ve 4.18). Azot

içerikleri ise yaprak ve sap kısımlarında benzer değişimler sergilemiştir. Bitkilerde büyümeye bağlı olarak yaprak ve sapslarında biriken azot miktarlarında düşüşler olmuştur. Büyüme başlangıcı ile büyüme sonunda yapraklardaki azot birikimi %47 ve sapslardaki azot birikimleri ise %87 oranında düşmüştür (Tablo 4.20 ve 4.22). Bir bitkinin azot kapsamı karbon içeriğiyle yakından ilişkilidir. Bitkideki yüksek azot konsantrasyonu daha yüksek fotosentez kapasitesine neden olurken, buda daha yüksek solunuma yol açmaktadır (Chapin vd., 1987; Lambers vd., 1989). Buna bağlı olarak fotosentezde daha fazla azot, solunumda ise daha fazla karbon kullanılmaktadır (Poorter ve Remkes, 1990). Bitkilerin fotosentez kapasiteleri genç dönemlerde daha fazla, yaşlı dönemlerde ise daha düşüktür. Çünkü genç dönemlerde yaprak oranları daha yüksektir. Yaprakların fotosentez kapasiteleri yüksek olduğu için sap ve köklere nazaran daha fazla azot ve besin madde içeriğine sahiptir (Poorter vd., 1990). Bitkinin fotosentez kapasitesine yaprağın pozisyonu, bitkinin yası ve çevresel faktörler (sıcaklık, yağış, gün ışığı, besin) birçok faktör etki etmektedir (Constable ve Rawson, 1980; Bhagsari, 1988; Lieth ve Pasian, 1990; Rodriguez-Montero, 1997; Aighewi ve Ekanayake, 2004; Hgaza vd., 2009).

5.1.5 Ham Protein Oranı

Sorgum çeşitlerinin ham protein içerikleri yaprak ve sap kısımlarına, çeşitlere ve biçimdeki bitki boyuna göre önemli değişim göstermiştir. İki yıllık ortalama sonuçlara göre yaprakların ham protein içerikleri %11,42 iken bu oran sap kısmında %6,75 oranında gerçekleşmiştir. Yani yapraklardaki ham protein oranları sapslardakinden yaklaşık olarak %40 daha fazla gerçekleşmiştir. Çeşitlere göre ham protein içeriklerinde yaprak kısımlarında Nutri Honey ve Topper-76 çeşitleri, sap kısmında ise sadece Topper-76 seker sorgum çeşidi ön plana çıkmıştır. Bununla beraber biçimdeki bitki boyuna göre yaprak ve sap kısımların ham protein içerikleri bitki boyunun artısına yani bitkide büyümeye bağlı olarak düşüş göstermiştir. Bu düşüş yapraklarda %64, sapslarda ise %60 oranında gerçekleşmiştir. Bitkilerde yapraklarda daha fazla ham protein içermesinin nedeni fotosentez kapasiteleri yüksek olduğu için sap ve köklere nazaran daha fazla azot ve besin madde içeriğine sahip olmasından kaynaklanmaktadır (Poorter vd., 1990). Yapılan benzer çalışmalarda da biçim devrelerinin ilerlemesine bağlı olarak yaprak ve sapsların ham protein oranlarında düşüşler tespit edilmiştir (Jung vd., 1964; Worker ve Marble 1968; Wedin, 1970; George ve Worker, 1973; Okuyucu, 1980; Kallah vd., 1999; Keskin vd., 2005; Karataş ve Tansı, 2011). Çeşitlere göre ortaya çıkan farklılık bitkilerin genetik olarak farklılıklarından kaynaklanmaktadır. Bitkilerde olgunlaşmaya bağlı olarak ham protein oranlarında düşüşler olmuştur. Yani en yüksek protein bitkilerin genç oldukları büyüme başında belirlenmiştir. Büyüme başlangıcında bitkiler daha çok bölünür

hücrelere sahiptir (Taiz ve Zeiger, 2008). Bu hücrelerde fizyolojik faaliyetler yüksektir. Canlılardaki biyokimyasal tepkimelerin tamamın enzimlerin katalizörlüğünde gerçekleşmektedir. Enzimler ise proteinlerden meydana gelmektedir. Dolayısıyla bitkilerin büyüme başlangıcında daima protein oranı yüksektir (Gökkuş ve ark., 2011). Büyümenin ilerlemesi ile birlikte azalan fizyolojik faaliyetlere bağlı olarak ham protein oranı da azalmaktadır (Kamstra ve ark. 1968; Pieper ve ark. 1974; Towne ve Ohlenbusch, 1992). Farklı sorgum çeşitleri ile yapılan çalışmalarda ortalama ham protein içerikleri yapraklarda %14-15, saplarda ise %3-4 arasında değerlere sahip olmuştur (Karataş ve Tansı, 2011). Dört farklı sorgum çeşidi ile yapılan çalışmada tüm bitkinin ortalama ham protein oranı %5 civarında olduğu belirlenmiştir (Keskin vd., 2005). Bingöl'de 13 farklı sorgum çeşidi ile yapılan çalışmada türlerin ortalama ham protein oranları %4,81 olduğu ortaya çıkmıştır (Özmen, 2017). Yürütülen diğer araştırmalarda ortalama ham protein oranları %9,5-10,2 (Kozłowski vd., 2006), %7,2 (Marsalis vd., 2010), %7,1-9,7 (Arslan ve Çakmakçı, 2011), %7,2-8,8 (Canbolat, 2012) ve %8,3 (Tosunoğlu, 2014) arasında değerlere sahip olmuştur.

5.1.6 Ham Kül ve Mineral Element İçerikleri

Farklı sorgum çeşitlerinin mineral element içeriği ile makro (fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, sodyum) ve mikro element içerikleri (demir, bakır, çinko, mangan, bor, kadmiyum, nikel, kobalt, krom, kursun) bitki yaprak ve saplara, çeşitlere ve bitkilerin hasat zamanındaki boylanma durumlarına göre önemli oranda değişim göstermiştir. Genel olarak yaprakların makro ve mikro element içerikleri sap kısımlarından da yüksek bulunmuştur. Yaprakların element içerikleri sırasıyla ham kül oranlarında %24,8, fosfor %15,3, potasyum %24,7, kalsiyum %32,2, magnezyum %21,1, sodyum %19,2, demir %7,7, bakır %8,1, mangan %15,1, kadmiyum %31,2, nikel %16,9, krom %8,5 ve kurşunda %13,6 oranında saptan daha yüksek bulunmuştur. Sadece çinkoda %5,9 ve borda %6,2 daha düşük içeriğe sahip olurken, sap ve yaprakların kobalt içerikleri ise aynı düzeyde kalmıştır. Yaprakların protein, vitamin ve mineral madde içerikleri saplara göre daha yüksek iken, selüloz, hemiselüloz ve lignin içerikleri ise daha düşüktür (Başbağ vd., 1999). Dolayısıyla yapmış olduğumuz çalışmada yaprakların makro ve mikro element içeriklerinin yüksek olması yukarıdaki nedenden kaynaklanmaktadır. Bununla beraber yaprakların fotosentez kapasiteleri yüksek olduğu için sap ve bitkinin diğer kısımlarına nazaran daha fazla azot ve besin madde içeriği üretmektedir (Poorter vd., 1990). Sorgum çeşitlerinin element içerikleri birbirlerinden önemli ölçüde farklılık göstermiştir. Bu değişim çeşitlerin genetik olarak farklı olmalarından kaynaklanmıştır (Manga ve Acar, 1988; Beadle, 1993; Khan vd., 2006; Kering vd., 2011; Özyazıcı ve Açıkbaş, 2019). Yapılan araştırmada sorgum x sudanotu melezi çeşitlerinin

sudanotu çeşidine göre genel olarak daha yüksek mineral madde içerdiği, tür ve çeşitler arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Bu durum, tür ve/veya çeşitlerin genetik farklılıkları ile birlikte topraktan alınan besin madde miktarları ile ilgilidir (Özyazıcı ve Açıkbaş, 2020). Bununla beraber yapılan çalışmalarda P, K, Ca ve Mg oranlarının bitki türüne göre (Başbağ ve ark., 2011; Gülümser vd., 2017; Gürsoy ve Macit, 2017; Başbağ vd., 2018; Polat ve Bayraklı, 2019), hatta aynı tür içindeki farklı çeşitlere göre anlamlı düzeyde farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir (Lema vd., 2004; Markovic vd., 2014; Engin ve Mut, 2018; Özyazıcı vd., 2018a ve 2018b; Turan vd., 2018; Özyazıcı ve Açıkbaş, 2019; Tan, 2019; Özyazıcı ve Açıkbaş, 2020). Sorgum sudan otu ve seker sorgum çeşitlerinin makro ve mikro element içerikleri biçimdeki bitki boyunun artışına bağlı olarak düşüş göstermiştir. Yani bitkilerde olgunlaşmaya bağlı olarak element içeriklerinde azalmalar meydana gelmektedir. Bu azalma ham kül oranında %9'dan %6'ya, fosforda %0,350'den %0,130'a, potasyumda %2,900'den, %0,600'e, kalsiyumda %0,800'den %0,150'ye, magnezyumda %0,360'dan %0,130'a, sodyumda 500 ppm'den 200 ppm'e, demirde 50ppm'den 20 ppm'e, bakırda 20 ppm'den 10 ppm'e, çinkoda 50 ppm'den 20 ppm'e, manganda 20 ppm'den 10 ppm'e, borda 24 ppm'den 12 ppm'e, kadmiyumda 500 ppm'den 120 ppm'e, nikel ve kobalıtta 1,500 ppm'den, 0,300 ppm'e, kromda 1,700 ppm'den 0,800 ppm'e ve kurşunda ise 3,000 ppm'den 1,500 ppm'e kadar düşüşler gerçekleşmiştir. Bitkilerin özellikle hızlı büyüdükleri dönemde mineral element ihtiyaçları yüksektir. Zira mineral elementlerin çoğu fizyolojik faaliyetlerin yoğun olduğu protoplazmada, daha azı da hücre çeperinde bulunmaktadır (Spears, 1994). Büyümenin ilerlemesi ile bitkilerde çeper bileşiklerinin artışına bağlı olarak toplam organik maddenin mineral maddeye oranı da arttığı için, büyüme ile otun mineral element içeriği de azalmıştır. Bir diğer görüş ise bitkilerde olgunlaşmaya bağlı olarak mineral element içeriklerindeki düşüşün nedeni bu süreçte artan kuru madde miktarıdır (Kaçar, 2012). Yapılan çalışmalarda da olgunlaşmaya bağlı olarak makro ve mikro element içeriklerinde düşüşler tespit edilmiştir (McDowell, 1996; Tekeli vd., 2003; Brink vd., 2006; Türk vd., 2007; Schlegel vd., 2016; Can ve Ayan, 2017; Özyazıcı ve Açıkbaş, 2020). Meralarda yapılan bir diğer çalışmada bitkilerde olgunlaşmaya bağlı olarak mineral element içeriklerinde azalmalar olduğu belirlenmiştir (Gökkuş vd., 2012).

5.1.7 Ham Yağ Oranı

Yapılan araştırmada ham yağ oranları yaprak ve sap kısımlarına, çeşitlere ve biçim yüksekliklerine göre önemli değişim göstermiştir. Çeşitlere göre yağ içeriğindeki değişimler sadece sap kısımlarının yağ içeriklerine göre önemli olmuştur. Seker sorgum çeşitlerinin sapsaplarına ait yağ düzeyleri sorgum sudan otu çeşitlerinden %11,4 oranında daha yüksek

düzeyde gerçekleşmiştir. Bu farklılık çeşitlerin genetik olarak farklılıklarından kaynaklanmıştır (Özyazıcı ve Açıkbaş, 2020). Bunun yanında bitkilerin sap ve yapraklarının ham yağ içerikleri de önemli düzeyde değişmiştir. Genel olarak yaprakların ortalama ham yağ içerikleri saplardan %37,3 oranında daha yüksek olmuştur. Bunun nedeni yapraklardaki metabolik faaliyetlerinden saplardan daha hızlı ve yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Bunun yanında yaprakların fotosentez kapasiteleri yüksek olduğu için sap ve bitkinin diğer kısımlarına nazaran daha fazla azot ve besin madde içeriği üretmektedir (Poorter vd., 1990). Yaprakların protein, vitamin ve mineral madde içerikleri saplara göre daha yüksek iken, selüloz, hemiselüloz ve lignin içerikleri ise daha düşüktür (Başbağ vd., 1999). Yem bitkilerinde yaprak oranının yüksek olmasının yem kalitesi açısından önemli bir kriter olduğu, çünkü yaprak oranı ile otun ham protein, sindirilebilir ham protein, mineral madde oranları ve kuru maddenin sindirilebilirliği arasında yakın ilişkiler bulunduğunu ve bunun temel nedeninin ise yaprağın sapa göre daha yüksek oranda ham protein, ham yağ ve daha düşük oranda selüloz içermesine bağlı olduğunu bildirmiştir (Açıkgöz, 2001). Hasat dönemindeki bitki boyu arttıkça yaprak ve saplardan ham yağ düzeylerinde azalmalar olmuştur. Yani bitkiler büyümenin ilerlemesine bağlı olarak yaprak ve saplarda biriktirdikleri yağ düzeylerinde düşüşler gerçekleşmiştir. Nitekim büyüme başlangıcında yaprak ve saplardaki ham yağ içerikleri büyüme sonunda yaklaşık olarak %33,9 ve %41,2 oranında düşmüştür (Tablo 4.32 ve 4.34). Yağlar bitkide biyolojik zararların fonksiyonları ve devamlılığında, tohumlarda depolanan besin madde formu ve protoplazmanın sağlamlığı açısından oldukça önemlidir. Yağlar bitkinin kök, gövde, yaprak, çiçek ve tohumlarında bulunmakta olup, bu organları dış etkenlere karşı korumaktadırlar. Yağ oranları bitki kısımlarına göre değişebildiği gibi türlere ve genotiplere göre de değişiklik göstermektedir. Ayrıca bitkinin yağ içeriği dönemlere bağlı olarak da değişmektedir (Pallardy, 2008). Yapılan benzer çalışmalarda 58 sorgum genotipinin ile 3 sorgum çeşidinin yağ içeriği ortalama %2,32-5,74 arasında değişmiştir (Kaplan vd., 2016). Bir diğer çalışmada ise sorgum çeşidinin ortalama yağ içeriği %5,63 bulunmuştur (Osman vd., 2000). Yapılan başka bir çalışmada 3 farklı sorgum varyetesinin ortalama ham yağ içeriği %1,5-2,23 arasında değiştiği gözlenmiştir (Pontieri vd., 2021). Yürütülen bir diğer araştırmada sorgum çeşitlerinin ham yağ içeriklerinin %2,6-3,1 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Canbolat, 2012).

