

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

**Kuraklık Koşullarında Domates Gen Kaynaklarının
Agronomik, Fizyolojik ve Biyokimyasal Özellikler
Bakımından Fenotipik Karakterizasyonu**

Ayşe MÜCAHİTOĞLU

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Temmuz, 2025

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZ ONAYI

**Kuraklık Koşullarında Domates Gen Kaynaklarının
Agronomik, Fizyolojik ve Biyokimyasal Özellikler Bakımından
Fenotipik Karakterizasyonu**

Ayşe MÜCAHİTOĞLU

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Bu Doktora Tezi 18/06/2025 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Değerlendirilmiş ve Oy Birliği / Oy Çokluğu ile Kabul Edilmiştir.

Jüri : Prof. Dr. H. Yıldız DAŞGAN (Danışman)
: Prof. Dr. Faheem Shahzad BALOCH
: Prof. Dr. Ebru KAFKAS
: Doç. Dr. Muhammad Azhar NADEEM
: Doç. Dr. Yelderem AKHOUNDNEJAD

Bu Tez Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.

Tez No:

Prof. Dr. Sadık DİNÇER
Enstitü Müdürü

Bu çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi FDK-2022-15463 no'lu ve TAGEM ARGE, TAGEM-21/AR-GE/01 no'lu projeler Tarafından Desteklenmiştir.

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

ÖZ	I
TEŞEKKÜR.....	III
ÇİZELGELER DİZİNİ	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	X
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	6
3. MATERYAL VE METOT	14
3.1. Materyal	14
3.2. Metot.....	14
3.2.1. Kuraklık Uygulamaları.....	33
3.2.2. Morfolojik Parametreler.....	34
3.2.3. Fizyolojik Ölçümler	36
3.2.4. Biyokimyasal Ölçümler	36
3.2.5. Agronomik Ölçümler	43
3.2.6. İstatistiksel Analizler.....	45
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	47
4.1. Kontrol ve Kurak Koşullarda Yetiştirilen Genotiplerde Tartılı Derecelendirme Analizi Sonuçları.....	47
4.2. Tartılı Derecelendirme Analizi Sonucunda Belirlenen 10 Genotipin Bazı Karakterler Açısından Karşılaştırılması ve Kontrole Göre Yüzde (%) Değişim Oranları.....	49
4.3. Kontrol ve Kurak Koşullarda Yetiştirilen Genotiplerde Karakterlere Ait Minimum, Maximum, Ortalama ve Standart Sapma Değerleri ve Karşılaştırması.....	60
4.4. Kontrol ve Kurak Koşulları Altında Yetiştirilen Genotiplerde Kalıtımın Derecesi.....	69
4.5. Kontrol ve Kurak Koşulları Altında Yetişen Genotiplerde Karakterlerin Frekans Dağılımı	78
4.5.1. Morfolojik Karakterlerin Frekans Dağılımı	78
4.5.2. Agronomik Karakterlerin Frekans Dağılımı	81
4.5.3. Fizyolojik Karakterlerin Frekans Dağılımı	88
4.5.4. Biyokimyasal Karakterlerde Frekans Dağılımı	90
4.6. Özelliklerin Kontrol ve Kurak Koşullarda Karşılaştırılmasına Ait T-Testi Analizi Sonuçları.....	100
4.6.1. Morfolojik Özelliklerin Kontrol ve Kurak Koşullarda T-Test Sonuçları.....	100
4.6.2. Agronomik Özelliklerin Kontrol ve Kurak Koşullarda T-Testi Analizi Sonuçları .	101
4.6.3. Fizyolojik Özelliklerin kontrol ve Kurak Koşullarda T-Testi Analizi Sonuçları....	102

4.6.4. Biyokimyasal Özelliklerin Kontrol ve Kurak Koşullarda T-Testi Analizi	
Sonuçları	103
4.7. Kurak ve Kontrol Koşullarda Temel Bileşen Analizi (PCA) Sonuçları	105
4.7.1. Morfolojik Özelliklere Ait Temel Bileşen Analiz Sonuçları	105
4.7.2. Agronomik Özelliklere Ait Temel Bileşen Analiz Sonuçları.....	108
4.7.3. Fizyolojik Özelliklere Ait Temel Bileşen Analiz Sonuçları.....	110
4.7.4. Biyokimyasal Özelliklere Ait Temel Bileşen Analiz Sonuçları.....	114
4.8. Kurak Koşullarda Domates Genptiplerinde 31 Özellik Arasındaki Korelasyon Analizi	
Sonuçları.....	117
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	121
KAYNAKLAR	123
ÖZGEÇMİŞ	129



**Kuraklık Koşullarında Domates Gen Kaynaklarının
Agronomik, Fizyolojik ve Biyokimyasal Özellikler
Bakımından Fenotipik Karakterizasyonu**

Ayşe MÜCAHİTOĞLU

Danışman: Prof. Dr. H. Yıldız DAŞGAN

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

ÖZ

Kuraklık, abiyotik stres faktörlerinden biri olarak hem Dünya’da hem de ülkemizde domates yetiştiriciliğini önemli ölçüde kısıtlayacağı öngörülen bir tehdittir. Bu nedenle, kuraklık koşullarına tolerans gösterebilen yeni çeşitlerin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Sunulan tez projesinde, Türkiye'nin farklı illerinden toplanan yöresel çeşitler, gen bankalarından sağlanan domates genotipleri, ticari çeşitler ve yurtdışından sağlanan yabancı domates genotiplerinin olduğu, bir kısmının kurak tepkilerini önceki çalışmalarımızdan bildiğimiz 182 adet domates genotipi materyal olarak kullanılmıştır. Kuraklık koşullarında kontrol ile karşılaştırmalı Mersin Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsünde serada iki yıl domates için önemli morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve agronomik özellikler ile fenotipik karakterizasyon yapılmıştır. İki yıllık fenotipik verilere dayanarak yapılan Tartılı Derecelendirme Analizi sonucunda, 63 genotip kuraklığa toleranslı, 61 genotip orta derecede toleranslı, 62 genotip ise kuraklığa duyarlı olarak sınıflandırılmıştır. Stoma iletkenliği, su kullanma etkinliği, meyve verimi, meyve ağırlığı, çapı ve boyu gibi özelliklerin yüksek kalıtım derecesine sahip olduğu ve büyük ölçüde genetik kontrol altında bulunduğu gör÷lm÷ştür. Ayrıca istatistiksel analiz sonuçlarına göre, kuraklık stresinin bitki boyu, bitki ağırlığı, meyve verimi, yaprak klorofil içeriğı, prolin, toplam çözünebilir şeker, fenol ve MDA (malondialdehit) gibi biyokimyasal parametreler üzerinde önemli etkiler oluşturduğu tespit edilmiştir. Kurak koşullarda bazı genotiplerin bu parametrelerde anlamlı düzeyde performans sergilediğı belirlenmiş, bu durum söz konusu genotiplerin stres adaptasyon yeteneklerinin güçlü olduğunu ortaya koymuştur. Elde edilen sonuçlardan yola çıkarak kuraklığa en fazla tolerans gösteren genotipler seçilerek sonraki çalışmalarda ıslah programları oluşturularak çeşit eldesine olanak sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: *Solanum lycopersicum*, kurak stresi, dayanıklılık, stres fizyolojisi.