5.1.8 Tanen, NDF, ADF ve ADL Oranları

Bitkilerin tanen içerikleri ile hücre çeperi bileşenleri (NDF, ADF ve ADL) yapılan alışmada çeşitlere (Nutri Honey, Nutrima, M81-E ve Topper-76), bitki kısımlarına (yaprak ve sap) ve biçimdeki bitki boyuna göre öneli oranda değişim göstermiştir. Çeşitlerin sindirim düzeylerinde (tanen, NDF, ADF ve ADL) en düşük değerler seker sorgum çeşidinden Topper-76 çeşidinde,

en yüksek değerler ise Nutri Honey çeşidinde belirlenmiştir. Çeşitler arasında ortaya çıkan bu farklılık çeşitlerin genetik olarak farklı olmalarından kaynaklanmıştır (Özyazıcı ve Açıkbaş, 2020). Bitki kısımlarına göre ise yapraklardaki hücre çeperi bileşenleri sap kısımlarına göre daha düşük düzeylerde kalmıştır. Nitekim yaprakların tanen içerikler sap kısmından %4,5, NDF oranı %4,3, ADF oranı %9,2 ve ADL oranı ise %16,1 daha düşük düzeylerde kalmıştır. Genel olarak yem bitkilerinde yaprakların besin madde içeriği ile sindirilme oranları saplara göre daha yüksektir. Nitekim yem bitkilerinde ot kalitesini artıran en temel faktörlerin basında otun yaprak oranının yüksek olması gelmektedir. Ayrıca yaprakların fotosentez kapasiteleri yüksek olmasından dolayı bitkinin diğer kısımlarına nazaran daha fazla azot ve besin madde içeriğine sahiptir (Poorter vd., 1990). Yaprakların protein, vitamin ve mineral madde içerikleri saplara göre daha yüksek iken, selüloz, hemiselüloz ve lignin içerikleri ise daha düşüktür (Başbağ vd., 1999; Oba ve Allen, 1999; Budak ve Budak, 2014; Gökkus vd., 2016). Bunun yanında sorgum çeşitlerinin sindirim bileşenleri (tanen, NDF, ADF ve ADL oranları) bitkilerin olgunlaşmasına bağlı olarak artış göstermiştir. Büyüme başlangıcında (30 cm yükseklikte yapılan hasatlarda) tanen oranı %0,150 iken, bu oran büyüme sonunda (fizyolojik olum döneminde yapılan hasat) %0,220'ye kadar yükselmiştir. Benzer şekilde NDF'de %57'den %65'e, ADF'de %33'ten %37'ye ve ADL ise %2,80'den %4,70'e kadar yükselmiştir. Bitkiler büyümenin başlangıç dönemlerinde hücre protoplazma içeriklerinin büyük çoğunluğu sudan oluşmakta ve hücre çeperi maddelerinin ise en düşük seviyede olduğu bilinmektedir. Bitkilerde olgunlaşmaya bağlı olarak hücre çeperi maddelerinde artışlar olmaktadır. Hücre çeperi maddeleri genç hücrelerden daha çok olgun hücrelerin varlığıyla ilişkilidir (Lyons ve ark., 1999). Ayrıca bitkilerde olgunlaşmanın ilerlemesiyle yaprak/sap oranında azalmalar başlamakta (Akyıldız, 1966; Griffin ve Jung, 1983; Nelson ve Mooser, 1994; Açıköz, 2001; Frost ve ark., 2008) ve lifli yapının kaynağı sap oranı arttığı için çeper maddelerinde (NDF, ADF ve ADL) de artışlar olmaktadır. Bu maddelerin artışı da bitkilerin sindirimini büyük oranda düşürmektedir (Jung ve Allen, 1995). Bingöl'de 13 farklı sorgum çeşidi ile yapılan araştırmada çeşitlerin ortalama NDF içerikleri %55-76 arasında değiştiği ve genel ortalamanın ise %63,69 olduğu sonucuna varılmıştır (Özmen, 2017). Yapılan diğer çalışmalarda bazı SSM (Gözde 80, Leoti, Nes, Rox, Aneto, Teide ve Early Sumac)'nde ADF oranları %31,25 ve %35,18, NDF oranları %51,33 ve %55,90 (Kızıl Aydemir ve Turhal, 2018), Sugar Graze ve Jumbo Plus çeşitlerinde ortalama NDF oranları %69,36 ve %70,58, ve ADF oranları ise %47,08 ve %45,54 (Pushparajah ve Sinniah, 2018), 2 sorgum (Master BMR ve Rox), 1 sudanotu (Gözde-80), 3 adet SSM (Forage King, Sugar Graze-II ve Greengo) ortalama ADF oranları %33,06 ve NDF oranlarının ise %60,66 olduğunu tespit etmişlerdir (Tekin, 2018).

5.1.9 Hidrosiyanik Asit (HCN) İçeriği

Sorgum çeşitlerine ait HCN içerikleri çeşitlere ve biçimdeki bitki boyuna göre farklılık göstermiştir. Sorgum sudan otu çeşitlerinin (Nutri Honey ve Nutrima) HCN içerikleri (25,86 ve 26,62 ppm) seker sorgum çeşitlerine göre (M81-E ve Topper-76) (24,52 ve 24,73 ppm) göre bünyelerinde daha fazla miktarda HCN biriktirmişlerdir. Farklı tür ve bu türler içindeki farklı çeşitlerin bünyelerindeki kimyasal kompozisyon genetik olarak farklı olmalarından dolayı farklılıklar göstermektedir (Özyazıcı ve Açıkbaş, 2020). Bunun yanında bitkilerde büyüme başlangıcından (30 cm yüksekliğinde yapılan hasat) büyüme sonuna kadar (fizyolojik olum döneminde yapılan hasat) bünyelerindeki HCN içeriklerinde 68,71 ppm'den 1,72 ppm'e kadar düşüş göstermiştir. Yani bitkilerde büyümenin ilerlemesine bağlı olarak bünyelerindeki HCN içeriklerinde azalmalar olmaktadır. Siyanür hızla etkisinin gösteren ve ölümle sonuçlanan zehirli maddelerden biridir. Siyanür, aminoasitler, pürinler ve pirimidinler gibi birçok temel organik maddenin sentezinde rol oynamaktadır. Siyanürlü bileşiklerin bünyeye alınmasında canlılarda zehirlenmeler görülmektedir. Bitki bünyesinde 200 ppm civarında HCN bulunması toksik etkiye neden olmaktadır (Anonim, 1970; Conn, 1979a; Conn, 1979b; Conn, 1980a; Ellenhorn ve Barceloux, 1988; Humprey ve Nash, 1978). Doğada siyanür kaynaklarının önemli bir kısmını siyanojenik bitkiler tarafından oluşturulur. Siyanojenik bitkiler, siyanür prekürsörleri durumunda olan siyanogenetik glikozidler ve lipidleri içermektedirler (Conn, 1973; Conn, 1979a; Conn, 1979b; Conn, 1980a; Conn, 1980b; Ellenhorn ve Barceloux, 1988). Doğal olarak zehirli olmayan bu glikozidler enzimatik hidroliz sonucunda HCN oluşturarak toksik etkilerini ortaya çıkarırlar. Bu olaya siyanogenezis adı verilir (Haishman ve Knight, 1967; Majak, 1990; Majak, 1992; Miller ve Conn, 1980; Newton vd., 1961; Szabo vd., 1991). Doğada yaklaşık olarak 2000 bitki türünde 23 farklı glikozid belirlenmiştir (Conn, 1979a; Conn, 1984; Conn, 1980a; Conn, 1980b). Glikozidleri hidrolize eden enzimler, bitkilerin çekirdek, meyve ve yaprak gibi organlarında bulunmaktadır. Bu bitkilerin öğütülmesi, rendelenmesi ve kavrulması gibi prosesler sonucunda glikozidler ile enzimler birleşir ve enzimatik hidroliz gerçekleşir. Siyanojenik bitkilerde en çok bulunan glikozidler Amygdalin, Prunasin, Linamarin, Lotaustralin, Dhurrin, Taxiphylin, Vicianin, Pröteacin ve Gynocardindir (Conn, 1973; Ellenhorn ve Barceloux, 1988; Majak, 1990; Miller ve Conn, 1980). Yapılan bir çalışmada sorgum bitkisinin ortalama HCN içeriği 0,64 ppm olduğunu tespit etmişlerdir (Pirinççi ve Tanyıldızı, 1994). Hidrosiyanik asit (HCN) sorgum türlerinde hayvanlarda hafif ila şiddetli reaksiyonlara neden olabilen toksik bir kimyasaldır. HCN'nin toksitesi sorgum genotipleri arasında da farklılık göstermektedir (Luthra ve ark., 1976). HCN, kuru ot veya silaj yapıldığında zehir etkinliğini azalmaktadır (Undersander ve ark., 2003). Sorgumlar, hayvanlar tarafından yaş ot (yem) olarak tüketildiğinde hidrojen siyanür veya diğer bir ifadeyle HCN veya prusik asit salma potansiyeline

sahiptir (Kaplan, 2021). Yeşil ot olarak değerlendirilen ve 100 cm'in altındaki tüm sorgum türlerinin zehirlenme potansiyeli bulunmaktadır (Vogel vd., 1987). Hayvanlar tarafından taze-yaş olarak tüketilen sorgumların HCN zehirlenme etkileri hayvan türü, yaşı, aldığı doz, vb. gibi unsurlara bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Geren ve Kavut, 2009). Bunun yanında gübrelemeye özellikle azotlu gübrelemeye bağlı olarak bitki bünyesindeki HCN düzeylerinde artışlar kaydedilmiştir (Muldon, 1985). Arıca sorgum x sudan otu melezi çeşitleri, sorgum çeşitlerine kıyasla daha düşük düzeylerde hidrosiyamik asit içermektedirler (David ve Steven, 2004).

5.2 Hiperspektral Ölçümler

Optimal yetiştirme koşulları altındaki bitkiler, yakın kızılötesi bölgede ve yeşilde yüksek ve kısa dalga boylu kızıl ötesinde, mavide düşük bir yansımaya sahiptir ve kırmızıda ışığın neredeyse tamamını soğururlar (Jain vd., 2007; Sellami vd., 2022). Bu yaklaşımla bitkinin klorofil, pigment, biomass/vegetasyon, biyofiziksel ve su özelliklerine göre oluşturulan spektral bitki indislerinden 52 tanesi bu çalışma kapsamında incelenmiştir.

5.2.1 Ot Verimi

Verim analizinde, şeker sorgum çeşitleri ve sorgum sudan otu melezi çeşitlerine kıyasla verimin çoğu indis ile daha iyi belirlenebildiği belirlenmiştir. Bununla birlikte M81-E çeşidinin verim değerleri indisler ile daha yüksek korelasyonlu çıkmıştır. 2021 yılında tür ve çeşit ayrımı 2020'ye göre daha belirgin olduğu görülmektedir. Her iki yıl beraber değerlendirildiğine özellikle biomass/vegetasyon indislerinin ayırt etmede daha başarılı olduğu görülmektedir. Çalışma sonucunda, klorofil indislerinden yaprakların klorofil emilimini tahmin etmek için kullanılan CLREDEGE ve MCARI, pigment indislerinden VARI, PRI ve R/B, biomass/vegetasyon indislerinden ARVI, EVI, MNLI, SAVI, PVI ve RVI, biyofiziksel indislerden MSR ve su indislerinden MSI ve SIWSI verim analizinde en belirleyici indisler olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak da verim değerlerinin belirlenmesinde biomass/vegetasyon indislerinden daha başarılı olduğu belirlenmiştir. Verimi tahmin etmek için görünür ve yakın kızılötesi yansıma kullanarak oluşturulan indisler kullanılmıştır (Ferio vd., 2005; Babar vd., 2006; Genc vd., 2011). Biomass/vegetasyon indislerinden SR ve SAVI ve ayrıca pigment indislerinden PRI kullanılarak taze fasulye, biber ve patlıcan gibi tek yıllık bitkilerin verim tahmininin yapılabileceği belirlenmiştir (Koksal vd., 2008; Demirel vd., 2014) ve bu da yürütülen projenin bulguları ile benzerlik göstermektedir. Bunun yanında mısır verimini tahmin etmek için pigment indekslerinin kullanılabilirliği (Guo vd. (2020). Diğer taraftan, verim ölçümleri (bitki boyu,

toprak üstü ve toprak altı biomass) ile NDVI gibi biomas/vegetasyon indislerinin arasındaki ilişki kullanılarak mısır gibi yemlik bitkilerin verimi tahmin edilebilmektedir (Freeman vd., 2007). Bu projenin sonuçları yapılan çalışma ile benzerlik göstermektedir (Freeman vd., 2007).

5.2.2 Ham Protein ve Ham Kül Oranları

Ot kalite parametreleri analizlerinde şeker sorgum ve sorgum sudan otu melezi çeşitleri indisler ile ayırt edilebilmektedir. Topper-76 ve M81-E çeşitlerinin ham protein değerleri ile indis değerleri arasında daha yüksek korelasyonlar elde edilmiştir. Genel olarak, klorofil, pigment ve biomas/vegetasyon indislerinin ham protein oranları bakımından ayırt etmede başarılı olduğu ortaya çıkmıştır. Buna rağmen ham kül ile bitki indisleri arasındaki korelasyonlar ham proteine kıyasla çok düşük çıkmıştır. Ham protein için RVI, PRI ve CIVE indisleri dikkat çekerken ham kül için ise SAVI, MNLI, MCARI ve PRI indisleri ilişkili sonuçlar vermektedir. Bununla birlikte daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde ham protein ile klorofil ve biomas/vegetasyon indisleri arasında yüksek korelasyonlar belirlenmiştir (Wolters vd., 2022).

5.2.3 NDF, ADF ve ADL Oranları

NDF, ADF ve ADL parametrelerini içeren hücre çeperi maddeleri analizlerinde hücre çeperi maddeleri ile incelenen klorofil, pigment, biomas/vegetasyon, biyofiziksel ve su özelliklerine göre oluşturulan 52 spektral bitki indisi arasındaki korelasyonların tür ve çeşit ayrımının başarılı olmadığı belirlenmiştir. Literatürdeki çalışmalarda bilinen indisler ile sonuç alınamadığı durumlarda yeni indis oluşturma ve önerileri yapıldığı görülmüştür (Jennewein vd., 2020).

5.2.4 Mineral Element İçerikleri

Otun mineral element analizlerinde yapılan değerlendirmeler sonucunda çalışmada ele alınan makro-mikro elementler ile incelenen indisler arasındaki korelasyonların genel olarak $0,5 \leq r \leq 1$ ve $-0,5 \geq r \geq -1$ aralıkları içerisinde olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca, bu analizler için tür ve çeşit ayrımının istenilen seviyede her iki yıl için de yapılamadığı görülmektedir. Bununla birlikte, Nutrima, ve M81-E çeşitlerinin potasyum değerlerinin VIF, PRI, PI1 ve MSR indisler ile daha yüksek korelasyonlu olduğu belirlenmiştir. Potasyum, bitkilerin sağlığı, fotosentez süreci ve hastalık direnci ve mahsul verimi ile ilişkilidir (Guo vd., 2020). Topper-76 çeşidinin kalsiyum değerinin biomas/vegetasyon indislerinden MNLI indisi ile ilişkilidir. Magnezyum analizinde Topper-76 ile pigment indislerinden PRI indisi arasında yüksek korelasyon elde edilmiştir. Sodyum ve Krom analizinde Nutri Honey ile biomas/vegetasyon indislerinden EVI indisi

arasında yüksek korelasyon bulunmuştur. Demir analizinde M81-E ile biyofiziksel indislerinden MSR indisi arasında ve biomas/vegetasyon indislerinden PVI arasında ve Bakır analizinde Nutrima ile klorofil indislerinden MTVI indisi arasında yüksek korelasyon elde edilmiştir. Nikel ve Krom analizinde 2021'de M81-E ve biomas/vegetasyon indislerinden RVI indisi yüksek korelasyonlu olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda, magnezyum, bor, bakır, çinko, nitrojen, fosfor, kükürt ve potasyum gibi makro-mikro elementlerin belirlenmesinde bitki indisleri kullanılmış ve bu projede edile edilen bulgulara paralel olarak orta ve düşük derece korelasyonlar tespit edilmiştir (Pimstein vd., 2011; Mahajan vd., 2014; Santoso vd., 2018; Lu vd., 2019; Berger vd., 2020; Mahajan vd., 2021).

5.3 Zararlı Böcek Gözlemleri

Yapılan böcek gözlemleri neticesinde en fazla zararlı böcek popülasyonu araştırmanın ilk yılında gözlenmiştir. Bunun nedenleri arasında çalışmanın ilk yılında düşen yağış miktarı ile ilgilidir. Projenin ilk yılında düşen yağış miktarı az olduğu için böcek üreme faaliyetleri artış göstermiştir. Buna karşın ikinci yılda yağmur miktarı az olduğundan dolayı böceklerin üreme faaliyetlerinde düşümler gerçekleşmiştir. Böceklerin üreme ve gelişme faaliyetleri üzerine sıcaklık, yağış, rüzgar ve nem gibi iklim faktörlerinin etkileri direkt veya dolaylı olarak etki göstermektedir (Kobori ve Amano, 2003; Schoonhoven vd., 2005). Bir diğer nedeni ise denemelerin kurulduğu ilk yılda yapılan gözlemler neticesinde faydalı böceklerin (predatörler ve parazitoitler) popülasyonlarında artışlardan kaynaklanmıştır. Bu nedenle ilk yılda fazla olan faydalı böcekler zararlı böcekleri baskı altında tutmuştur. Dolayısıyla araştırmanın ilk yılındaki zararlı böcek yoğunluğunun ikinci yıla göre düşük seviyelerde olmasının nedeni budur. Diğer nedeni ise ilk yılda zararlı böceklerin konukçu bitkiyle (sorgum) uyum ilişkilerinin sınırlı düzeyde kalmış olması, fakat ikinci yılda zararlı böcekler ile konukçu bitki arasında sağlam bir ilişkinin kurulmasından dolayı ikinci yıldaki zararlı böcek popülasyonuna artış göstermiştir.