**Phenotypic Characterization of Tomato Germplasm in
Terms of Agronomic, Physiological and Biochemical
Characteristics under Drought Conditions**

Ayşe MÜCAHİTOĞLU

Advisor: Prof. Dr. H.Yıldız DAŞGAN

Department of Horticulture

ABSTRACT

Drought, as one of the abiotic stress factors, is projected to significantly limit tomato cultivation both globally and in our country. Therefore, the development of new varieties that can tolerate drought conditions is of great importance. In this thesis project, a total of 182 tomato genotypes were used as plant material, including local landraces collected from different provinces of Turkey, genotypes obtained from gene banks, commercial cultivars, and foreign tomato genotypes introduced from abroad. Some of these genotypes had been previously characterized in terms of their drought responses in earlier studies. Under drought and control conditions, phenotypic characterization was conducted for two consecutive years in a greenhouse at the Mersin Alata Horticultural Research Institute, focusing on key morphological, physiological, biochemical, and agronomic traits important for tomato. Based on the two-year phenotypic data, a Weighted Scoring Analysis was performed, classifying 63 genotypes as drought-tolerant, 61 as moderately tolerant, and 62 as drought-sensitive.

Traits such as stomatal conductance, water use efficiency, fruit yield, fruit weight, diameter, and length were found to have high heritability and to be largely under genetic control. Furthermore, statistical analyses revealed that drought stress had significant effects on plant height, plant weight, fruit yield, leaf chlorophyll content, proline, total soluble sugars, phenolic compounds, and malondialdehyde (MDA) levels. Some genotypes demonstrated significantly improved performance in these parameters under drought conditions, indicating strong stress adaptation capabilities. Based on the results obtained, the most drought-tolerant genotypes will be selected, and breeding programs will be developed in subsequent studies to facilitate the development of new cultivars.

Keywords: *Solanum lycopersicum.*, drought stress, tolerance, stress physiology.

TEŞEKKÜR

Akademik yolculuğumun başlangıcından itibaren beni asla yalnız bırakmayan, her zaman iyiye ve doğruya yönlendiren, bilgisini, tecrübesini ve önerilerini her zaman paylaştan, doktora tezim süresince çalışmamı yakından takip edip deneyim ve görüşlerini asla esirgemeyen, şu an bulunduğum konumda olmamda büyük katkısı olan danışman hocam Prof. Dr. H. Yıldız DAŞGAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Kendisi ile çalışmış olmaktan her zaman gurur duyacağım.

Bilgi ve tecrübelerini benimle paylaştan, tezimin değerlendirilmesinde büyük katkısı olan sayın hocalarım Prof. Dr. Faheem Shahzad BALOCH'a, Prof. Dr. Ebru KAFKAS'a, Doç.Dr. Muhammad Azhar Nadeem'e, Doç. Dr. Yelderem AKHOUNDNEJAD'a teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışmalarım sırasında hem arazi hem de laboratuvar çalışmalarında desteğini ve katkılarını sunan ekip arkadaşlarım Dr. Nihal DENLİ'ye, Dr. Atilla ATA'ya, Zir.Yük.Müh. Emre ÖZTÜRK'e teşekkürlerimi sunarım. Yine desteklerini esirgemeyen hocam sayın Dr.Öğr. Üyesi Bekir Bülent ARPACI'ya, Ar. Gör. Dr. Boran İKİZ'e, doktora öğrencisi Zir. Yük. Müh. İrem BİÇER'e, Zir. Yük. Müh. Tuğçe TEMTEK'e, laboratuvar analizleri kısmında desteğini gördüğüm Dr. Ali TEKİN'e, özveri ile yardım eden ve çalışan Laborant Samet TUĞ'a, arkadaşım Zir. Yük. Müh. Uğur EMRE'ye, biyokimyasal analiz çalışmalarında yardımcı dokunan Dr. Rıdvan ASLAN'a, enstrümental laboratuvar çalışanı Mehmet ŞAHİN'e, istatistik analizlerimde katkı sağlayan Dr. Sinan AYDOĞAN'a, özellikle teze başlama sürecimde o dönem kurumumuz koordinatörü olan ve desteğini çok gördüğüm Dr. Mustafa ÜNLÜ'ye sonsuz teşekkür ederim.

Çalışmama finansal destek veren kurumum Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'ne (TAGEM) ve Ç.Ü. Bilimsel Araştırmalar Projeleri Birimi'ne, arazi çalışmalarım sırasında emekleri çok olan tüm arazi çalışanı arkadaşlarımıza teşekkür ederim.

Manevi desteği ile yanımda olan ve beni destekleyen canım kız kardeşim Fakiha ERDEM'e, hayatımdaki ve doktora sürecimdeki yeri bambaşka olan arkadaşım Uzm. Psk. Esra GÜN'e, her koşulda beni motive eden canım arkadaşım Gıda Yük. Müh. Tuğçe TAŞKIN'a gönülden teşekkür ediyorum.