Sorgum sudanotu melezi ve şeker sorgum çeşitlerinde tespit edilen zararlı böcek sayıları arasında önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır. Özellikle; M81-E ve Topper-76 şeker sorgum çeşitleri ciddi düzeyde zararlı böceklere konukçuluk yapmıştır. Nutrima ve Nutri Honey çeşitlerinde ise bu sayı oldukça düşük düzeylerde kalmıştır. Çeşitlere göre ortaya çıkan bu farklılığın nedenleri arasında ilk önce çeşitlerin genetik olarak farklılıklarından kaynaklanmıştır. Şeker sorgum çeşitlerinin bünyelerinde ihtiva ettikleri ve böcekler tarafından cezbedici niteliğe sahip olan şeker içeriklerinin yüksek olması böcekleri kendilerine çekmesine neden olmuştur.

Bitkilerde bulunan zararlı böceklerin biyolojik dönemlerinde ise yüksekten düşüğe doğru sıraladığımızda ergin>larva>nimf>pupa olarak karşımıza çıkmaktadır. Yani bitkilerde böceklerin en fazla bulunduğu biyolojik dönem ergin olarak tespit edilmiştir. En düşük ise pupa



dönemi olmuştur. Bunun nedenleri arasında biyolojik dönemlere göre böcek faaliyetlerindeki farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Örneğin, böcekler pupa dönemini genel olarak toprak içerisinde hareketsiz geçirdiği için bitki üzerinde yapılan sayımlarda düşük çıkmaktadır. Fakat böceklerin en çok görüldüğü dönem ise ergindir. Buna karşın, zarar verme oranları kıyaslandığında larva dönemi ön plana çıkmaktadır.



6. SONUÇ

Araştırma, ŞS ve SSM çeşitlerinde farklı biçim yükseklikleri ve bitki örneklemeleri ile kütle üretimi, büyüme seyri, C/N kullanım etkinliği ve hidrosiyamik asit (HCN) içeriği ile yem kalite özelliklerindeki değişimi tespit etmek amacıyla 2020 ve 2021 yıllarında yazlık ana ürün yetiştirme mevsiminde Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma alanında yürütülmüştür. Bölünmüş parseller deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulan araştırmada, ana parselleri çeşitler (erkenci ve geçici olmak üzere şeker sorgum ve SSM'de ikişer çeşit), alt parselleri ise biçim yükseklikleri (bitki boyu 30, 60, 90, 120, 150 cm olduğunda ve fizyolojik olum döneminde hasat) oluşturmuştur. Çalışmada 30 cm yükseklikte hasat edilen parseller toplamda 5 kez, 60 cm 4 kez, 90 cm 3 kez, 120 cm 3 kez, 150 cm 2 kez ve fizyolojik olum döneminde ise bir kez biçilmiştir.

Araştırmada bitkilerle ilgili olarak yeşil ot verimi, kuru ot verimi, kuru madde oranı, yaprak, sap ve salkım oranları, kök miktarı, yaprak ve sap kısımlarına ait karbon, azot, ham protein, ham kül, ham yağ, tanen, NDF, ADF, ADL, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, Mn, B, Cd, Ni, Co, Cr ve Pb ile hidrosiyamik asit içerikleri belirlenmiştir. Ayrıca bitkilerin verim ve kalite özelliklerinin hiperspektral ölçümlerle tahmin edilmesi ve araştırma kapsamında incelenen bitki türlerine ait zararlı böcek popülasyonları belirlenmiştir.

Toplam yeşil ot verimleri biçimdeki bitki boyunun artışına bağlı olarak artış göstermiştir. Bitkilerin fizyolojik dönemde üretmiş oldukları yeşil ot miktarları 30 cm yükseklikte yapılan hasatlardan %35,7 daha fazla olmuştur. Çeşitlere göre sorgum sudan otu çeşitleri şeker sorgum çeşitlerine göre daha fazla yeşil ot üretmişlerdir. En yüksek yeşil ot üretimi 7323,1 kg/da ile Nutri Honey çeşidinde, en düşük ise 6573,5 kg/da ile Topper-76 çeşidinde belirlenmiştir.

Toplam kuru ot verimleri de yeşil ot üretimlerine benzer değişimler göstermiştir. Bitkilerde büyümeye bağlı olarak kuru ot verimlerinde artışlar kaydedilmiştir. Büyüme başlangıcına göre büyüme sonunda üretilen ot miktarı %172,2 oranında artışlar gerçekleşmiştir. Çeşitlere en yüksek kuru ot verimler M81-E, Nutri Honey ve Nutrima çeşitlerinde (1983,9, 1729,4 ve 1722,0 kg/da), en düşük değer ise 1588,0 kg/da ile Topper-76 çeşidinde belirlenmiştir.

Kuru madde oranları bitkilerde olgunlaşmaya bağlı olarak artış göstermiştir. Büyüme başlangıcında ortalama kuru madde oranı %19,01 iken bu oran büyüme sonunda %37,14'e kadar yükselmiştir.

Yaprak oranları bitki büyümesine bağlı olarak düşüş gösterirken, sap ve salkım oranlarında artışlar yaşanmıştır. Büyüme başlangıcı ile büyüme sonu arasındaki yaprak oranları %82,4 oranında azalırken, sap oranı %101,6 oranında artmıştır. Salkım oranları ise büyüme başlangıcında %0,38 g iken büyüme sonunda %19,55'e yükselmiştir.

Bitkilerin üretmiş olduğu kök miktarları büyümeye bağlı olarak artmıştır. Büyüme başlangıcına göre büyüme sonunda bitkilerin üretmiş olduğu ortalama kök miktarları 6,06 g'dan 31,70 g'a yükselmiştir. ŞS çeşitlerinin toprak altı biomass üretimi SSM çeşitlerden fazla olmuştur. En yüksek kök üretimi 20,82 g/bitki ile Topper-76 çeşidinde, en düşük ise 9,49 g/bitki ile Nutri Honey çeşidinde tespit edilmiştir.

Ham protein içeriklerin yaprakların ham protein oranları sap kısımlarına göre daha yüksek bulunmuştur. Bunun yanında bitkilerde olgunlaşmaya bağlı olarak ham protein içeriklerinde düşüşler yaşanmıştır. Bitkilerde büyümeye bağlı olarak yaprak ve saplardaki ham protein içeriklerinde %50-70 oranında azalmalar kaydedilmiştir. Çeşitlere göre en yüksek ham protein değerleri Topper-76 çeşidinde belirlenmiştir.

Ham kül oranları büyümeye bağlı olarak değişim göstermiştir. Yapraklarda büyümeye bağlı olarak %6 oranında artış olurken, saplarda ise %33,9 oranında düşüşler gerçekleşmiştir. Çeşitlere göre ham kül oranları yakın değerlere sahip olmuşlardır.

Bitki bünyesinde bulunan ham yağ oranları saplara nazaran yapraklarda daha fazla bulunmuştur. Bunun yanında bitkilerde olgunlaşmaya bağlı olarak ham yağ içeriklerinde %33,9 ile %41,2 oranında düşüle gerçekleşmiştir. Çeşitlere göre ise en yüksek ham yağ oranları şeker sorgum çeşitlerinde (M81-E ve Topper-76) tespit edilmiştir.

Tanen içerikleri bütün faktörlere bağlı olarak önemli değişim göstermiştir. Yaprakların tanen içerikleri sap kısımlarından daha düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir. Biçimdeki bitki boyunun artışına bağlı olarak tanen içeriklerinde %42,67-55,9 oranında artışlar gerçekleşmiştir. Çeşitlere göre bitkilerin tanen içeriklerinde önemli değişimler olmamıştır.

NDF içerikleri bitki büyümesine bağlı olarak hem sap kısımlarında hem de yaprak kısımlarında artış göstermiştir. Bu artış yapraklarda %8,8 olurken, saplarda ise %10,2 oranında gerçekleşmiştir. En düşük NDF içeriği Topper-76 çeşidinde belirlenmiştir.

ADF oranları bitkilerde olgunlaşmaya bağlı olarak artış göstermiştir. Buna göre 30 cm yükseklikten biçilen bitkilere ile fizyolojik dönemde hasat edilen bitkilerde ortaya çıkan fark yaklaşık olarak %6,5-12,1 oranında daha düşük olduğu ortaya çıkmıştır. Yaprakların ADF içerikleri sap kısımlarına göre daha düşük oranda ADF içeriklerine sahip olmuştur.

ADL oranları da NDF ve ADF gibi bitkilerde büyümeye bağlı olarak artmıştır. Büyüme başlangıcında ortalama ADF oranları %2,728-2,829 iken bu oran büyüme sonunda %3,800-4,766'ya kadar yükselmiştir. Çeşitlere göre ise ortalama ADF içerikleri yaprak ve sap kısımlarına göre değişiklik göstermiştir.

Sorgum çeşitlerinin P miktarları hem yapraklarda hem de saplarda büyümeye bağlı olarak düşüş göstermiştir. Yapraklardaki düşüş oranı %44,9 iken, bu oran saplarda %60,4 oranında gerçekleşmiştir. Çeşitlere göre ise önemli farklılıklar olmamıştır. Potasyum oranları bitkilerde olgunlaşmaya bağlı olarak hem saplarda hem de yapraklardaki içerikleri

düşmüştür. Fizyolojik olum döneminde biçilen bitkilerin yaprak ve sapsındaki K oranları %2,786 ve %2,979 iken, bu rakamlar fizyolojik olum dönemlerinde %1,291 ve %0,612'ye kadar düşmüştür. Çeşitlere göre ise en yüksek K düzeyleri % 1,711 ile Topper-76 çeşidinde, en düşük ise %1,539 ve %1,569 ile Nutri Honey ve M81-E çeşitlerinde tespit edilmiştir. Kalsiyum oranları büyümeye bağlı olarak düşüş göstermiştir. Büyüme başlangıca göre büyüme sonunda yaprak ve sapsın Ca içeriklerinde yaklaşık olarak %76,3 ile %72,8 oranında düşümler gerçekleşmiştir. Çeşitlere göre en yüksek Ca içerikleri yaprak kısımlarına göre %0,550 ile M81-E ve sap kısımlarına göre ise %0,345 ile Topper-76 çeşitleri öne çıkmıştır. Bitkilerin Mg içerikleri büyümeye bağlı olarak azalmıştır. Buna göre büyüme başlangıcında yaprak ve sapsındaki Mg oranları %0,361 ve %0,208 iken büyüme sonunda bu rakamlar %0,136 ve %0,134'e kadar düşmüştür. Çeşitlere göre en yüksek Mg içerikleri M81-E şeker sorgum çeşidinde belirlenmiştir. Yapraklardaki sodyum birikimi sap kısımlarına nazaran %19,2 oranında daha fazla olmuştur. Bunun yanında büyümeye bağlı olarak bitkilerin Na oranları yapraklar %60 ve sapsında ise %49,5 oranında düşmüştür. Çeşitlere göre ise en yüksek Na içerikleri Topper-76 çeşidinde tespit edilmiştir. Bitkilerin Fe içerikleri de diğer mineral elementler gibi olgunlaşmaya bağlı olarak düşmüştür. Yapraklarda 30 cm yükseklikten biçilen parsellerde ortalama Fe oranları 53,46 ppm iken bu rakam fizyolojik olum döneminde 22,46 ppm'e düşmüştür. Sapsında ise 47,25 ppm'den 21,56 ppm'e kadar gerilemiştir. Çeşitlere göre en yüksek Fe oranları Nutri Honey, Nutrima ve M81-E çeşitlerinde tespit edilmiştir. Çeşitlerin Cu içeriklerinde ortalama en yüksek değerler M81-E ŞS çeşidinde tespit edilmiştir. Bunun yanında biçimdeki bitki boyunun artışına bağlı olarak yaprak ve sapsındaki bakır oranlarında düşüşler gerçekleşmiştir. Bu düşüş yapraklarda %36,8 gerçekleşirken sapsında ise %38,8 oranında olmuştur. Bitkilerdeki Zn oranları büyüme ilerledikçe düşüşler göstermiştir. 30 cm yükseklikten hasat edilen bitkilerin yaprak ve sapsındaki Zn oranları 47,43 ppm ve 50,22 ppm iken bu oranlar fizyolojik olum döneminde hasat edilen bitkilerde 23,73 ppm ve 23,40 ppm'e kadar düşmüştür. Çeşitlere göre ise Zn içerikleri değişiklik göstermiştir. Bitkilerin Mn içerikleri biçimdeki bitki boyunun artışına bağlı olarak düşmüştür. Buna göre en dipten biçilen parsellere göre en yüksek biçilen parsellerdeki Mn oranlarında %35-47 oranda düşüşler yaşanmıştır. Çeşitlere göre ise en yüksek Mn değerleri Nutri Honey çeşidinde belirlenmiştir. Yaprak ve sapsın B düzeyleri bitkilerde büyümeye bağlı olarak düşüşler göstermiştir. En yüksek fizyolojik olum döneminde biçilen parsellerde, en düşük değerler ise en yüksekten biçilen parsellerde tespit edilmiştir. Çeşitlere göre ise Nutrima ve M81-E çeşitleri en yüksek B içeriğine sahip çeşitler olmuşlardır. Bitkilerin Cd içerikleri büyümeye bağlı olarak %70-80 oranında düşüş göstermiştir. En yüksek Cd içeriği ise Nutrima çeşidinde belirlenirken, en düşük ise Nutri Honey çeşidinde olmuştur. Yaprak ve sap kısımların Ni içerikleri bitkide büyümeye bağlı olarak %75 civarında düşüş göstermiştir. Çeşitlerde ise yaprak en yüksek Ni oranı 1,150-1,075 ppm

ile Nutri Honey, Nutrima ve M81-E ve saplarda 0,977 ppm ile Topper-76, en düşük ise yapraklarda 0,989 ppm ile Topper-76 ve saplarda ise 0,807 ppm ile Nutri Honey çeşitlerinde belirlenmiştir. Bunun dışında bitkilerin Co, Cr ve Pb içerikleri büyümeye bağlı olarak düşüş göstermiştir. Bu düşüş kobaltta %70-75, krom ve kurşunda ise %50-60 dolaylarında gerçekleşmiştir. Çeşitlere göre ise en yüksek Co, Cr ve Pb içerikleri Nutrima çeşidinde, en düşük ise M81-E çeşidinde belirlenmiştir.

Bitkilerdeki HCN birikimleri olgunlaşmaya bağlı olarak düşüş göstermiştir. En yüksek HCN oranları 30 cm yüksekliğe ulaştıktan sonra hasat edilen bitkilerde (68,71 ppm), en düşük ise 1,72 ppm ile fizyolojik olum döneminde hasat edilen bitkilerde tespit edilmiştir. Çeşitlere göre ise SSM çeşitlerinin HCN içerikleri (Nutri Honey-25,86 ppm ve Nutrima-26,62 ppm) ŞS çeşitlerine göre (M81-E-24,52 ppm ve Topper-76-24,73 ppm) daha fazla olmuştur.