Tüm akademik hayatım boyunca ve doktora sürecimde, her koşulda yanımda hissettiğim, bana güç ve motivasyon veren biricik aileme, eşim Uğurcan MÜCAHİTOĞLU'na, doktora tezim ile aynı anda büyüttüğüm biricik kızım Lidya'ma varlıkları için sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Projede kullanılacak domates genotipleri ve domateslere ait bazı bilgiler...	18
Çizelge 3.2. Dikimden önce deneme alanından alınan toprak örneği analiz sonuçları	30
Çizelge 3.3. Tartılı derecelendirmede değerlendirilen 12 adet özellik ve önem düzeyine göre verilen puanlar	46
Çizelge 4.1. Kontrole göre kurak koşullardaki genotiplerde değişim oranlarının tartılı derecelendirme yapıldıktan sonra genotiplerin puanlarına göre kuraklığa tolerant olma durumlarının sınıflandırılması	47
Çizelge 4.2 Kontrol ve kurak koşullarda bitki boyu değerleri ve kontrole göre % değişim oranları	49
Çizelge 4.3. Kontrol ve kurak koşullarda verim (g/bitki) değerleri ve kontrole göre % değişim oranları	50
Çizelge 4.4. Kontrol ve kurak koşullarda meyve ağırlığı (g) değerleri ve kontrole göre % değişim oranları	51
Çizelge 4.5. Kontrol ve kurak koşullarda meyve sayısı (adet/bitki) değerleri ve kontrole göre % değişim oranları	51
Çizelge 4.6. Kontrol ve kurak koşullarda meyve çapı (mm) değerleri ve kontrole göre % değişim oranları	52
Çizelge 4.7. Kontrol ve kurak koşullarda meyve boyu (mm) değerleri ve kontrole göre % değişim oranları	53
Çizelge 4.8. Kontrol ve kurak koşullarda bitki yeşil aksam ağırlığı (g/bitki) değerleri ve kontrole göre % değişim oranları	54
Çizelge 4.9. Kontrol ve kurak koşullarda meyvede SÇKM (%) değerleri ve kontrole göre % değişim oranları	55
Çizelge 4.10. Kontrol ve kurak koşullarda meyve suyunda toplam fenolik madde içeriği (mg/ 100g taze ağırlık) değerleri ve kontrole göre % değişim oranları	56
Çizelge 4.11. Kontrol ve kurak koşullarda yaprakta toplam antioksidan madde içeriği (ppm) değerleri ve kontrole göre % değişim oranları	57
Çizelge 4.12. Kontrol ve kurak koşullarda yaprakta lipid peroksidasyonu (µmol/taze ağırlık) değerleri ve kontrole göre % değişim oranları	58
Çizelge 4.13. Kontrol ve kurak koşullarda su kullanma etkinliği (g/L) değerleri ve kontrole göre % değişim oranları	58

Çizelge 4.14. Kontrol ve kurak koşullarda stoma iletkenliği (g/L) değerleri ve kontrole göre % değişim oranları.....	59
Çizelge 4.15. Morfolojik karakterlere ait minimum, maximum, ortalama ve standart sapma değerleri.....	61
Çizelge 4.16. Agronomik karakterlere ait minimum, maximum, ortalama ve standart sapma değerleri.....	63
Çizelge 4.17. Fizyolojik karakterlere ait minimum, maximum, ortalama ve standart sapma değerleri.....	65
Çizelge 4.18. Biyokimyasal karakterlere ait minimum, maximum, ortalama ve standart sapma değerleri.....	67
Çizelge 4.19. Kontrol ve kurak koşulları altında yetiştirilen genotiplerde morfolojik karakterlere ait kalıtımın derecesi.....	70
Çizelge 4.20. Kontrol ve kurak koşulları altında yetiştirilen genotiplerde agronomik karakterlere ait kalıtımın derecesi.....	72
Çizelge 4.21. Kontrol ve kurak koşulları altında yetiştirilen genotiplerde fizyolojik karakterlere ait kalıtımın derecesi.....	74
Çizelge 4.22. Kontrol ve kurak koşulları altında yetiştirilen genotiplerde biyokimyasal karakterlere ait kalıtımın derecesi.....	76
Çizelge 4.23. Morfolojik Özelliklerin kontrol ve kurak koşullarda karşılaştırması için T-Testi Sonuçları	101
Çizelge 4.24. Agronomik Özelliklerin kontrol ve kurak koşullarda karşılaştırması için T-Testi Sonuçları	102
Çizelge 4.25. Fizyolojik Özelliklerin kontrol ve kurak koşullarda karşılaştırması için T-Testi Sonuçları	103
Çizelge 4.26. Biyokimyasal Özelliklerin kontrol ve kurak koşullarda karşılaştırması için T-Testi Sonuçları	104
Çizelge 4.27. Kurak koşullarda domates genotiplerinde 31 özellik arasındaki korelasyon değerleri.....	118

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Birinci yıl (2022) denemesi için domates genotiplerinin tohum ekimleri	15
Şekil 3.2. Birinci yıl (2022) denemesi için domates fidelerinin yetiştirilmesi	16
Şekil 3.3. Birinci yıl (2022) denemesi için serada domates fide dikimi	17
Şekil 3.4. Birinci yıl (2022) denemesinde serada bitkilerden görüntü.....	17
Şekil 3.5. Birinci yıl ve ikinci yıl denemelerinde kullanılan genotiplere ait meyve görüntüleri ...	22
Şekil 3.6. Birinci yıl denemesi (2022) boyunca kaydedilen sera içi minimum, maksimum ve ortalama sıcaklık değerleri.....	30
Şekil 3.7. Birinci yıl denemesi (2022) boyunca kaydedilen sera içi minimum, maksimum ve ortalama nem değerleri	31
Şekil 3.8. İkinci yıl denemesi (2023) boyunca kaydedilen sera içi minimum, maksimum ve ortalama sıcaklık değerleri.....	31
Şekil 3.9. İkinci yıl denemesi (2023) boyunca kaydedilen sera içi minimum, maksimum ve ortalama nem değerleri	32
Şekil 3.10. İkinci yıl (2023) denemesinde seradan görüntüler.....	33
Şekil 3.11. Domates bitkilerinin sökülmesi ve meyvelerin toplanması	34
Şekil 3.12. Kurak ve kontrol koşullarında yetiştirilen domates genotiplerinde bazı morfolojik ve agronomik karakterlerin ölçülmesinden görüntüler.....	35
Şekil 3.13. Yapraklarda lipid reoksidasyonu analizinden görüntüler	37
Şekil 3.14. Yaprakta mineral elementler; potasyum ve kalsiyum analizlerinden görüntüler.....	39
Şekil 3.15. Domates meyve suyunda biyokimyasal analizler için meyve suyu örneklerinin tüplere alınması ve paketlenmesi.....	41
Şekil 3.16. Meyvede pomolojik analizlerden görüntüler	42
Şekil 3.17. Domates meyvelerinin laboratuvar ortamında tartılması ve ağırlıklarının kaydedilmesi.....	43
Şekil 3.18. Domates meyvelerinin boyu ve çapının ölçülmesi	44
Şekil 3.19. Domateste meyve suyu ve tohum çıkarma işlemi.....	44
Şekil 3.20. Domates meyve suyunda pH, EC ve asitlik ölçümleri.....	45
Şekil 4.1. Kontrol (T32) ve Kurak(T1) Koşulları altında yetişen genotiplerde Bitki Boyu (cm) karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri	78
Şekil 4.2. Kontrol (T33) ve Kurak(T2) Koşulları altında yetişen genotiplerde Bitki Ağırlığı (g/bitki) karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri.....	79
Şekil 4.3. Kontrol (T34) ve Kurak (T3) Koşulları altında yetişen genotiplerde Yaprak Boyu (cm) karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri.....	80
Şekil 4.4. Kontrol (T35) ve Kurak (T4) Koşulları altında yetişen genotiplerde Yaprak Eni (cm) karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri	81