Verim analizinde M81-E ve Topper-76 şeker sorgum çeşitleri ve Nutrima ve Nutri Honey sorgum sudan otu melezi çeşitlerine oranla çoğu indis verim değerlerini daha iyi yansıtmıştır. Ayrıca, M81-E'in verim değerleri bitki indisler ile daha yüksek ilişkili bulunmuştur. Verim değerlerine göre tür ve çeşit ayrımı çalışmanın ikinci yılında (2021) ilk yıla oranla daha belirgin olduğu görülmektedir. Her iki yıl beraber değerlendirildiğine özellikle biomas/vejetasyon indislerinin verimi ayırt etmede daha başarılı olduğu belirlenmiştir. Hücre çeperi maddeleri parametrelerinin belirlenmesinde ve buna bağlı olarak tür ve çeşit ayrımının yapılmasında incelenen bitki örtüsü indislerinin yeterli olmadığı belirlenmiştir. Ot kalite parametreleri analizinde, hem şeker sorgum ve hem de sorgum sudan otu melezi çeşitleri ayırt edilebilirken ve şeker sorgum çeşitlerinin ham protein ile indis değerleri arasındaki ilişkinin daha kuvvetli olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak, klorofil, pigment ve biomas/vejetasyon indislerinin ham protein ayırt etmede başarılı olduğu görülmektedir. Otun makro-mikro element analizlerinde, yapılan değerlendirmeler sonucunda çalışmada ele alınan makro-mikro elementler ile incelenen indisler arasındaki orta ve düşük derece korelasyonlar bulunmuştur. Tüm parametreler incelendiğinde verim parametrelerinin diğerlerine kıyasla belirgin bir şekilde hiperspektral bitki indisleri ile daha iyi belirlenebileceği tespit edilmiştir. Tür özelinde tüm parametreler değerlendirildiğinde, şeker sorgum ve çeşit özelinde ise M81-E çeşidinin çalışmalarda daha başarılı sonuçlar verdiği söylenebilir. Literatürdeki çalışmalarda bilinen indisler ile sonuç alınamadığı durumlarda, yeni indis oluşturma ve önerileri yapıldığı görülmüştür ve bu nedenle projenin devamında yeni indislerin oluşturularak algoritmaların geliştirilmesi ve böylelikle literatüre yeni indisler önerilmesi hedeflenmektedir.

Çalışmanın iki yıllık sonuçlarına göre, M81-E çeşidinin yaklaşık %97 oranında farklı zararlı böceklerden zarar gördüğü açıklanmıştır. İkinci, üçüncü ve dördüncü sırada ise sırasıyla Topper-76 yaklaşık %36, Nutrima yaklaşık %33 ve Nutri Honey yaklaşık %4,5 oranında zarar görmüşlerdir. Zararlı böceklerin önlenmesi için sorgum çeşitlerinin 30 cm yüksekliklerde



biçilmesi tavsiye edilerek, zararlı böceklerin mücadelesinde pestisitlerin kullanılmasına gerek olmadığı görülmüştür. Zira proje çalışmalar esnasında farklı faydalı böceklerin (predatör, parazitoit) farklı biyolojik dönemleri gözlemlenmiştir. Bu faydalı böcekler zararlı böcekleri yeterince baskı altına tutmuşlardır.

Proje sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesi neticesinde otlatma ve kaba yem kaynağı açısından yetiştirilcek bu çeşitlerde ot verimi ve kalitesi bakımından tüm çeşitlerin benzer özellikler gösterdiği fakat Nutrima ve M81-E çeşitlerinin daha fazla ön plana çıkarak yetiştirilmesi gereken çeşitler olabileceği önerilmektedir.



7. KAYNAKLAR

- Acar, R., Akbudak, M., Sade, B. 2002. "Konya ekolojik şartlarında silajlık Sorgum-Sudan otu melezlerinin verimleri ile verimi etkileyen bazı özelliklerinin belirlenmesi", Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(29), 88 - 95.
- Açıkgöz, E. 2001. "Yem Bitkileri (3. Baskı)", Uludağ Üni. Güçlendirme Vakfı Yayın No: 182. VİPAŞ A.Ş. Yayın No: 58, Bursa, 584 s.
- Adamu, A., Ati, F.O., Adebayo, A.A. 2011. "Effect of climate on the growth and yield of sorghum (*Sorghum bicolor*) in Wailo, Ganjuwa Local Government Area, Bauchi State", Research J. Environment and Earth Sci., 3(5), 469-472.
- Ahmed, A., Salah, H., Mohammed Sabry, H., Azza, El-N., Salah, El-H. 2013. "Grain yield production of Sudan grass (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf) as influenced by cutting numbers, potassium rates, and intrarow spacing in a semiarid environment," Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 37(6), 657-664.
- Aighewi, B.A., Ekanayake, I.J. 2004. "In-situ chlorophyll fluorescence and related growth of Guinea yam at different ages", Tropical Sciences, 44, 201-206.
- Akbudak, M.A., Sade, B., Acar, R. 2004. "Farklı biçim dönemlerinin ve azot uygulamalarının sorgum (*Sorghum bicolor* L.) x sudan otu (*Sorghum sudanense* L.) melezinde verim ve bazı özellikler üzerine etkileri", Bitkisel Araştırma Dergisi, 1,1-10.
- Akdeniz, H., Karanlı, M.A., Nursoy, H., Yılmaz, İ. 2003. "Bazı tane sorgum çeşitlerinin besin madde kompozisyonu ve sindirilebilir kuru madde veriminin belirlenmesi", Türk Veteriner ve Hayvancılık Dergisi, 27(6), 1349-1355.
- Akmeşe, V., Sertkaya, E., Yücel, C. 2016. "Türkiye'de sorgumda yeni bir zararlı, *Atherigona varia* (Meigen, 1826) (Diptera: Muscidae)", Türk. Entomol. Bülteni, 6(3), 261-268.
- Akyıldız, A.R. 1966. "Yeşil Yemlerin Saklanması, Yedek Yemler, Ticaret Yemleri, Yemler Bilgisi", Ankara Üni. Ziraat Fak. Yay.: 274. Ders Kitabı: 96, Ankara, 208 s.
- Almeida Filho, J.E., Tardin, F.D., Daher, R.F., Xavier Neto, J.B., Bastos, E., Lopes, V.C., Barbé, T.C., Menezes, C.B. 2014. "Avaliação agronômica de híbridos de sorgo granífero em Production potential of *Sorghum bicolor* (L.) diferentes regiões produtoras do Brasil", Revista Brasileira de Milho e Sorgo, 13(1), 82-95.
- Almodares, A. 2000. "Sweet sorghum: An energy crop for dry and hot countries", In: proceedings of the first world conference and exhibition on biomass for energy and industry (Ed. A Almodares). Sevilla, Spain.
- Almodares, A., Hadi, M.R., Ahmadpour, H. 2008. "Sorghum stem yield and soluble carbohydrates under different salinity levels", African Journal of Biotechnology, 7(22), 4051-4055.

- Al-Rokayan, S.A., Naseer, Z., Chaudhry, S.M. 1998. "Nutritional quality and digestibility of sorghumbroiler litter silages", *Animal Feed Science and Technology*, 75(1), 65-73.
- Altın, M., Gökkuş, A., Koç, A. 2011a. "Çayır ve Mera Yönetimi (Cilt I)", T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara, 376p.
- Altın, M., Gökkuş, A., Koç, A. 2011b. "Çayır ve Mera Yönetimi (Cilt:2)", T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara, 314p.
- Alves, E.M., Pedreira, M.S., Aguiar, L.V., Coelho, C.P., Oliveira, C.A.S., Silva, A.M.P. 2012. "Silagem de sorgo com e sem tanino em substituição à silagem de milho na alimentação de ovinos: desempenho e características de carcaça", *Ciência Animal Brasileira*, 13(2), 157-164.
- Amaducci, A., Monti, A., Venturi, G. 2004. "Non-structural carbohydrates and fibre components in sweet and fibre sorghum as affected by low and normal input techniques", *Ind. Crops Prod.*, 20, 111–8.
- Anderson, I.C., Buxton, D.B., Hallam, A., Hunter, E. 1995. "Biomass production and ethanol potential from sweet sorghum", *Leopold Center for Sustainable Agriculture 4*. Ames, IA: Iowa State University, p. 97–101.
- Anonim, 1970. "HCN and prussic acid American Ind", *Hygiene Association Journal*. California
- Anonim, 2015. "Tarım Pusulası", (Erişim tarihi: 14.03.2022)
<https://www.tarimpusulasi.com/makale/yem-bitkilerinin-onemi-25>
- Anonim, 2019. "Bitki Zararlıları Zirai Mücadele Teknik Talimatları", *Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı*, Ankara, Sayfa: 9.
- Anonim, 2022. "Çanakkale İli Kültür ve Turizm Müdürlüğü", Erişim Tarihi: 28.11.2022.
<https://www.kisa.link/QIS8>.
- AOAC, 1990. "Official Methods of Analysis (15th Ed.)", Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- Argillier, O., Barriere, Y., Traineau, R., Emile, J.C., Hebert, Y. 1997. "Genotype x environment interactions for digestibility traits in vivo measurements with standard sheep", *Plant Breeding*, 116(5), 423-427.
- Armstrong, J.S., Rooney, W.L., Peterson, G.C., Villeneuve, R.T., Brewer, M.J., Sekula-Ortiz, D. 2015. "*Sugarcane aphid* (Hemiptera: Aphididae): Host range and sorghum resistance including cross-resistance from greenbugs sources", *Journal of Economic Entomology*, 108, 576-582.
- Arslan, M., Çakmakçı, S. 2011. "Mısır (*Zea mays*) ve sorgumun (*Sorghum bicolor* L.) farklı bitkilerle birlikte yapılan silajlarının karşılaştırılmaları", *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(1), 47-53.

- Asar, M., Yalçın, S., Yücel, G., Nadaroğlu, Y., Erciyes, H. 2007. Zirai Meteoroloji. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Teknik Raporu, Ocak 2007.
- Avcıoğlu, R., Geren, H., Kavut, Y.T. 2009. "Sorgum sudanotu ve sorgum x sudanotu melezi", Yembitkileri Buğdaygil ve Diğer Familyalardan Yembitkileri. Editörler: Avcıoğlu, R., Hatipoğlu, R., Karadağ, Y., TKB TUGEM, İzmir, 680-701.
- Avelino, P.M., Neiva, J.N.M., Araujo, V.L., Alexandrino, E., Santos, A.C., Restle, J. 2011. "Características agronômicas e estruturais de híbridos de sorgo em função de diferentes densidades de plantio", Revista Ciência Agronômica, 42(2), 534-541.
- Awika, J.M., Rooney, L.W. 2004. "Sorghum phytochemicals and their potential aspects on human health", Phytochemistry, 65, 1199-1221.
- Aydınoğlu, B., Çakmakçı, S. 2018. "Farklı lokasyonlarda yetiştirilen sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) bitkisinde biçim devresinin hasıl verimi ve bazı verim öğelerine etkisi", Turk. J. Agric. Res., 5(2), 167-175.
- Babar, M., Ginkel, M., Klatt, A., Prasad, B., Reynolds, M. 2006. "The potential of using spectral reflectance indices to estimate yield in wheat grown under reduced irrigation", Euphytica, 150, 155-172.
- Balabanlı, C., Albayrak, S., Türk, M., Yüksel, O. 2006. "4342 Sayılı mera kanunu uygulanmasında karşılaşılan sorunlar ve çözüm yolları", Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 1,75-81.
- Başbağ, M., Çağan, E., Aydın, A., Sayar, M.S. 2011. "Güneydoğu Anadolu Bölgesi doğal alanlarından toplanan bazı fiğ türlerinin ot kalite özelliklerinin belirlenmesi", Uluslararası Katılımlı I. Ali Numan Kıraç Tarım Kongresi ve Fuarı, 27-30 Nisan, Eskişehir, s. 143-151.
- Başbağ, M., Çağan, E., Sayar, M.S. 2018. "Bazı buğdaygil bitki türlerinin yem kalite değerlerinin belirlenmesi ve biplot analiz yöntemi ile özellikler arası ilişkilerin değerlendirilmesi", Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 27(2), 92-101.
- Başbağ, M., Demirel, R., Şentürk, D. 2000. "Yem bitkilerinde kaliteyi etkileyen faktörler", Int. Animal Nutrition Congress, 4-6 September 2000, Isparta, Proceedings, 390-395.
- Başbağ, M., Özdemir, Ş., Gül, İ. 1999. "Diyarbakır koşullarında farklı sıra arası ve tohum miktarlarının sorgum-sudanotu melezinde yeşil ot verimi ile bazı verim komponentlerine etkisi üzerine bir araştırma", Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, Adana, Türkiye, Cilt: 3, 289-294.
- Bayram, G., Turgut, İ. 2015. "Biyoeanol kaynağı olarak şeker darı (*Sorghum bicolor* ssp. *saccharatum*) üretimi ve önemi", Uludağ Üni. Ziraat Fak. Derg., 29(1), 147-155.

- Baytekin, H. 1990. Çukurova Koşullarında İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Tane ve Silaj Sorgum Çeşitlerinde Verim ve Bazı Tarımsal Karakterler ile Karakterler Arasındaki İlişkilerin Saptanması. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Baytekin, H., Şilbir, Y. 1996. "Harran Ovası sulu koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen sudanotu ve sorgum-sudanotu melez çeşitlerinde tohumluk miktarının ot verimine etkisi", Türkiye 3. Çayır-Mera ve Yembitkileri Kongresi, 17-19 Haziran 1996, Erzurum, 376-383.
- Baytekin, H., Tansı, V., Sağlamtimur, T. 1996. "Harran Ovası sulu koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen silaj sorgum çeşitlerinde tohumluk miktarının ot verimi ve bazı tarımsal karakterlere etkisi", Türkiye 3. Çayır-Mera ve Yembitkileri Kongresi, 17-19 Haziran 1996, Erzurum, 753-760.
- Bazitov, R. 2020. "Evapotranspiration in Sudan grass second culture grown under non-irrigated and optimal irrigated conditions", *Agricultural Science and Technology*, 12, 335-339.
- Beadle, C.L. 1993. "Growth Analysis", In: Hall, D.O., Scurlock, J.M.O., Bolharnordenkampfh, R., Leegood, R.C. and Long, S.P., Eds., *Photosynthesis and Production in a Changing Environment: A Field and Laboratory Manual*, Chapman and Hall, London, 36-46.
- Bean, B., Bronson, K.F., Schwartz, R., Malapati, A. 2008. "Nitrogen requirements of sorghums for biofuel feedstock production in the southern high plains", In: *proceedings of the great plains soil fertility conference*, Norcross, GA.
- Bebawi, F.F. 1988. "Forage sorghum production on a witchweed-infested soil in relation to cutting height and nitrogen", *Agron. J.*, 80, 537-540.
- Berenji, J., Dahlberg, J. 2004. "Perspectives of Sorghum in Europe", *J. Agron. Crop. Sci.*, 1905, 332-338.
- Berger, K., Verrelst, J., Féret, J.B., Wang, Z., Woche, M., Strathmann, M., Danner, M., Mauser, W., Hank, T. 2020. "Crop nitrogen monitoring: Recent progress and principal developments in the context of imaging spectroscopy missions", *Remote Sens. Environ.*, 242, 111758.
- Beta, T., Rooney, L.W., Marovatsanga, L.T., Taylor, J.R.N. 2000. "Effect of chemical treatments on polyphenols and malt quality in sorghum", *J. Cereal Sci.*, 31(3), 295-302.
- Beuerlein, J.E., Fribourg, H.A., Bell, F. 1968. "Effect of environment and cutting on the regrowth of a sorghum x sudangrass hybrid", *Crop Sci.*, 8, 152-155.
- Bhagsari, A.S. 1988. "Photosynthesis and stomatal conductance of selected root crops as related to leaf age", *Crop Science*, 28, 902-906.
- Bhatt, R.K. 1995. "Light interception, leaf-area index and dry matter yield in fodder sorghum at different plant populations", *J. Agron. Crop Sci.*, 174, 287-290.
- Blaha, L. 2019. "Importance of root-shoot ratio for crops production", *Agron. Agri. Sci.*, 2, 12.

- Blake, G.R. 1965. Bulk Density Methods of Soil Analysis. Ame. Soc. Agronomy, No: 9, Madison, US, 374-377.
- Blum, A., Sullivan, C.Y. 1985. "The comparative drought resistance of landraces of sorghum and millet from dry and humid regions", Ann. Bot., 57, 835–46.
- Blümmel, M., Zerbini, E., Reddy, B.V.S., Hash, C.T., Bidinger, F., Ravi, D. 2003. "Improving the production and utilization of sorghum and pearl millet as livestock feed: Methodological problems and possible solutions", Field Crops Research, 84(1-2), 123-142.
- Borghini, E., Crusciol, C.A.C., Nascente, A.S., Sousa, V.V., Martins, P.O., Mateus, G.P., Costa, C. 2013. "Sorghum grain yield, forage biomass production and revenue as affected by intercropping time", Eur. J. Agron., 51,130–9.
- Bremner, M.J. 1960. Determination of nitrogen in soil by the Kjeldahl method. The Journal of Agricultural Science, 55(1), 11-33.
- Brink, G.E., Sistani, K.R., Oldham, J.L., Pederson, G.A., 2006. "Maturity effects on mineral concentration and uptake in annual ryegrass", Journal of Plant Nutrition, 29(6), 1143-1155.
- Brown, E.S., Dewhurst, C.F. 1975. "The Genus *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Africa and the Near-East", Bulletin of Entomological Research, 65, 221-262.
- Brown, R.H. 1984. "Growth of the green plant. In "Physiological Basis of Crop Growth and Development" (M. B. Tesar, Ed.), pp. 153–174. American Society of Agronomy and Crop Science Society of America, Madison, WI.
- Budak, F., Budak, F. 2014. "Yem bitkilerinde kalite ve yem bitkileri kalitesini etkileyen faktörler", Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi., 7(1), 1-6.
- Burger, A.W., Hittle, C.N. 1967. "Yield protein, nitrate and prussic acid content of sudangrass, sudangrass hybrids, and pearl millets harvested at two cutting frequencies and two stubble heights", Agron. J., 59, 259-262.
- Buso, W.H.D., Morgado, H.S., Silva, L.B., França, A.F.S. 2011. "Utilização do sorgo forrageiro na alimentação animal", PUBVET, 5(23), 1-6.
- Can, M., Ayan, İ. 2017. "Domuz ayrığı (*Dactylis glomerata* L.) popülasyonlarında gelişme dönemlerine göre verim ve bazı özelliklerin değişimi", Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi, 20(2), 160-166.
- Canbolat, Ö. 2012. "Bazı buğdaygil kaba yemlerinin in vitro gaz üretimi, sindirilebilir organik madde, nispi yem değeri ve metabolik enerji içeriklerinin karşılaştırılması", Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 18(4), 571-577.

- Carey, C.D. 2019. "Sugarcane aphid-forage sorghum interactions and effects of abiotic and biotic conditions". Tarleton State University, Bachelor of Science in Horticulture, 72, Stephenville, Texas.
- CCCF, 2011. "Working paper on mycotoxins in sorghum", Joint FAO / WHO Food Standards Codex Committee on Contaminants in Foods (CCCF).
- Celik, B., Turk, M. 2021. "The Determination of forage yield and quality of some silage sorghum cultivars in heritability and path analysis in f2 populations of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) ecological conditions of Uşak province", Turkish Journal of Range and Forage Science, 2(1), 1-7.
- Chamblee, D.S., Green, J.T., Burns, J.C. 1995. "Principle forages of North Carolina: adaptation, characteristics, management, and utilization", In: Chamblee, D. S. and J. T. Green (eds.). Production and Utilization of Pastures and Forages in North Carolina. Technical Bulletin 305.
- Chapin, F.S., Bloom, A.J., Field, C.B., Waring, R.H. 1987. "Plant responses to multiple environmental factors", BioScience, 37, 49-57.
- Chattha, M.U., Iqbal, A., Hassan, M.U., Chattha, M.B., Ishaque, W., Usman, M., Ullah, M.A. 2017. "Forage yield and quality of sweet sorghum as influenced by sowing methods and harvesting times", Journal of Basic and Applied Sciences, 13, 301-306.
- Cherry, R., Wang, Y., Nuessly, G., Raid, R. 2013. "Effect of planting date and density on insect pests of sweet sorghum grown for biofuel in Southern Florida", J. Entomol. Sci., 48(1), 52-60.
- Cifuentes, R., Bressani, R., Rolz, C. 2014. "The potential of sweet sorghum as a source of ethanol and protein", Energy Sustain Dev., 21, 13–9.
- Claassen, P.A.M., De Vrije, T., Budde, M.A.W. 2004. "Biological hydrogen production from sweet sorghum by thermophilic bacteria", In: proceedings of the 2nd world conference on biomass for energy, industry and climate protection; Rome, Italy.
- Clapp, J.G., Chamblee, D.S. 1970. "Influence of different defoliation systems on the regrowth of pearl millet, hybrid sudangrass, and two sorghum-sudangrass hybrids from terminal, axillary, and basal buds", Agron. J., 10, 345-349.
- Comasseto, D.dos.S., Rodrigues, C.R., Dornelles, R.da.R., Faleiro, E.A., Pinto, A.G., Castagnara, D.D., Oaigen, R.P., Del Valle, T.A., Azevedo, E.B.de. 2020. "Effects of cutting height managements on yield and composition of different annual pastures", Rev. Bras. Saúde Prod. Anim., 21. DOI: 10.1590/s1519-99402121282020.
- Conn, E.E. 1973. "Cyanogenic glycosides; their occurrence, biosynthesis and function", p. 55-63. In Chronic Cassava Toxicity, Proceedings of and interdisciplinary Workshop. London.

- Conn, E.E. 1979a. "Biosynthesis of Cyanogenic Glycosides", *Naturwissenschaften*, 66, 28-34.
- Conn, E.E. 1979b. "Cyanogenic glycosides", I.A. Vol 27. Ed. by A. Neuberger and T.H. Jukes
In · *Biochemistry of Nutrition* University Park Press, Baltimore.
- Conn, E.E. 1980a. "Unwanted biological substances in food; Cyanogenic Glycosides. p. 104
121. Ed. J.C. Ayres. In 'Impact of Toxicology on Food Processing. Davis. California.
- Conn, E.E. 1984. "Compartmentation of secondary compounds", *Annu. Proc. Phytochem. Soc. Europe*. Vol. 24. Oxford Press.
- Constable, G.A., Rawson, H.M. 1980. "Effect of leaf position, expansion and age on
photosynthesis, transpiration and water use of cotton", *Australian Journal of Plant
Physiology*, 7, 89-100.
- Corin, E.E. 1980b. "Cyanogenic compounds", *Ann. Rev. Plan. Physiol.*, 31: 433-451.
- Cosentino, S.L., Mantineo, M., Testa, G. 2012. "Water and nitrogen balance of sweet sorghum
(*Sorghum bicolor* Moench (L.)) cv. Keller under semi-arid conditions", *Ind. Crops Prod.*,
36, 329-42.
- Creel, R.J., Fribourg, H.A. 1981. "Interactions between forage sorghum cultivars and
defoliation management", *Agron. J.*, 73, 463-469.
- Crovetto, G.M., Galassi, G., Rapetti, L., Sandrucci, A., Tamburini, A. 1998. "Effect of the stage
of maturity on the nutritive value of whole crop wheat silage", *Livestock Production
Science*, 55(1), 21-32.
- Çakmakçı, S., Gündüz, İ., Çeçen, S., Aydınöğlü, B., Tüsüz, M.A. 1999. "Sorghum (*Sorghum
bicolor* L.)'un silajlık kullanımında farklı biçim devrelerinin verim ve kalite üzerine etkileri",
Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi, 23(3), 603-611.
- Çamoğlu, G., Aşık, Ş., Genç, L. 2018. "Farklı su stresi düzeylerinde yer tabanlı spektral
ölçümler ile tatlı mısırın verim tahmini", *Çanakkale Onsekiz Mart Üni. Fen Bilimleri Enst.
Derg.*, 4(2), 186-199.
- Çeçen, S., Öten, M., Erdurmuş, C. 2005. "Batı Akdeniz sahil kuşağında sorgum, sudan otu ve
mısırın II. ürün olarak değerlendirilmesi", *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü,
Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(3), 337-341.
- Çiğdem, İ., Uzun, F. 2006. "Samsun ili taban alanlarında ikinci ürün olarak yetiştirilebilecek
bazı silajlık sorgum ve mısır çeşitleri üzerine bir araştırma", *Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1), 14-19.
- Çoban, U., Acar, R. 2018. "Effects of different seed beds on the yield and quality characteristics
of the sorghum sudan grass varieties", *Journal of Bahri Dagdas Crop Research*, 7, 32-
38.

- Damte, T., Pendleton, B.B., Almas, L.K. 2009. "Cost-benefit analysis of sorghum midge, *Stenodiplosis sorghicola* (Coquillett)-resistant sorghum hybrid research and development in Texas", *SW Entomol.*, 34, 395-405.
- Daniel, E.E., Ajit, K.M., Mark, L.Jr., Danielle, D.B., Umakanta, J., Gerald, J.W., Archie, L.W. 2017. "Evaluation of three cultivars of sweet sorghum as feedstocks for ethanol production in the Southeast United States", Article No~e004902. 1-18.
- Dar, R.A., Dar, E.A., Kaur, E., Phutela, G.U. 2018. "Sweet sorghum-a promising alternative feedstock for biofuel production", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82(3), 4070-4090.
- David, W.K., Steven, P. 2004. "Forages of all seasons-managing forages to minimize prussic acid poisoning", *Hay business Conference&Expo*, University of Wyoming, B-1122-7.
- Davies, J.C. 1982. "Pest losses and control of damage on sorghum in developing countries – The Realities and the Myths", In: *Sorghum in the Eighties Proceedings of the International Symposium on Sorghum*, 2-7 November 1981, Patancheru, A.P., India.
- Demir, D. 2020. "Determination of yield and yield characteristics of some late matured sweet sorghum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) genotypes under main crop conditions of Harran plain", *Harran University Graduate School of Natural and Applied Sciences*, Master Thesis, 80p.
- Demirel, K., Camoglu, G., Genc, L., Kizil, U. 2014b. "The variation of plant stress indicators and some traits under different irrigation and nitrogen levels in the rocket", *Fresenius Environmental Bulletin*, 23(5), 1238-1248.
- Demirel, K., Genc, L., Bahar, E., Inalpulat, M., Smith, S., Kizil, U. 2014a. "Yield estimate using spectral indices in eggplant and bell pepper grown under deficit irrigation", *Fresenius Environmental Bulletin*, 23(5), 1232-1237.
- Di Marco, O.N., Aello, M.S., Nomdedeu, M., Van Houtte, S. 2002. "Effect of maize crop maturity on silage chemical composition and digestibility (in vivo, in situ and in vitro)", *Animal Feed Science and Technology*, 99(1-4), 37-43.
- Dicko, M.H., Gruppen, H., Traore, A.S., van Berkel, W.J., Voragen, A.G. 2005. "Evaluation of the effect of germination on phenolic compounds and antioxidant activities in sorghum varieties", *J. Agric. Food Chem.*, 53(7), 2581-2588.
- Doggett, H. 1988. "Sorghum", *Longman Scientific & Technical*, London.
- Donchev, V., Kikindonov, T.Z., Mehmed, A. 2016. "Assessment of germination and initial temp of development of Sudangrass, Sorghum x Sudangrass hybrids and sweet sorghum forms, treated with polyethylene glycol as a model of water deficiency germination", *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 19, 100-111.

- Donchev, V., Kikindonov, Tz., Bazitov, R. 2018. "Assessment of field germination and initial temp of growth of Sudangrass, Sorghum x Sudangrass hybrids and sweet sorghum forms", Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 21, 169-178.
- Ellenhorn, M.J., Barceloux, D.G. 1988. "Cyanide. p. 829-834. In: Medical Toxicology Diagnosis and Treatment of Human Poisoning'. London.
- El Bassam N. 2010. "Handbook of bio-energy crops: a complete reference to species, development and application", London, UK: Earthscan Ltd; 2010. [Dunstan House, 14a St Cross Street, London EC1N 8XA, UK].
- Elizondo-Salazar, J.A. 2017. "Producción de biomasa y calidad nutricional de tres forrajes cosechados a dos alturas", Agron. Mesoam, 28(2), 329-340.
- Emeklier, H.Y. 2014. "İç Anadolu Bölgesi'nin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli ve enerji bitkileri tarımı", Enerji Tarımı ve Biyoyakıtlar 4. Ulusal Çalıştayı, 28-29 Nisan 2014, s:101-108.
- Enchev, S. 2021. "Productivity and feed quality of Sudan grass (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.) and sweet sorghum forms", Agricultural Science And Technology, 13(1), 57-62.
- Engin, B., Mut, H. 2018. "Bazı yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinin nispi yem değerleri ile kimi mineral madde içeriklerinin biçim sıralarına göre değişimi", Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(02), 119-127.
- Erdurmus, C., Erdal, S., Öten, M., Kiremitci, S., Uzun, B. 2021. Investigation of forage sorghum (*Sorghum bicolor* L.) genotypes for yield and yield components. Maydica electronic publication-2021, 66-M13.
- Eric, P., Dukic, D., Stanisavljevic, R. 2004. "Effect of plant height on HCN level in the forages of forage sorghum and sudan grass", Acta Agriculturae Serbica, 9, 349-354.
- Escalada, R.G., Plucknett, D.L. 1977. "Ratoon cropping of Sorghum III. Effect of nitrogen and cutting height on ratoon performance", Agron. J., 63, 341-346.
- Fageria, N.K. 2009. "The Use of Nutrients in Crop Plants", CRC Press, Boca Raton, FL.
- Fageria, N.K., Moreira, A. 2011. "The Role of Mineral Nutrition on Root Growth of Crop Plants", In Donald L. Sparks, editor: Advances in Agronomy, Vol. 110, Burlington: Academic Press, 2011, pp. 251-331. ISBN: 978-0-12-385531-2.
- FAO, 1995. "Sorghum and millet in human nutrition", FAO Food and Nutrition Series No. 27. ISBN 92-5-103381-1. Consulted on 10 September 2005 at: <http://www.fao.org/DOCREP/T0818e/T0818E00.htm#Contents>.
- Ferraro, D.O., Oosterheld, M. 2002. "Effect of defoliation on grass growth. A quantitative review", OIKOS, 98, 125-133.

- Ferrio, J.P., Villegas, D., Zarco, J., Aparicio, N., Araus, J.L., Royo, C. 2005. "Assessment of durum wheat yield using visible and near-infrared reflectance spectra of canopies", *Field Crops Research*, 94, 126-148.
- Fornasieiri Filho, D., Fornasieiri, J.L. 2009. "Manual do cultivo do sorgo", FUNEP.
- Fribourg, H.A. 1995. "Summer annual grasses", In: R. F. Barnes, D. A. Miller, and C. J. Nelson (eds), *Forages*, 5th edn, pp. 463-471. Iowa State University Press, Ames, IA.
- Frost, R.A., Wilson, L.M., Launchbaugh, K.L., Hovde, E.M. 2008. "Seasonal change in forage value of rangeland weeds in northern Idaho", *Invasive Plant Science and Manage.*, 1(4), 343-351.
- Gao, B. 1996. "NDWI a normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space", *Remote Sensing of Environment*, 58(3), 257-266.
- Genc, L., Demirel, K., Camoglu, G., Asik, S., Smith, S. 2011. "Determination of plant water stress using spectral reflectance measurements in watermelon (*Citrullus vulgaris*)", *AmericanEurasian Journal of Agricultural & Environmental Science*, 11(2), 296-304.
- Genç, S., Baytekin, H. 2015. "Tek yıllık bitkilerle oluşturulan yapay mera tesislerinde uygulanan otlatma sistemlerinin meranın verim özellikleri üzerine etkileri", 11. Tarla Bitkileri Kongresi, 7-10 Eylül 2015, Çanakkale, Poster Bildirileri, Cilt II, 3-7.
- George, F., Worker, Jr. 1973. "Sudangrass and sudangrass hybrids responses to row spacing and plant maturity on yield and chemical composition", *Argon. Journal*, 65, 975-977.
- Geren, H., Kavut, T.Y. 2009. "İkinci ürün koşullarında yetiştirilen bazı sorgum (*Sorghum* sp.) türlerinin mısır (*Zea mays* L.) ile verim ve silaj kalitesi yönünden karşılaştırılması üzerine bir araştırma", *EÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 46(1), 9-16.
- Giovos, R., Tassopoulos, D., Kalivas, D., Lougkos, N., Priovolou, A. 2021. "Remote sensing vegetation indices in viticulture: a critical review", *Agriculture*, 11, 457.
- Gitelson, A.A., Gritz, Y., Merzlyak, M.N. 2003. "Relationships between leaf chlorophyll content and spectral reflectance and algorithms for non-destructive chlorophyll assessment in higher plant leaves", *J. Plant Physiology*, 160(3), 271-282.
- Gnansounou E., Dauriat, A., Wyman, C.E. 2005. "Refining sweet sorghum to ethanol and sugar: economic trade-offs in the context of North China", *Bioresour Technol.*, 96,985-1002.
- Golubinova, I., Marinov-Serafimov, P. 2022. "Cyanogenic glycosides in broomcorn (*Sorghum vulgare* var. *technicum* (Körn.)) according growth stages", *Bulg. J. Agric. Sci.*, 28(3), 425-429.
- Gomes, E.P., Rickli, M.E., Cecato, U., Vieira, C.V., Sapia, J.G., Sanches, A.C. 2015. "Yield of Tifton 85 grass under irrigation and nitrogen doses", *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 19(4), 317-323.