Şekil 4.5. Kontrol (T46) ve Kurak (T15) Koşulları altında yetişen genotiplerde Meyve Verimi (g/bitki) karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri	81
Şekil 4.6. Kontrol (T47) ve Kurak (T16) Koşulları altında yetişen genotiplerde Meyve Sayısı (adet/bitki) karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri.....	82
Şekil 4.7. Kontrol (T48) ve Kurak (T17) Koşulları altında yetişen genotiplerde Meyve Verimi (kg/m ²) karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri	83
Şekil 4.8. Kontrol (T39) ve Kurak (T8) Koşulları altında yetişen genotiplerde Meyve Ağırlığı (g) karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri	83
Şekil 4.9. Kontrol (T40) ve Kurak (T9) Koşulları altında yetişen genotiplerde Meyve Çapı (mm) karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri.....	84
Şekil 4.10. Kontrol (T41) ve Kurak (T10) Koşulları altında yetişen genotiplerde Meyve Boyu (mm) karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri.....	85
Şekil 4.11. Kontrol (T42) ve Kurak (T11) Koşulları altında yetişen genotiplerde SÇKM (%) karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri	85
Şekil 4.12. Kontrol (T43) ve Kurak (T12) Koşulları altında yetişen genotiplerde Asitlik (%) karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri	86
Şekil 4.13. Kontrol (T44) ve Kurak (T13) Koşulları altında yetişen genotiplerde pH karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri.....	87
Şekil 4.14. Kontrol (T45) ve Kurak (T14) Koşulları altında yetişen genotiplerde EC (dS/m) karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri	87
Şekil 4.15. Kontrol (T36) ve Kurak (T5) Koşulları altında yetişen genotiplerde Stoma İletkenliği karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri	88
Şekil 4.16. Kontrol (T37) ve Kurak (T6) Koşulları altında yetişen genotiplerde Klorofil İçeriği karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri	89
Şekil 4.17. Kontrol (T38) ve Kurak (T7) Koşulları altında yetişen genotiplerde Yaprak Sıcaklığı karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri	89
Şekil 4.18. Kontrol (T62) ve Kurak (T31) Koşulları altında yetişen genotiplerde Su Kullanma Etkinliği (g/L) karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri	90
Şekil 4.19. Kontrol (T49) ve Kurak (T18) Koşulları altında yetişen genotiplerde Yaprakta Prolin İçeriği (g/FW) karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri...	91
Şekil 4.20. Kontrol (T50) ve Kurak (T19) Koşulları altında yetişen genotiplerde Yaprakta Lipid Peroksidasyonu (µmol/ g FW) karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri	92
Şekil 4.21. Kontrol (T51) ve Kurak (T20) Koşulları altında yetişen genotiplerde Yaprak Antioksidan İçeriği (ppm) karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri	93

Şekil 4.22. Kontrol (T52) ve Kurak (T21) Koşulları altında yetişen genotiplerde Yaprakta H ₂ O ₂ İçeriği (µmol/ g DW) karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri	94
Şekil 4.23. Kontrol (T53) ve Kurak (T22) Koşulları altında yetişen genotiplerde Yaprakta Mg İçeriği (%) karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri	94
Şekil 4.24. Kontrol (T54) ve Kurak (T23) Koşulları altında yetişen genotiplerde Yaprakta K İçeriği (%) karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri	95
Şekil 4.25. Kontrol (T55) ve Kurak (T24) Koşulları altında yetişen genotiplerde Yaprakta Ca İçeriği (%) karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri	96
Şekil 4.26. Kontrol (T56) ve Kurak (T25) Koşulları altında yetişen genotiplerde Yaprakta Fe İçeriği (ppm) karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri	97
Şekil 4.27. Kontrol (T57) ve Kurak (T26) Koşulları altında yetişen genotiplerde Yaprakta Mn İçeriği (ppm) karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri	97
Şekil 4.28. Kontrol (T58) ve Kurak (T27) Koşulları altında yetişen genotiplerde Yaprakta Zn İçeriği (ppm) karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri	98
Şekil 4.29. Kontrol (T59) ve Kurak (T28) Koşulları altında yetişen genotiplerde Meyvede Fruktöz İçeriği (%) karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri.....	98
Şekil 4.30. Kontrol (T60) ve Kurak (T29) Koşulları altında yetişen genotiplerde Meyvede Glikoz İçeriği (%) karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri	99
Şekil 4.31. Kontrol (T62) ve Kurak (T31) Koşulları altında yetişen genotiplerde Yaprakta Toplam Fenolik Madde İçeriği (mg/100gFW) karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri	100
Şekil 4.32. Kontrol uygulamasında genotip × morfolojik özellik ilişkilerinin pca biplot ile gösterimi	106
Şekil 4.33. Kuraklık uygulamasında genotip × morfolojik özellik ilişkilerinin pca biplot ile gösterimi	107
Şekil 4.34. Kontrol uygulamasında genotip × agronomik özellik ilişkilerinin pca biplot ile gösterimi	108
Şekil 4.35. Kuraklık uygulamasında genotip × morfolojik özellik ilişkilerinin pca biplot ile gösterimi	110
Şekil 4.36. Kontrol uygulamasında genotip × fizyolojik özellik ilişkilerinin pca biplot ile gösterimi	112
Şekil 4.37. Kuraklık uygulamasında genotip × fizyolojik özellik ilişkilerinin pca biplot ile gösterimi	113
Şekil 4.38. Kontrol uygulamasında genotip × biyokimyasal özellik ilişkilerinin pca biplot ile gösterimi	114