- Gökkus, A., Kahrıman, F., Alatürk, F., Ali, B. 2016. "Variation of nutritional values in leaves and stalks of different maize genotypes having high protein and high oil during vegetation", *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 10(2016), 18-25.
- Gökkuş, A., Özaslan-Parlak, A., Baytekin, H., Hakyemez, B.H., Parlak, M. 2012. "Akdeniz kuşağı çalılı meralarında otsu türlerin mineral içeriklerinin değişimi", *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(1), 1-10.
- Gökkuş, A., Özaslan-Parlak, A., Parlak, M., Hakyemez, B.H., Baytekin, H. 2011. "Keçi yetiştiriciliğinde kermes meşesi (*Quercus coccifera* L.) ve akçakesme (*Phillyrea latifolia* L.) çalılarının önemi", Türkiye 9. Tarla Bitkileri Kongresi, 12–15 Eylül 2011, Bursa.
- Granados-Niñoa, J.A., Reta-Sánchezb, D.G., Santana, O.I., Reyes-González, A., Ochoa-Martinez, E., Díazc, F., Sánchez-Duarte, Juan, I. 2021. "Effect of the cutting height of sorghum at harvest on forage yield and nutritional value of silage", *Rev. Mex. Cienc. Pecu*, 12(3), 958-968.
- Grant, R.J., Haddad, S.G., Moore, K.J., Pedersen, J.F. 1995. "Brown midrib sorghum silage for midlactation dairy cows", *J. Dairy Sci.*, 78, 1970-1980.
- Grassi, G., Qiong, Z., Grassi, A., Fjallström, T., Helm, P. 2002. "Small-scale modern autonomous bio-energy complexes: development instrument for fighting Poverty and social exclusion in rural villages", In: proceedings of the 12th European conference on biomass for energy, industry and climate change, Amsterdam (The Netherlands), 17–21 June.
- Gregory, P.J. 1994. "Root growth and activity. In "Physiology and Determination of Crop Yield" (G. A. Peterson, Ed.), pp. 65–93. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.
- Griebel, S., Webb, M.M., Campanella, O.H., Craig, B.A., Weil, C.F., Tuinstra, M.R. 2019. "The alkali spreading phenotype in Sorghum bicolor and its relationship to starch gelatinization", *Journal of Cereal Science*, 86, 41-47.
- Griffin, J.L., Jung, G.A. 1983. "Leaf and stem forage quality of big bluestem and switchgrass", *Agron. J.*, 75, 723.
- GTHB, 2013. Stratejik plan. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara.
- Guo, C., Cui, W., Feng, X., Zhao, J., Lu, G. 2011. "Sorghum insect problems and management", *Journal of Integrative Plant Biology*, 53(3), 178-192.
- Guo, Y., Wang, H., Wu, Z., Wang, S., Sun, H., Senthilnath, J., Wang, J., Robin Bryant, C., Fu, Y. 2020. "Modified red blue vegetation index for chlorophyll estimation and yield prediction of maize from visible images captured by UAV", *Sensors*, 20 (18): 5055.
- Güçük, T., Baytekin, H. 1999a. "Bozova sulu koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen silaj mısır silaj sorgum ve sorgum-sudanotu melez çeşitlerinde hasat zamanının verim ve

- verim unsurlarına etkisi”, GAP I. Tarım Kongresi, 26-28 Mayıs, Harran Üni. Ziraat Fak., 2. Cilt, Sayfa: 683-690, Şanlıurfa.
- Güçük, T., Baytekin, H. 1999b. “Bozova sulu koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen silaj mısır silaj sorgum ve sorgum-sudanotu melez çeşitlerinde hasat zamanının verim ve bazı silaj özelliklerine etkisi”, Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, 15-18 Kasım 1999, Adana.
- Gülümser, E., Mut, H., Doğrusöz, M.Ç., Başaran, U. 2017. “Baklagil yem bitkisi tahıl karışımların ot kalitesi üzerinde ekim oranlarının etkisi”, Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 31(3), 43-51.
- Güneş, A., Acar, R. 2005. “Karaman ekolojik koşullarında silajlık sorgum sudanotu melezinin ikinci ürün olarak yetiştirme imkanlarının belirlenmesi”, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(35), 8-15.
- Gürsoy, E., Macit, M. 2017. “Erzurum ili çayır ve meralarında doğal olarak yetişen bazı baklagil ve buğdaygil yem bitkilerinin mineral madde kompozisyonlarının belirlenmesi”, Alinteri Ziraat Bilimler Dergisi, 32(1), 1-9.
- Gürsoy, Ö., Atun, R. 2019. “Using remote sensing in detecting sugar beet fields treated with different doses of phosphorus”, Fresenius Environmental Bulletin, 28, 1247-1253.
- Habyarimana, E., Bonardi, P., Laureti, D., Di Bari, V., Cosentino, S., Lorenzoni, C. 2004. “Multilocational evaluation of biomass sorghum hybrids under two stand densities and variable water supply in Italy”, Industrial Crops and Products, 20(1), 3-9.
- Haishman, D.R., Knight, D.J. 1967. “The enzymic hydrolysis of Amygdalin”. Biochem. Journal, 103, 528-534.
- Heath, M.E., Barnes, R.F., Metcalfe, D.S. 1985. “Forages”, Iowa State University Press, Ames.
- Hernández-Clemente, R., Navarro-Cerrillo, R.M., Zarco-Tejada, P.J. 2012. “Carotenoid content estimation in a heterogeneous conifer forest using narrow-band indices and PROSPECT+DART simulations”, Remote Sensing of Environment, 127, 298–315.
- Hgaza, V.K., Diby, L.N., Ake, S., Frossard, E. 2009. “Leaf growth and photosynthetic capacity as affected by leaf position, plant nutritional status and growth stage in *Dioscorea alata* L.”, Journal of Animal & Plant Sciences, 5(2), 483-493.
- House, L.R. 1985. “A Guide to sorghum breeding”, 2nd ed. Patancheru, A. P. 502324, India: ICRISAT.
- Howell, T.A., Evett, S.R., Tolke, J.A., Copeland, K.S., Colaizzi, P.D., Gowda, P. 2008. “Evapotranspiration of corn and forage sorghum for silage”, In: Proceedings of the Environmental and Water Resources Institute World Congress, 12–16 May 2008. Honolulu, Hawaii.
- Hu, T., Sørensen, P., Wahlströma, E.M., Chirindab, N., Sharifa, B., Lia X., Olesen, J.E. 2018. “Root biomass in cereals, catch crops and weeds can be reliably estimated without

- considering aboveground biomass”, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 251, 141–148.
- Huang, H., Liu, L., Ngadi, M.O. 2014. “Recent developments in hyperspectral imaging for assessment of food quality and safety”, *Sensors*, 14, 7248-7276.
- Humphry, S.H., Nash, D.A. 1978. “Lactic acidosis complicating Sodium Nitroprussid therapy”, *Annals of Internal Medicine*, 88(1), 58-59.
- Hussain, A., Mohammad, D., Bhatti, M., Zahid, M. 1991. “Response of sudangrass to various levels of nitrogen in combination with phosphorus under rainfed conditions”, *Pak. J. Agric. Res.*, 12, 158–164.
- Hyams, D. 2018. *Curve Expert Version 2.6.5. A Comprehensive Curve Fitting Package for Windows*.
- İnce, C., Özelkan, E., Kaya, Ş. 2014. “Assessment of thyme reduction using multitemporal satellite data and in-situ spectroradiometric measurement: Altıoluk Plateau, Kocaeli-Turkey”, *Fresenius Environmental Bulletin*, 23, 3007-3012.
- İptaş, S., Avcioglu, R. 1997. “Mısır, sorgum, sudanotu ve sorgum-sudanotu melez bitkilerinde farklı hasat devrelerinin silo yemi niteliğine etkileri”, *Türkiye Birinci Silaj Kongresi*, 16-19 Eylül 1997, U.Ü. Ziraat Fak. Zootekni Bölümü, Bursa, s. 42-51.
- İptaş, S., Brohi, A.R. 2003. “Effect of Nitrogen Rate and Stubble Height on Dry Matter Yield, Crude Protein Content and Crude Protein Yield of a Sorghum–Sudangrass Hybrid[Sorghum bicolor (L.) Moench × Sorghum sudanense (Piper) Stapf.] in the Three-Cutting System”, *Journal of Agronomy and Crop Science*, 189, 227-232.
- İptaş, S., Brohi, A.R., Aktaş, A. 2001. “Sorgum x sudanotu melezinde (*Sorghum vulgare* Pers. x *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.) azotlu gübreleme ve biçim yüksekliğinin verim ve kaliteye etkisi”, *Tarım Bilimleri Derg.*, 7(2), 69-74.
- Jahanzad, E., Jorat, M., Moghadam, H., Sadeghpour, A., Chaichi, M.R., Dashtaki, M. 2013. “Response of a new and a commonly grown forage sorghum cultivar to limited irrigation and planting density”, *Agric. Water Managen.*, 117, 62-69.
- Jain, N., Ray, S.S., Singh, J.P., Panigrahy, S. 2007. “Use of hyperspectral data to assess the effects of different nitrogen applications on a potato crop”, *Precis. Agric.*, 8, 225–239.
- Jardim, A.M., Silva, G.P., Biesdorf, E.M., Pinheiro, A.D., Silva, M.V., Júnior, G.D., Santos, A.D., Alves, H.K., Souza, M.D., Morais, J., Alves, C.P., Silva, T.G. 2020. “Production potential of Sorghum bicolor (L.) Moench crop in the Brazilian semiarid: review, *PUBVET*, 14, 1-13.
- Jennewein, J.S., Eitel, J.U.H., Pinto, J.R., Vierling, L.A. 2020. “Toward mapping dietary fibers in northern ecosystems using hyperspectral and multispectral data”, *Remote Sens.*, 12, 2579.

- Jones, M.B. 1993. "Plant microclimate", Photosynthesis and Production in a Changing Environment, A Field and Laboratory Manual. Eds.: Hall, D.O., Scurlock, J.M.O., Bolhär-Nordenkamp, H.R., Leegood, R.C., Long, S.P. Springer-Science+Business Media, B.V., 47-64.
- Jung, G.A., Lilly, B., Shih, S.C. Reid, R.L. 1964. "Studies with sudangrass", Agro. Journal, 56, 533–537.
- Jung, H.G., Allen, M.S. 1995. "Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants", J., Anim. Sci., 73, 2774–2790.
- Kallah, M.S., Muhammad, I.R., Baba, M., Lawal, R. 1999. "The effect of maturity on the composition of hay and silage made from columbus grass (*Sorghum almum*)", Tropical Grassland, 33(1), 46–50.
- Kalton, R.R. 1988. "Overview of the forage sorghums", In: Proceeding of the 43 Annual Corn and Sorghum Research Conference (ed. D.B. Wilkinson), American Seed Trade Association, Washington DC, pp. 1-12.
- Kamstra, L.D., Schentzel, D.L., Lewis, J.K., Elderkin, R.L. 1968. "Maturity study with Western Wheatgrass", J. Range Manage., 21, 235-239.
- Kangama, C.O., Rumei, X. 2005. "Introduction of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) into China", Afr. J. Biotech., 4, 575-579.
- Kaplan, M., Yılmaz, S., Kökten, K., Temizgül, R., Karaman, K. 2016. "Yerel Sorgum (*Sorghum bicolor* L) popülasyonlarının aminoasit, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitelerin belirlenmesi", T.C. Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Sonuç Raporu.
- Kaplan, S. 2021. "Diyarbakır Koşullarında Farklı Tatlı Sorgum Çeşitlerinin Biyokütle Verimi ve Silaj Kalite Özelliklerinin Saptanması", T.C. Şırnak Üniversitesi Lisansüstü Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s70.
- Kara, E., Sürmen, M., Erdoğan, H. 2019. "Katı biyogaz atığı uygulamalarının sorgum ve sorgum x sudanotu melezi bitkilerinde yem verimi ve kalitesi üzerine etkileri", Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 5(2), 355-361.
- Karataş, Z., Tansı, V. 2011. "Çukurova koşullarında II. ürün olarak bazı sorgum x sudan otu melezi çeşitlerinin biçim zamanının hasıl verim ve kalite unsurlarına etkileri üzerine bir araştırma", Ç.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Derg., 26-3.
- Kaur, Y.R., Uppal, S.K., Sharma, P., Oberoi, H.S. 2010. "Chemical composition of sweet sorghum juice and its comparative potential of different fermentation processes for enhanced ethanol production", Sugar Tech., 15(3), 305–10.
- Keen, B.A. 1921. Agricultural Meteorology: The Effect of Weather on Crops. Nature, Vol. 108, 300p.

- Kelly, J., Crain, J.L., Raun, W.R. 2015. "By-Plant prediction of corn (*Zea mays* L.) grain yield using height and stalk diameter", *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 46, 564-575.
- Kering, M.K., Guretzky, J., Funderburg, E., Mosali, J. 2011. "Effect of nitrogen fertilizer rate and harvest season on forage yield, quality, and macronutrient concentrations in midland Bermuda grass", *Commun Soil Sci Plant Anal.*, 42, 1958–1971.
- Keskin, B., Yılmaz, İ.H., Akdeniz, H. 2005. "Sorgum x sudanotu melezi (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* Mtapf.) çeşitlerinde hasat zamanının verim ve verim unsurlarına etkisi", *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36(2), 145-150.
- Khan, M.A., Iqbal, Z., Sarwar, M., Nisa, M., Khan, M.S., Lee, W.S., Lee, H.J., Kim, H.S. 2006. "Urea treated corncobs ensiled with or without additives for buffaloes: ruminal characteristics, digestibility and nitrogen metabolism", *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 19(5), 705-712.
- Khan, R.R. 2019. "Trends in sustainable management of emerging insect pests". *Developing Sustainable Agriculture in Pakistan*. Editors: Khan, I.A., and Khan, M.S. CRC Press, Taylor and Francis Group, London.
- Kılıç, T., Ulutaş, E., Taşkın, T., Kaya, A., Sokat, Y. 2008. "Yem bitkilerinden yonca, korunga ve fiğde sorun olan hastalık, zararlı ve yabancı otlar", *Bornova Zirai Mücadele Araştırma İstasyon Müdürlüğü*, İzmir.
- Kılınç, K. 2022. "Farklı Biçim Zamanlarının Yulaf ve Triticale'nin Ot Verimi ve Kalitesine Etkileri", *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, 47.
- Kızıl Aydemir, S., Turhal, K. 2018. "Correlation analyses of herbage yield and quality components in certain sorghum x sudangrass (*Sorghum bicolor* L. x *Sorghum sudanense* Staph.) hybrid cultivars", *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6(4), 495-499.
- Kızıl, S., Tansı, V. 1997. "Çukurova koşullarında ikinci ürün sezonunda yetiştirilen bazı tane ve silaj sorgum (*Sorghum bicolor* L.) çeşitlerinde farklı ekim sıklıklarının verim üzerine olan etkileri", *Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi*, Samsun, 472-476.
- Kikindonov, Tz., Slanev, K., Kikindonov, G. 2008. "Green mass productivity of sorghum origins", *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 11, 503-511.
- Kim, M., Day, D.F. 2011. "Composition of sugar cane, energy cane, and sweet sorghum suitable for ethanol production at Louisiana sugar mills", *J Ind. Microbiol Biotechnol.*, 38(7), 803-807.

- Kipnis, T. 2001. "Production of high quality forage sorghum under limited water supply", Turkey-Israeli Workshop on Silage and By-Products for High Lactating Cows, July 24-26, Bet Degan, Israel, s. 39-41.
- Kir, H., Sahan, B.D. 2019. "Yield and quality feature of some silage sorghum and sorghum-sudangrass hybrid cultivars in ecological conditions of Kırşehir province", *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(3), 388-395.
- Kirsten, W. 1983. "Organic elemental analysis: ultramicro, micro, and trace methods", Academic Press, Harcourt Brace Jovanovich, New York.
- Kiziloglu, F.M., Sahin, U., Kuslu, Y., Tunc, T. 2009. "Determining water– yield relationship, water use efficiency, crop and pan coefficients for silage maize in a semiarid region", *Irrig. Sci.*, 27, 129–137.
- Kobori, Y., Amano, H. 2003. "Effect of rainfall on a population of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae)", *Applied Entomology and Zoology*, 38, 249–253.
- Koksal, E.S., Kara, T., Apan, M., Ustun, H., Ilbeyi, A. 2008. "Estimation of green bean yield, water deficiency and productivity using spectral indexes during the growing season", *Irrigation and Drainage Systems*, 22, 209–223.
- Kozłowski, S., Zielewicz, W., Oliwa, R., Jakubowski, M. 2006. "Biological and chemical properties of *Sorghum saccharatum* from the point of view of possibilities of its cultivation in Poland", *Grassland Science in Poland*, 9, 101- 112.
- Köksal, E.S., Üstün, H., İlbeyi, A. 2010. "Bodur yeşil fasulyenin sulama zamanı göstergesi olarak yaprak su potansiyeli ve bitki su stres indeksi sınır değerleri", *Uludağ Üni. Ziraat Fak. Derg.*, 24(1), 25-36.
- Kujira, Y., Grove, J.H., Ronzelli, P. 1994. "Varietal differences of root systems in winter-wheat seedlings", *Jpn. J. Crop Sci.*, 63, 524–530.
- Kunc, V., Latkovska, M., Krajinovic, M., Berenji, J.B. 1995. "Three year study on HCN content in forage sorghums and Sudan grasses", *Zbornik Matice Srpske za prirodne nauke*, 89, 53- 61.
- Küçüksemerci, O., Baytekin, H. 2017. "Çanakkale koşullarında yetiştirilen şeker sorgumda ekim sıklığının verim ve kalite özelliklerine etkisi", *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 4(1), 95–100.
- Lambers, H., Freijssen, N., Poorter, H., Hirose, T., Van der Werf, A. 1989. "Analyses of growth based on net assimilation rate and nitrogen productivity", Their physiological background. In H Lambers, ML Cambridge, H Konings, TL Pons, eds, *Causes and Consequences of Variation in Growth Rate and Productivity of Higher Plants*, SPB Academic Publishing, The Hague, pp 1-17.

- Lang, B. 2001. Sudan/Sorghum Forage Management. Iowa State Univ. Ext., Fact Sheet BL-50, 6p.
- Larcher, W. 1995. "Physiological Plant Ecology", Third Edt. Springer-Verlag, Berlin.
- Lee, S.M. 2005. "Effect of the cultivation method and cutting time on the growth characteristics, dry matter yield and voluntary intake in sorghum*sudangrass hybrid", J. Kor. Soc. Grass. Sci., 25(1), 7-16.
- Leegood, R.C., Sharkey, T.D., von Caemmerer, S. 2000. Photosynthesis: Physiology and Metabolism. Kluwer Academic Publishers, 624p.
- Leith, J.H., Pasion, C.C. 1990. "A model for photosynthesis of rose leaves as a function of photosynthetically active radiation, leaf temperature and leaf age", Journal of the American Society for Horticultural Sciences, 115, 486-491.
- Lema, M., Cebert, E., Sapra, V. 2004. "Evaluation of small grain cultivars for forage in North Alabama", Journal of Sustainable Agriculture, 23(4), 133-145.
- Lenobles, S., Feyt, H. 1983. "Sorghum forages". In: Encyclopedie Techniques Agricoles Fasc: 2210, pp. 1-32.
- Leuschner, K., Taneja, S.L., Sharma, H.C. 1985. "The role of host-plant resistance in pest management in sorghum in India", International Journal of Tropical Insect Science, 6(3), 453-460.
- Lu, J., Yang, T., Su, X., Qi, H., Yao, X., Cheng, T., Zhu, Y., Cao, W., Tian, Y. 2019. "Monitoring leaf potassium content using hyperspectral vegetation indices in rice leaves", Precis. Agric., 21, 324–348.
- Luthra, Y.P., Arora S.K., Paroda, R.S. 1976. "Genotypic differences in toxic constituents at different stages of growth in sorghum", Forage Research, 2(2), 137-143.
- Lyons, R.K., Machen, R.V., Forbes, T.D.A. 1999. "Why Range Forage Quality Changes", Texas Agric. Ext. Serv., B-6036, p: 7.
- Mahajan, G.R., Das, B., Murgaoakar, D., Herrmann, I., Berger, K., Sahoo, R.N., Patel, K., Desai, A., Morajkar, S., Kulkarni, R.M. 2021. "Monitoring the foliar nutrientsstatus of mango using spectroscopy-based spectral indices and PLSR-combined machine learning models", Remote Sens., 13, 641.
- Mahajan, G.R., Sahoo, R.N., Pandey, R.N., Gupta, V.K., Kumar, D. 2014. "Using hyperspectral remote sensing techniques to monitör nitrogen, phosphorus, sulphur and potassium in wheat (*Triticum aestivum* L.)", Precis. Agric., 15, 499–522.
- Mahmood, A., Honermeier, B. 2012. "Effect of row spacing and cultivar on biomass yield and quality of Sorghum bicolor L. Moench", J. Für Kulturpflanzen, 64(7), 250-257.

- Majak, W. 1987. "Hydrolysis of Cyanogenic Glycosides Amygdolin, Prunasin and Linamarin by ruminal Microorganisms", *Can. J. Anim. Sci.*, 67, 1133- 1137.
- Majak, W., Mc Oiamid, R.E., Hall, J.W., Cheng, K.J. 1990. "Factors that determine rates of Cyanogenesis in bovine ruminal fluid invitro", *J. Anim. Science*, 68(6), 1648-1655.
- Makkar, H.P.S., Blümmel, M., Becker, K. 1995. Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidones or polyethylene glycols and tannins, and their implication in gas production and true digestibility in in vitro techniques. *Br. J. Nutr.*, 73(1995), 897-913.
- Malipatil, M., Wainer, J. 2006. Grains Industry Biosecurity Plan's Diagnostic Protocols for the Detection of Leafminers. *Plant Health Australia*, 1-22.
- Mamma, D., Christakopoulos, P., Koullas, D., Kekos, D., Macris, B.J., Koukios, E. 1995. "An alternative approach to the bioconversion of sweet sorghum carbohydrates to ethanol", *Biomass- Bioenergy*, 8, 99–103.
- Manga, İ., Acar, Z. 1988. "Yem Kültürünün Genel İlkeleri", *Ders Notları*, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları No: 37, Samsun.
- Markovic, J., Dinic, B., Terzic, D., Andjelkovic, S., Milenkovic, J., Blagojevic, M., Celjaj, B. 2014. "Macroelements in red clover (*Trifolium pratense* L.) relative to cow requirements", Fifth International Scientific Agricultural Symposium „Agrosym 2014“, October 23-26, Jahorina, pp. 863-867.
- Marsalis, M.A., Kirksey, R.E., Flynn, R., O'Neill, M.K., Lauriault, L.M., Place, M. 2010. "Corn and sorghum performance tests", New Mexico State University, Las Cruces.
- Marsalisa, M.A., Angadi, S.V., Contreras-Govea, F.E. 2010. "Dry matter yield and nutritive value of corn, forage sorghum, and BMR forage sorghum at different plant populations and nitrogen rates", *Field Crop Res.*, 116, 52–57.
- Marschner, H. 1998. "Role of root growth, arbuscular mycorrhiza, and root exudates for the efficiency in nutrient acquisition", *Field Crops. Res.*, 56, 203–207.
- McDowell, L.R. 1996. "Feeding minerals to cattle on pasture", *Animal Feed Science and Technology*, 60(3-4), 247-271.
- Merrill, S.D., Tanaka, D.L., Krupinsky, J.M., Liebig, M.A., Hanson, J.D. 2007. "Soil water depletion and recharge under ten crop species and application to the principles of dynamic cropping systems", *Agron. J.*, 99, 931–938.
- Miller, M.J., Conn, E.E. 1980. "Metabolism of HCN by higher plants", *Plant. Physiol.*, 65, 1199-1202.
- Mirik, M., Norland, J.E., Biondini, M.E., Crabtree, R.L., Michels, Jr., G.J. 2007. "Relationships between remotely sensed data and biomass components in a big sagebrush (*Artemisia tridentata*) dominated area in Yellowstone National Park", *Turk J. Agric. and Forestry*, 31, 135-145.

- Miron, J., Zuckerman, E., Adin, G., Solomon, R., Shoshani, E., Nikbachat, M., Nikbachat, M., Yosef, E., Zenou, A., Gershon Weinberg, Z., Chen, Y., Halachmi, I., Ben-Ghedalia, D. 2007. "Comparison of two forage sorghum varieties with corn and the effect of feeding their silages on eating behavior and lactation performance of dairy cows", *Anim. Feed Sci. Technol.*, 139, 23-39.
- Moyer, J.L., Fritz, J.O., Higgins, J.J. 2003. "Relationships among forage yield and quality factors of hay-tipe sorghum", *Online, Crops Management Research*, 2, doi:10.1094/CM2003-1209-01-RS.
- Moyer, J.L., Fritz, J.O., Higgins, J.J. 2004. "Trends in forage yield and nutritive value of hay-tipe sorghum sp", *Argonomy Journal*, 96, 1453-1358.
- Muldon, D.K. 1985. "Summer farage sun derirrigation the effect of nitrogen fertilizer on the growth mineral composition and digestibility of sorghum x sudangrass hybrid and janapase bam yard millet", *Herbage Abstract*, 56(5), 178.
- Munson, R.E., Schaffer, J.A., Palm, E.N. 1993. G4349, Sorghum Aphid Pest Management. University of Missouri-Extension.
- Neenu, S., Biswas, A.K., Subba Rao, A. 2013. "Impact of climatic factors on crop production - A review", *Agri. Reviews*, 34(2), 97-106.
- Nelson, C.J., Moser, L.E. 1994. "Plant Factors Affecting Forage Quality", In: Fahey, Jr G.C., Ed. *Forage Quality, Evaluation and Utilization*, ASA, CSSA, SSSA, Wisconsin, 115–154.
- Nelson, P.R., Wludyka, P.S., Copeland, K.A.F. 2005. *The Analysis of Means: A Graphical Method for Comparing Means, Rates, and Proportions*. ASA-SIAM Series on Statistics and Applied Probability. SIAM, Philadelphia, PA, and ASA, Alexandria, VA, 2005. ISBN 0-89871-592-X.
- Newton, G.W., Schmidt, E.S., Lewis, J.P., Conn, E.E., Lawrance, R. 1981. "Amygelali n toxicity studies in rats predict chronic cyanide poisoning in humans", *The West. J. Med.*, 134, 97. 103.
- O'Toole, J.C., Bland, W.L. 1987. "Genotypic variation in crop plant root systems", *Adv. Agron.*, 41, 91–145.
- Oba, M., Allen, M.S. 1999. "Evaluation of the important of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: Effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows", *J Dairy Sci.*, 82, 589-596.
- Okosun, O.O., Allen, K.C., Glover, J.P., Reddy, G.V.P. 2021. "Biology, ecology, and management of key sorghum insect pests", *Journal of Integrated Pest Management*, 12(1), 1-18.

- Okuyucu, F. 1980. "Değişik Biçim Zamanı ve Azot Dozlarının Farklı Sorgum Çeşitlerinde Gelişme, Büyüme Hızı ve Verim ile Diğer Bazı Karakterlere Etkileri Üzerine Araştırmalar", E.Ü.Z.F. Çayır Mera ve Yem Bitkileri Kürsüsü, (Doçentlik Tezi), İzmir.
- Olukoya, I.A., Bellmer, D., Whiteley, J.R., Aichele, C.P. 2015. "Evaluation of the environmental impacts of ethanol production from sweet sorghum", *Energy Sustain. Dev.*, 24, 1–8.
- Orak, A., Kavdır, İ. 1994. "Çiftçi koşullarında yetiştirilen silajlık sorgumda (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) farklı tohumluk miktarı ve sıra arası açıklıklarının verim ve verim unsurlarına etkisi", *Trakya Üni. Tekirdağ Ziraat Fak. Derg.*, 3(1-2), 139-148.
- Osman, R.O., Abd El Gelil, F.M., El-Noamany, H.M., Dawood, M.G. 2000. "Oil content and fatty acid composition of some varieties of barley and sorghum grains", *Grasas y Aceites*, 51(3), 157-162.
- Özelkan, E., Karaman, M., Candar, S., Coskun, Z., Ormeci, C. 2015. "Investigation of grapevine photosynthesis using hyperspectral techniques and development of hyperspectral band ratio indices sensitive to photosynthesis", *J. Environ. Biology*, 36, 91-100.
- Özkan, U. 2020. "Türkiye yem bitkileri tarımına karşılaştırmalı genel bakış ve değerlendirme", *Türk Ziraat Mühendisliği Araştırmaları Dergisi*, 1 (1), 29-43.
- Özköse, A., Mulayim, M., Acar, R. 2015. "Effect of row spacing on some yield and yield components of silage sorghum cultivars in Konya conditions", *Selcuk Journal of Agriculture Sciences*, 2, 10-18.
- Özmen, S. 2017. "Bingöl Koşullarında Farklı Sorgum Türlerinin Ot Verimi ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi", *Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, 63s.
- Özyazıcı, M.A., Açıkbaş, S. 2019. "Kaba yemlerin fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum içeriği ve hayvan beslemedeki önemleri", *ISPEC International Conference on Agriculture, Animal Science and Rural Development-III*, December 20-22, Van, Turkey, s. 553-568.
- Özyazıcı, M.A., Açıkbaş, S., Turan, N., Kara, M.A. 2018a. "Evaluation of some common chickling (*Lathyrus sativus* L.) genotypes in terms of hay quality and some mineral contents", *International Conference on Agriculture, Forest, Food, Veterinary Sciences and Technologies (ICAFOF-2018)*, 2-5 April, Çeşme-İzmir/ Turkey, p. 215.
- Özyazıcı, M.A., Eliş, S., Özyazıcı, G., Açıkbaş, S., Turan, N. 2018b. "Farklı dallı darı (*Panicum virgatum* L.) çeşitlerinden elde edilen silajların bazı makro besin maddesi kapsamı", 1. Uluslararası Battalgazi Multi Disipliner Çalışmalar Kongresi, Kongre Tam Metin Kitabı, Cilt III, 7-9 Aralık, Malatya-Türkiye, s. 2398-2407.
- Pallardy, S.G. 2008. "Physiology of Woody Plants (3rd Ed)", Elsevier Inc., 454 p.

- Peacock, J.M. 1982. "Response and tolerance of sorghum to temperature stress. Sorghum in the Eighties", Proc. Int. Symp. Sorghum, Patancheru, India, 1981, 143-159.
- Pedersen, J.F. 1996. "Annual forages: New approaches for C-4 forages", In: Janick J. editor. Progress in new crops. ASHS Press, Alexandria, VA p:246-251.
- Pendleton, B.B., Teetes, G.L., Parker, R.D. 2000. "Quantifying Texas sorghum growers' use of IPM for insect pests", Southwestern Entomologist, 25(1), 39-53.
- Penuelas, J., Baret, F., Filella, I. 1995. "Semi-empirical indices to assess carotenoids/chlorophyll a ratio from leaf spectral reflectance", Photosynthetica, 31, 221-230.
- Penuelas, J., Llusia, J., Pinol, J., Filella, I. 1997. "Photochemical reflectance index and leaf photosynthetic radiation-use-efficiency assessment in Mediterranean trees", Int. J. Remote Sensing, 18(13), 2863-2868.
- Peter, A.E. 2022. "Arthropod pests of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)", In: Field Crop Arthropod Pests of Economic Importance, Academic Press, New York, pp. 348-408.
- Pieper, R.D., Kelsey, R.J., Nelson, A.B. 1974. "Nutritive quality of nitrogen fertilized and unfertilized blue grama", J. Range Manage., 27, 470-472.
- Pimstein, A., Karnieli, A., Bansal, S.K., Bonfil, D.J. 2011. "Exploring remotely sensed technologies for monitoring wheat potassium and phosphorus using field spectroscopy", Field Crop. Res., 121, 125–135.
- Pirinççi, İ., Tanyıldızı, S. 1994. "Yemlerdeki HCN düzeylerinin belirlenmesi", Vet. Bil. Derg., 10(1-2), 84-89.
- Polat, H., Bayraklı, F. 2019. "Konya bölgesi doğal meraları içerisindeki bazı bitkilerin ham protein ve besin elementi içerikleri", Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi, 8(1), 132-147.
- Pontieri, P., Troisi, J., Calcagnile, M., Bean, S.R., Tilley, M., Aramouni, F., Boffa, A., Pepe, G., Campiglia, P., Del Giudice, F., Chessa, A.L., Smolensky, D., Aletta, M., Alifano, P., Del Giudice, L. 2021. "Chemical composition, fatty acid and mineral content of food-grade white, red and black sorghum varieties grown in the Mediterranean environment", Foods, 2022, 11, 436. <https://doi.org/10.3390/foods11030436>.
- Poorter, H., Remkes, C. 1990. "Leaf area ratio and net assimilation rate of 24 wild species differing in relative growth rate" Oecologia, 83, 553-559.
- Poorter, H., Remkes, C., Lambers, H. 1990. "Carbon and nitrogen economy of 24 wild species differing in relative growth rate", Plant Physiol., 94, 621-627.
- Pushparajah, S., Sinniah, J. 2018. "Evaluation of dry matter yield and nutritive value of Sugar graze and Jumbo plus at different spacing in the yala season in the dry zone of Sri Lanka", Agriculture & Food Security, 7, 22.