Şekil 4.39. Kuraklık uygulamasında genotip $\times$ biyokimyasal özellik ilişkilerinin pca biplot ile gösterimi	115
---	-----



SİMGELER VE KISALTMALAR

TAGEM : Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü

FAO : Food and Agriculture Organization

IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change

g : Gram

mg : Miligram

m² : metrekare

µl : Mikrolitre

ml : Mililitre

L : Litre

mmol : Milimolar

% : Yüzde

EC : Elektriksel İletkenlik

pH : Power of Hydrogen (Hidrojenin Gücü)

S.Ç.K.M : Suda Çözünebilir Kuru Madde

Ca : Kalsiyum

P : Fosfor

N : Azot

K : Potasyum

Mg : Magnezyum

KNO₃ : Potasyum Nitrat

oC : Santigrat Derece

1. GİRİŞ

Ülkemiz coğrafi konumu itibarıyla, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine maruz kalacak dünya kuşağında yer almaktadır. Tarım sektörünün iklimsel olaylara direkt bağımlı çok kırılgan bir yapısı bulunmaktadır. Dünya nüfusunun 2050 yılında 9 milyara ulaşmasının beklendiği ve gıda üretiminin günümüze kıyasla %38 daha fazla olması gerektiği bildirilmiştir. Küresel iklim değişikliği, günümüzde dünya genelinde en önemli çevresel sorunlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır. 1850 yılından bu yana kara ve okyanusların birleşik yüzey sıcaklığı, on yıllık periyotlarda ortalama 0,06 °C oranında artış göstermiştir. Ancak bu artış hızı 1982 yılından itibaren üç katına çıkarak yaklaşık 0,20 °C'ye ulaşmıştır. Son yüzyılda yüksek sera gazı emisyonları, hızlı nüfus artışı ve fosil yakıt kullanımına bağlı olarak ortaya çıkan küresel ısınma, iklim değişikliğinin temel nedenleri arasında yer almaktadır. İklim değişikliği yalnızca uzun vadeli sıcaklık ve yağış eğilimlerini değil, aynı zamanda atmosfer basıncı ve nem düzeyleri gibi diğer çevresel parametreleri de kapsamaktadır. Bununla birlikte, ekstrem hava olayları, küresel buzulların erimesi ve buna bağlı olarak deniz seviyesindeki yükselme gibi olgular, iklim değişikliğinin hem ulusal hem de uluslararası düzeyde görülen en somut etkileri arasında yer almaktadır (Lipczynska-Kochany, 2018; Murshed ve Dao, 2022).

Atmosferdeki artan CO₂ konsantrasyonları küresel ısınmanın etkilerini daha da belirgin hale getirmiştir. Bu durum, Birleşmiş Milletler Genel Sekreteri Antonio Guterres'in Temmuz 2023'te yaptığı açıklamada "küresel ısınma çağından küresel kaynama çağına" geçildiği şeklinde ifade edilmiştir. CO₂ düzeylerinin gezegenin güvenli sınırlarını aşması, geri döndürülemez bir sürece girildiğine işaret etmektedir (Rockström ve ark., 2009). Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından yayımlanan raporlar, atmosferdeki CH₄, CO₂ ve N₂O gibi sera gazlarının konsantrasyonlarının son yüzyıllarda tarihi zirvelere ulaştığını göstermektedir (Usman ve Makhdom, 2021; Stocker ve ark., 2013). IPCC'nin senaryolarına göre, en iyimser emisyon azaltımı varsayımlarında dahi 2040 yılına kadar küresel ortalama sıcaklığın en az 1,5 °C artması beklenmektedir (Shukla ve ark., 2022). Tarımsal üretim bağlamında değerlendirildiğinde, bu sıcaklık artışlarının kuraklık ve sıcak hava dalgalarının eşzamanlı etkileriyle birleşerek üretim sistemleri üzerinde ciddi olumsuz sonuçlar doğurabileceği öngörülmektedir (Bailey-Serres ve ark., 2019; Mittler, 2006; Zandalinas ve ark., 2021).

İklim değişikliği, doğal faktörler ve insan kaynaklı faaliyetlerin birleşik etkisiyle ortaya çıkan çok yönlü bir çevresel sorundur (Karami, 2012). Artan sıcaklık, su kaynaklarının azalması, buzulların hızla erimesi ve atmosferik koşullardaki düzensizlikler, hava olaylarının karakterinde belirgin değişimlere yol açmakta ve bu durum ekosistemler üzerinde baskı oluşturmaktadır. Özellikle su kıtlığı ve yüksek sıcaklıklar, birçok bitki türünün yok olmasına neden olabilecek düzeyde çevresel

stres yaratmaktadır (Gampe ve ark., 2016; Mihiretu ve ark., 2021; Shaffril ve ark., 2018). Bu stres faktörleri ise bitkisel üretimi doğrudan etkileyerek hem verim hem de kalite üzerinde olumsuz sonuçlar doğurmaktadır (Lesk ve ark., 2016; Zandalinas ve ark., 2021). Ayrıca, kıyı ekosistemleri ciddi tehdit altına girmiştir ve geri dönüşü zor hasarlarla karşı karşıya kalma riski taşımaktadır (Perera ve ark., 2018; Phillips, 2018). İklim değişikliğinin dolaylı etkileri de tarımsal sürdürülebilirlik açısından kaygı vericidir. Sıcaklık artışları yalnızca tarımı değil; aynı zamanda böcek kaynaklı hastalık salgınları, halk sağlığı sorunları, mevsimsel döngülerdeki değişimler ve yaşam tarzına yönelik dönüşümler aracılığıyla toplum sağlığı ve yaşam biçimlerini de etkilemektedir (Abbass ve ark., 2021c; Hussain ve ark., 2018). Sıcaklık ve nem rejimindeki değişimler; hastalık ve zararlıların yayılımını kolaylaştırmakta, özellikle fungal patojenlerin ve böcek popülasyonlarının artmasına yol açmaktadır (Jactel ve ark., 2019; Markham ve Greenham, 2021).

Küresel tarım sektörü, toplam sera gazı emisyonlarının yaklaşık %30-40'ından sorumlu olması nedeniyle iklim değişikliğine hem katkıda bulunan hem de değişiklikten doğrudan etkilenen temel sektörlerden biridir (Grieg; Mishra ve ark., 2021; Ortiz ve ark., 2021; Thornton ve Lipper, 2014). Tarımsal verimliliği doğrudan etkileyen çevresel ve iklimsel faktörler, başta aşırı yağış, sel, kuraklık ve orman yangınları gibi ekstrem olaylara bağlı olarak ciddi şekilde değişim göstermektedir (Pautasso ve ark., 2012; Huang, 2004). Ayrıca, tarımın büyük ölçüde tükenbilir doğal kaynaklara olan bağımlılığı da sektörü iklim değişikliğine karşı daha kırılgan hale getirmektedir. Küresel iklim değişikliği, tarımsal ürün verimi üzerinde geniş kapsamlı ve karmaşık etkilere sahiptir. Artan sıcaklıklar, evapotranspirasyon oranlarını yükselterek su buharlaşmasını artırmakta, bu da toprak kuruluğu ve su kıtlığına neden olarak ürün verimini olumsuz yönde etkilemektedir (Yuan ve ark., 2024).

Abiyotik stres faktörleri; kuraklık, yüksek sıcaklık, toprak tuzluluğu, su baskınları, metal toksisitesi ve oksidatif stres gibi çevresel koşulları kapsamaktadır. Bu stres koşulları, bitkilerde bodur gelişim, metabolik bozulmalar, verim düşüşü ve genetik davranışların değişmesi gibi kalıcı olumsuzluklara neden olabilir. Bu etkiler, nesiller boyunca aktarılabilecek mutasyonel değişimleri tetikleyebilmektedir (Zaidi ve ark., 2014; Bhat ve ark., 2020). Kuraklık, tarımsal üretimde en yaygın karşılaşılan ve en ciddi zararları doğuran abiyotik stres faktörlerinden biridir. Tatlı su kaynaklarının yetersizliği ile tetiklenen ve genellikle uzun süreli olarak gelişen bu doğal olgu hem ekosistemlerin sürdürülebilirliği hem de gıda güvenliği açısından büyük tehdit oluşturmaktadır (Balint ve ark., 2013). Kuraklığın izlenmesi zor, tekrarlayıcı nitelikte ve coğrafi olarak geniş alanları etkileyen bir stres formu olduğu bilinmektedir (Lisar ve Bakhshayeshan-Agdam, 2016). Yağış rejiminde meydana gelen azalma, çok yönlü fizyolojik, morfolojik ve biyokimyasal stres tepkilerini beraberinde getirmektedir. Bitkisel üretimde su, hücre turgorunun korunması, besin elementlerinin taşınması, fotosentez süreçlerinin sürdürülmesi ve yaprak sıcaklığının düzenlenmesi açısından hayati bir bileşendir (Farooq ve ark., 2009). Hücre bölünmesi ve uzaması gibi büyüme süreçleri, meristematik bölgelerde aktif olarak gerçekleşmektedir. Kuraklık, bu bölgelerdeki su eksikliğine bağlı olarak

turgor basıncını düşürmekte, hücre büyümesini ve metabolik aktiviteyi sınırlayarak bitkisel gelişimi olumsuz etkilemektedir (Taiz ve Zeiger, 2006; Nonami, 1998). Düşük turgor basıncı, büyümenin temel belirleyicisi olan hücre uzamasını baskılar. Su kaybı, hücre zarının bütünlüğünü bozarak membran proteinlerinin konumunu değiştirebilir, bu da enzimatik aktiviteleri sekteye uğratarak hücresel düzeyde ciddi işlev bozukluklarına yol açabilir (Mahajan ve Tuteja, 2005).

Bitkiler, kuraklık stresine karşı çeşitli adaptif yanıt mekanizmaları geliştirmiştir. Bu mekanizmalar arasında reaktif oksijen türlerinin (ROS) üretimi, stres hormonlarının (özellikle etilen ve absisik asit) aktivasyonu, kök ve sürgün morfolojisinde değişiklikler, ozmotik düzenleme ve antioksidatif savunma sistemlerinin aktive edilmesi yer almaktadır (Etesami ve ark., 2015; Chiappero ve ark., 2019; Bhat ve ark., 2021). Kuraklığa karşı verilen bitkisel tepkiler kısa ve uzun vadeli olarak iki grupta değerlendirilmektedir. Kısa süreli stres altında, stomaların kapanması, karbon asimilasyonunun azalması, ozmotik denge değişimleri, hidrolik iletim bozuklukları, sinyal iletim yollarının devreye girmesi gibi fizyolojik tepkiler görülmektedir. Bu yanıtlar, çevresel koşulların hızla normale dönmesi durumunda geri döndürülebilir niteliktedir. Ancak, uzun süreli kuraklık koşulları, kalıcı doku hasarı, büyümenin durması, çiçeklenme ve tohum gelişiminin aksaması, senesens (yaşlanma) süreçlerinin hızlanması ve ürün kaybı gibi olumsuzluklara yol açabilmektedir (Kaur ve Asthir, 2017).