- R Development Core Team, 2012. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- Ramatoulaye, F., Mady, C., Fallou, S., Amadou, K., Cyril, D., Massamba, D. 2016. "Production and Use Sorghum: A Literature Review", J. Nutrition Health Food Sci., 4(1), 1-4.
- Rezaie, A., Almodares, A., Amini, M., Khanghly, S. 2005. "The effect of milo photoperiodic to red light", In: proceedings of the 1st national congress on forage grass (Eds. A Rezaie, A Almodares, M Amini & S Khanghly). University of Tehran Agricultural and Natural Research, Karaj, Iran.
- Ribas, P.M. 2008. "Cultivation of Sorghum: Planting", 4th Edition, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas.
- Robson, S. 2007. Prussic acid poisoning in livestock. NSW Department of Primary Industries, Primefact 417, 3p.
- Rodriguez-Montero, W. 1997. "Crop Physiology of the Greater Yam (*Dioscorea alata*)", Ulrich E. Grauer., Stuttgart.
- Rooney, L.W., Waniska, R.D. 2000. "Sorghum food and industrial utilization", pp. 689-729. In: Smith CW, Frederiksen RA eds. Sorghum: Origin, History, Technology, and Production, John Wiley & Sons Inc., New York.
- Rooney, W.L. 2000. "Genetics and Cytogenetics", In: Sorghum: Origin, History, Technology and Production (ed. C.W. Smit), John Wiley Inc. New York, pp. 261-307.
- Saberi, A.R., Siti, A.H., Halim, R.A., Zharah, A.R. 2011. "Morphological responses of forage sorghums to salinity and irrigation frequency", African J. Biotechnol., 10, 9647-9656.
- Saeed, M., Francis, C.A. 1984. Yield stability in relation to maturity in grain sorghum. Crop Sci. 23, 683-687.
- Sağlamtimur, T., Tansı, V., Baytekin, H. 1989. Yembitkileri Yetiştirme. Çukurova Üni. Ziraat Fak. Ders Kitabı, No: 74.
- Salman, A., Budak, B. 2015. "Farklı Sorghum X Sudanotu Melezi (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* Stapf.) çeşitlerinin verim ve verim özellikleri üzerine bir araştırma", Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 12(2), 93-100.
- Sâmi, Ş. 1901. Kamus-ı Türki. İkdam Matbaası, Dersaadet, İstanbul.
- Sanderson, M.A., Jones, R.M., Ward, J., Wolfe, R. 1992. "Silage sorghum performance trial at Stephen Ville", Forage research in Texas. Report PR-5018. Stephenville, USA: Texas Agricultural Experimental Station.
- Santoso, H., Tani, H., Wang, X., Segah, H. 2018. "Predicting oil palm leaf nutrient contents in Kalimantan, Indonesia by measuring reflectance with a spectroradiometer", Int. J. Remote Sens., 40, 7581-7602.



- SAS Institute, 1999. SAS V8 Online Manual, Cary, NC.
- Schlegel, P., Wyss, U., Arrigo, Y., Hess, H.D. 2016. "Mineral concentrations of fresh herbage from mixedgrassland as influenced by botanical composition, harvest time and growth stage", *Animal Feed Science and Technology*, 219, 226-233.
- Schoonhoven, L.M., van Loon, J.J.A., Dicke, M. 2005. "Insect-plant biology", Second edition, Oxford University Press, Oxford, UK.
- Sellami, M.H., Albrizio, R., Colović, M., Hamze, M., Cantore, V., Todorovic, M., Piscitelli, L., Stellacci, A.M. 2022. "Selection of hyperspectral vegetation indices for monitoring yield and physiological response in sweet maize under different water and nitrogen availability", *Agronomy*, 12 (2): 489.
- Shakir Hanna, S.H., Girmay-Gwahid, B. 1999. "Spectral characterization of water stress impact on some agricultural crops: III. Studies on sudan grass and other different crops using handheld radiometer", *Proceedings of the SPaIE*, 3868, 154-166.
- Sharma, R.S., Rathim, G.S. 1985. "Influence of cutting managements on the fodder production of sorghum varieties", *JNKVV Res. J.*, 17, 276-279.
- Sharma, S., Kooner, R., Arora, R. 2017. "Insect pests and crop losses". Book: *Breeding Insect Resistant Crops for Sustainable Agriculture*. Editors: Arora, R., Sandhu, S. Springer.
- Shehu, Y., Alhassan, W.S., Pal, W.R. 1999. "The effect of intercropping *Lablab purpureus* L. with sorghum on yield and chemical composition of fodder", *J. Agronomy Crop Sci.*, 183, 73-79.
- Singh, B.R., Singh, D.P. 1985. "Agronomic and physiological responses of sorghum, maize and pearl millet to irrigation", *Field Crop Res.*, 42, 57-67.
- Slanev, K., Enchev, S. 2014. "Influence of variety and density on crop productivity of sorghum x Sudan grass hybrids in flowering stage", *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 20, 182-185.
- Slanev, K., Volodin, A., Kikindobnov, Tz. 2015. "Testing of promising varieties of sorghum in terms of Northeastern Bulgaria and South Russia", *Plant Science*, LII, 37-41.
- Smith, C.W., Frederiksen, R.A. 2000. "Sorghum: origin, history, technology, and production", New York: John Wiley and Sons.
- Sohani, S., Chouhan, R., Birla, D., Patel, L. 2022. "Impact of quantities of nitrogen application on infestation of sorghum insect pest", *Research Review International Journal of Multidisciplinary*, 7(3), 62–67.
- Soil Survey Staff, 1951. *Soil Survey Manual*. USDA, Handbook 18, US Govt. Printing Office. Washington DC. USA.

- Sowiński, J., Szydełko, E. 2011. "Growth rate and yields of a sorghum-sudangrass hybrid variety grown on a light and a medium-heavy soil as affected by cutting management and seeding rate", Polish J. Agronomy, 4, 23-28.
- Spears J.W. 1994. "Minerals in Forages", In: Fahey G.C., Ed. Forage Quality, Evaluation, and Utilization, ASA, CSSA, SSA, Wisconsin, 281-317.
- Sunaga, Y., Harada, H., Hatanaka, T. 2005. "Varietal differences in nitrate nitrogen concentration of Sudangrass (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf)", Grassland Science, 51(2), 169-177.
- Sürmen, M., Kara., E. 2022. "Forage yield and quality performances of sorghum genotypes in mediterranean ecological conditions", ADÜ Ziraat Derg, 19(2), 331-339.
- Szabo, A., Ruby, S.M., Rogan, F., Amit, Z. 1991. Changes in brain dopamin levels oocyt growth and spermatogenesis in Rainbow Trout *Oncorhynchus mykiss*, following sublethal cyanide exposure. Arch. Environ. Contam. Toxicol., 21(1), 152-157.
- TAGEM, 2008. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara, Türkiye. 260 s.
- Taiz, L., Zeiger, E. 2008. "Bitki Fizyolojisi", Çeviri Editörü: Türkan İ., Palme Yayıncılık, Ankara, 690p.
- Tan, M. 2019. "Macro and micromineral contents of different quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) varieties used as forage by cattle", Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 43, 1-8.
- Tansı, V., Ülger, A.C., Sağlamtimur, T., Baytekin, H., Okant, M., Kılınç, M. 1991. "Güneydoğu Anadolu Bölgesinde 1. ve 2. ürün olarak yetiştirilebilecek sorgum tür ve çeşitlerinin saptanması üzerinde araştırmalar", Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 39 GAP Yayın No: 66, 44.
- Taş, N. 2010. "Sulu şartlarda yazlık ve güzlük ekilen fiğ+buğday karışımlarında en uygun karışım oranı ve biçim zamanının belirlenmesi. I. Ot verimi ve verim unsurları", Anadolu J. of AARI, 20(2), 45-58.
- Tekeli, A.S., Avcioğlu, R., Ateş, E. 2003. "İran üçgülü (*Trifolium resupinatum* L.)'nde bazı morfolojik ve kimyasal özelliklerin zamana ve toprak üstü biomasına bağlı olarak değişimi", Tarım Bilimleri Dergisi, 9(3), 352-360.
- Tekin, S. 2018. "Siirt İli İkinci Ürün Koşullarında Bazı Sorgum (*Sorghum bicolor* L.), Sudanotu (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.), Sorgum x Sudanotu Melezi (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* Stapf.) ve Mısır (*Zea mays* L.) Çeşitlerinin Verim ve Bazı Verim Unsurlarının Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Siirt Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, s77, Siirt.
- Tolera, A., Sundstol, F., Said, A.N. 1998. "The effect of stage of maturity on yield and quality of maize grain and stover", Animal Feed Science and Technology, 75(2), 157-168.

- Tosunoğlu, S. 2014. "Yozgat şartlarında ana ve ikinci ürün olarak yetiştirilebilecek sorgum, sudan otu ve sorgum sudan otu melez çeşitlerinin belirlenmesi", Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 75s.
- Toure, C.F.B., Diallo, A.G., Toure, A.O., Toure, A. 2018. "Study of the root system of local and improved sorghum cultivars grown in Mali", Asian Journal of Advances in Agricultural Research, 7(3), 1-10.
- Towne, G., Ohlenbusch, D.P. 1992. "Native Hay Meadow Management", Coop. Ext. Serv., Kansas State Univ., MF-1042, 2p.
- Tsukov, Z. 1991. "Testing of sorghum hybrids intended for green mass and silage", Plant Science, 27(3-6), 33-36.
- Tucker, C.J. 1980. "Remote sensing of leaf water content in the near infrared", Remote Sensing of Environment, 10(1), 23-32.
- Turan, N., Özyazıcı, M.A., Açıkbaş, S., Seydoşoğlu, S. 2018. "Fiğ (Vicia sp.) cinslerine ait genotiplerin bazı makro element kapsamlarının belirlenmesi", UMTEB III. Uluslararası Mesleki ve Teknik Bilimler Kongresi, 21-22 Haziran, Tam Metin Kitabı, Cilt-6, Gaziantep, Türkiye, s. 3705-3712.
- Türk, M., Albayrak, S., Yüksel, O. 2007. "Effects of phosphorus fertilisation and harvesting stages on forage yield and quality of narbon vetch", New Zealand Journal of Agricultural Research, 50, 457-462.
- Uher, D., Štafa, Z., Maćešić, D., Kaučić, D., Vukašinović, Z. 2005. "The effect of cutting regime on yield of sorghum in different climatic (vegetation) seasons", Mljekarstvo, 55(1), 15-30.
- Undersander, D. 2003. Sorghums, Sudangrasses, and Sorghum-Sudan Hybrids. Focus on Forage, 5(5), 2p.
- Undersander, D.J., Smith, L.H., Kaminski, A.R., Kelling, K.A., Doll, J.D. 2003. "Sorghum forage. In: Alternative Field Crop Manual", University of Wisconsin Extension, Cooperative Extension, <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/forage.html>.
- Uzun, F., Çiğdem, İ. 2005. "Yemlik kocardarı ve kocardarı-sudan otu melezleri", Ondokuz Mayıs Üni. Ziraat Fak. Derg., 20(2), 66-72.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci., 74, 3583-3597
- Vanamala, J.K.P., Massey, A.R., Pinnamaneni, S.R., Reddivari, L., Reardon, K.F. 2018. "Grain and sweet sorghum (Sorghum bicolor L. Moench) serves as a novel source of bioactive compounds for human health", Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 58(17), 2867-2881.

- Vining, K.C. 1990. "Effects of weather on agricultural crops and livestock: An overview", Int. J. Environ. Studies, 36(1-2), 27-39.
- Vogel, K.P., Haskins, F.A., Gorz, H.J. 1987. "Potential for Hydrocyanic acid poisoning of livestock by Indiangrass", J.of Range Management, 40(6), 506-509.
- Weber, V.S., Araus, J.L., Cairns, J.E., Sanchez, C., Melchinger, A.E., Orsini, E. 2012. "Prediction of grain yield using reflectance spectra of canopy and leaves in maize plants grown under different water regimes", Field Crops Research, 128, 82–90.
- Wedin, W.F. 1970. "Digestible dry matter, crude protein and dry matter yields of grazing type sorghum, cultivars as affected by harvest frequency", Agro. Journal, 62, 359–363.
- Willigen, D., Noordwijk, V. 1987. "Roots, Plant production and nutrient use efficiency", Book, Publisher: Landbouw universiteit te Wageningen; 1987.
- Wolf, A., Watson, M., Wolf, N. 2003. "Digestion and dissolution methods for P, K, Ca, Mg and trace elements", In: Peters J (ed) Recommended methods of manure analysis, vol A3769. University of Wisconsin Extension Publication, Madison, pp 30, 32–35.
- Wolters, S., Söderström, M., Piikki, K., Börjesson, T., Pettersson, C.G. 2022. "Predicting grain protein concentration in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) based on unpiloted aerial vehicle multispectral optical remote sensing", Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science, 72(1): 788-802.
- Worker, G.F.Jr., Marble, V.L. 1968. "Comparison of growth stages of sorghum forage types at yield and chemical composition", Agronomy Journal, 60, 669-672.
- Wu, Y.Q., Huang, Y. 2008. "Molecular mapping of QTLs for resistance to the greenbug *Schizaphis graminum* (Rondani) in *Sorghum bicolor* (Moench)". Theor. Appl. Genet., 117, 117-124.
- Yıldırım, E., Özbek, H., Tozlu, G., Aslan, İ., Gültekin, L. 1998. "Erzurum ve bazı çevre illerinde yem bitkilerinde bulunan önemli zararlılar ve mücadeleleri", Doğu Anadolu Tarım Kongresi, 14-18 Eylül 1998, Erzurum.
- Yıldız, D., Kaplan, M., Temizgül, R., Kardeş, Y.M. 2018. "The effects of different selenium doses on sorghum grain yield and quality", Mediterranean Agricultural Sciences, 31, 149-153.
- Yücel, C., İlker, İ., Gündel, F., Yücel, D., Aktaş, A., Karaağaç, H.A., Hatipoğlu, R., Dweikat, İ. 2017. "Biyoetanol üretiminde kullanılmış tatlı sorgum saplarının silaj kalite özelliklerinin belirlenmesi", KSÜ Doğa Bil. Derg., 20 (Özel Sayı), 144-148.
- Zegada-Lizarazu, W., Zatta, A., Montı, A. 2012. "Water uptake efficiency and above- and belowground biomass development of sweet sorghum and maize under different water regimes", Plant and Soil, 351(1-2), 47-60.



- Zerbini, E., Thomas, D. 2003. "Opportunities for improvement of nutritive value in sorghum and pearl millet residues in South Asia through genetic enhancement", *Field Crops Research*, 84(1-2), 3-15.
- Zhong, X., Wang, J., Tao, L., Sun, C., Li, Z., Liu, S. 2019. "Growth and spectral characteristics of grassland in response to different soil textures", *Computer and Computing Technologies in Agriculture XI*. Eds.: Li, D., Zhao, C., Springer International Publishing, 31-44.
- Ziggers, D. 2006. "Sorghum. The multipurposes grass", *Feed Tech*, 5, 20–23.