Kuraklık stresi, fotosentezden önce dahi hücre genişlemesini engelleyebilir (Alves ve Setter, 2004). Daha ileri düzeyde su kaybı (desikasyon), hücre metabolizmasını tamamen durdurabilir ve yapısal çöküşe yol açabilir. Kuraklık stresinin tarımsal bitkiler üzerindeki çok yönlü olumsuz etkileri, çeşitli araştırmalarla açıkça ortaya konmuştur. Bu stres koşulu, bitkilerin çimlenme ve sürgün gelişiminden başlayarak; yaprak, kök, kardeş ve gövde büyümesini önemli ölçüde sınırlandırmaktadır. Ayrıca kuru madde üretimini azaltmakta, çiçeklenme ve başak gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir. Bununla birlikte, tozlanma ve döllenme süreçlerinde aksamalara neden olmakta, bu da tohum oluşumunu, verimi ve ürün kalitesini ciddi şekilde düşürmektedir (Jaleel ve., 2009). Bu durum; stomaların kapanması, solgunluk, fotosentezin durması ve nihayetinde hücre ölümüne kadar ilerleyebilen bir süreçtir. Kuraklık, bitkinin tüm gelişim evrelerinde etkilidir. Özellikle çimlenme ve fide gelişimi kuraklıktan ciddi şekilde etkilenmekte; taze ve kuru madde üretimi azalmakta, kardeşlenme gecikmekte, ilk boğum kısalmakta, erken yaşlanma, renk bozuklukları ve ani bitki ölümleri görülmektedir. Bitki düzeyinde kullanılan stres göstergelerinden biri olan taze/kuru madde oranı, su kıtlığına verilen yanıtları izlemek açısından önemlidir (Zlatev ve Lidon, 2012).

Küresel ısınmanın bir sonucu olarak iklim değişikliği, bitkisel üretimde ciddi oranda verim ve kalite kayıplarına yol açmaktadır. Türkiye, bulunduğu coğrafi konum nedeniyle iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı en kırılgan bölgelerden birinde yer almaktadır. Bu bağlamda, ülkemizin iklim değişikliğine karşı direnç kazanabilmesi, olası olumsuz etkilerin azaltılması ve belirsizliklerin giderilmesi için stratejik, sürdürülebilir ve bilim temelli planlamaların yapılması

büyük önem arz etmektedir. Bu çerçevede, bitkisel üretimde kuraklığa toleranslı genotiplerin belirlenmesi ve bu genotiplerin seçiminde güvenilir, hızlı ve uygulanabilir yöntemlerin geliştirilmesi öncelikli stratejiler arasında yer almaktadır. İslah sürecinin etkinliğini artırmak amacıyla; dayanıklı genetik materyalin tanımlanması, yeni çeşitlerin geliştirilmesi ve kuraklık stresine toleranslı bireylerin seçiminde kullanılmak üzere moleküler markörlerin geliştirilmesi, modern bitki ıslahında önemli adımlardır. Bunlara ek olarak, tarımsal üretim yalnızca iklimsel zorluklarla değil, aynı zamanda biyotik ve abiyotik stres faktörleriyle de mücadele etmektedir. Biyotik stres; zararlı böcekler, patojenik virüsler, bakteriler, mantarlar ve nematodlar gibi canlı organizmaların bitkiler üzerinde oluşturduğu olumsuz etkileri kapsamaktadır. Bitkiler, bu tür stres etkenlerine karşı bağışıklık hafızası geliştiremedikleri için tekrar eden saldırılara karşı uzun vadeli direnç oluşturamazlar. Bu nedenle biyotik stres, hem hasat öncesi hem de hasat sonrası dönemde verim kayıplarının en önemli nedenlerinden biri olarak değerlendirilmektedir (Singla ve Krattinger, 2016).

Domates (*Solanum lycopersicum* L.), dünya genelinde en yaygın üretimi ve tüketimi yapılan sebze türlerinden biri olup hem taze tüketimde hem de sanayi ürünlerinde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Domates; konserve, salça, ketçap, turşu ve dondurulmuş ürün gibi çok sayıda gıda sanayi ürününün hammaddesi olarak stratejik öneme sahiptir. Ayrıca, insan beslenmesinde vazgeçilmez bir konuma sahip olup, karotenoidler (özellikle likopen), C ve A vitaminleri, fenolik bileşikler, flavonoidler, antioksidanlar, potasyum, kalsiyum, fosfor, demir ve folik asit gibi birçok fonksiyonel bileşeni içermektedir. Aynı zamanda, çeşitli kronik dejeneratif insan hastalıklarının önlenmesi ya da hafifletilmesinde olumlu etkiler sağlayabileceği bildirilmektedir (Ali ve ark., 2021). Domateste bulunan karotenoidlerin anti-kanser özellik gösterdiği ve tekil oksijen (1O_2) ile peroksil radikali ($ROO\bullet$) gibi reaktif oksijen türlerini (ROS) etkisiz hale getirme kapasitesine sahip olduğu bilinmektedir (Campestrini ve ark., 2019; Stoleru ve ark., 2020). Güçlü bir antioksidan olan likopenin ise hücreleri oksidatif hasara karşı koruyarak kalp-damar hastalıklarının yanı sıra prostat, meme, akciğer, mesane, yumurtalık, kolon ve pankreas kanseri gibi çeşitli kanser türlerinin önlenmesinde etkili olabileceği öne sürülmektedir (Dasgupta ve Klein, 2014). FAO (2023) verilerine göre dünya genelinde yıllık domates üretimi 192,318 milyon ton olarak gerçekleşmiş olup, Türkiye 13,3 milyon tonluk üretimle dünya sıralamasında üçüncü sırada yer almaktadır.

Modern ıslah yaklaşımları; geleneksel seleksiyon yöntemlerine ek olarak, moleküler marker destekli seleksiyon, genotiplendirme teknikleri ve gen düzenleme araçlarıyla desteklenerek, stres toleransı ile ilgili kompleks özelliklerin daha hızlı ve etkin şekilde iyileştirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu kapsamda, stres faktörleri ile ilişkili agronomik, fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerin fenotipik karakterizasyonu; dayanıklı genotiplerin tanımlanması ve ileri ıslah materyallerinin oluşturulması açısından kritik bir adımı temsil etmektedir. Domatesin genetik çeşitliliğinin korunması ve kuraklığa dayanıklı yerel genotiplerin değerlendirilmesi hem mevcut üretim sorunlarının çözümüne hem de gelecekte iklim değişikliğine dirençli çeşitlerin geliştirilmesine olanak sağlayacaktır.

İklim değişikliğine dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesinde; yabani türler, ilgili akraba türler, ışlah materyalleri ve mutasyon hatları gibi farklı genetik kaynaklar, istenilen allellerin taşıyıcısı olarak önemli bir rol üstlenir. Bu eşitlilik, yeni çevresel koşullara uyum sağlayabilecek bitki çeşitlerinin geliştirilmesinde bitki ışlahılarına büyük avantaj sağlar. Genetik çeşitliliğin varlığı, istenilen özelliklere sahip allellerin bulunabilirliği ile doğrudan ilişkilidir ve bu da iklim değişikliğine dayanıklı çeşitlerin ışlahında temel bir faktördür (Temesgen, 2021)

Küresel ısınma ve iklim değişikliği etkileri altında su kaynaklarının giderek azalması nedeniyle sınırlı su olanakları ile ekonomik olarak başarılı yetişebilen yeni çeşitlerin geliştirilmesi önem arz etmektedir. Moleküler tekniklerin ışlah süreçlerinde kullanılması ışlah programlarının daha kısa sürede, hızlı yol almasını sağlamaktadır. Biyotik kökenli hastalıklara dayanımın aksine abiyotik stres faktörlerine dayanıklılık çok genle kontrol edildiği için abiyotik streslere dayanıklılık ışlah programları için moleküler markörlerin geliştirilmesi zor ve zahmetli ancak kullanılması büyük kolaylık sağlayıcıdır ülkemizde abiyotik stres faktörlerine karşı tolerans ya da dayanım gösteren çeşitlerin geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir.

Bu doktora tez çalışmasının amacı, domates genotiplerinin kurak koşullarda yetiştirilerek, morfolojik, agronomik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikler ile fenotipik karakterizasyonunun yapılması ve böylece tolareans gösteren materyallerin çeşit geliştirmede kullanılmasının sağlanmasıdır. Projede 182 farklı domates genotipi ve 6 adet ticari çeşit serada kontrol ve kurak koşullarda yetiştirilmiş ve belirtilen özellikler yönünden gözlem ve analizler gerçekleştirilerek istatistik analizler ile değerlendirmeleri yapılmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda, kuraklığa tolerans/dayanım gösteren genotipler domatesin kuraklığa dayanım ışlah programlarında nitelikli hat geliştirmede materyal olarak kullanılabilecektir. Tohum ışlah firmaları, akademisyenler ve domates üreticileri için faydalı ve pratikte kullanılabilecek sonuçlar üretebilecektir. Orta ve uzun vadede hem ülkemiz ve hem de dünya ülkelerinin domates tarımı üzerindeki kuraklık etkilerinin olumsuzluğunu azaltmaya yardımcı olacaktır. İnsan beslenmesinde çok önemli olan domates eskiden olduğu gibi gelecekte de kitlesel büyük üretim kesintisiz devam etmesini sağlayacaktır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Medyouni ve ark., (2021) domates bitkilerinde gelişim sürecinde su kısıtlamasının yaprak fizyolojisi ve meyve kalite parametrelerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada, su stresinin bitki gelişimi ve ürün kalitesi üzerindeki belirgin etkileri ortaya konmuştur. Su eksikliği uygulanan bitkilerde yaprak büyüklüğü %25 oranında azalmış, bu da fotosentetik alanın daralmasına ve sonuç olarak biyokütlede düşüşe neden olmuştur. Nitekim, yaş biyokütle değerleri kontrol grubunda 780 g iken, su stresi altında bu değer 542 g'a gerilemiştir. Su stresi, özellikle meyve kalite parametreleri üzerinde de dikkat çekici sonuçlar doğurmuştur. Kuraklık koşullarında yetiştirilen bitkilerde SÇKM (suda çözünebilir kuru madde) değeri 5,42%'dan 7,85%'a yükselmiş, asitlik %0,36'dan %0,56'ya çıkmıştır. Ayrıca, pH değerinde ise 4,36'dan 4,14'e düşüş gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, su stresinin meyve içerisindeki şeker ve asit yoğunluğunu artırdığını ve bu durumun da tat ve aroma gibi kalite özelliklerini etkileyebileceğini göstermektedir. Araştırmacılar, bu değişimlerin bitkinin su kaybını minimize etmek ve ozmotik dengeyi sağlamak amacıyla geliştirdiği fizyolojik adaptasyonlar sonucu oluştuğunu vurgulamışlardır. Bu yönüyle çalışma, domatesin kalite ve verim parametrelerinin çevresel stres koşullarına nasıl tepki verdiğini anlamada önemli katkılar sunmaktadır.

Sivakumar ve ark. (2017), domatesin kuraklığa karşı fizyolojik ve biyokimyasal tepkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında, kurak koşulların (0.5 IW/CPE) bitkilerde toplam klorofil içeriği, klorofil floresansı (Fv/Fm), klorofil stabilite indeksi (CSI), çözünür protein içeriği ve verim gibi parametrelerde anlamlı azalmaya neden olduğunu rapor etmişlerdir. Kuraklık koşullarında ortalama toplam klorofil içeriğinde %23,48 azalma gözlenmiş; bu düşüşün genotiplere göre değişim gösterdiği, LE 1 genotipinde %34,76 ile en fazla azalma olurken, LE 57, LE 114 ve LE 118 genotiplerinde sırasıyla %18,79, %19,65 ve %21,37 ile daha düşük oranda azalma kaydedilmiştir. Benzer şekilde, Fv/Fm oranı kurak koşullarda ortalama %25,88 oranında düşerken, LE 57 ve LE 118 genotipleri bu parametrede de en az azalma göstererek toleranslı olarak belirlenmiştir. Ayrıca, kurak koşullarda ortalama çözünür protein içeriği %32,28 oranında azalmış, LE 118 genotipi bu azalmayı %19,48 seviyesinde sınırlayarak dikkat çekmiştir. Abscisik asit (ABA) içeriğinde ise %39,45 oranında artış saptanmış ve bu artışın stomatal kapanmayı tetikleyerek transpirasyon kaybını azaltmada rol oynadığı belirtilmiştir. LE 114 genotipi, ABA artışını daha sınırlı düzeyde (%24) tutarak hem su kaybını azaltmış hem de fotosentez kabiliyetini koruyarak tolerans potansiyeli göstermiştir. Çalışmada ayrıca, kuraklık koşullarında meyve veriminde ortalama %52 oranında azalma gözlenmiş olup, LE 118 (%32,49), LE 57 (%33,13) ve LE 114 (%38,55) genotipleri daha az verim kaybı ile öne çıkmıştır. Buna karşın LE 125 ve LE 1 genotipleri sırasıyla %83,18 ve %81,51 ile en yüksek verim kayıplarını yaşamış, bu nedenle hassas olarak sınıflandırılmıştır. İlginç şekilde, kalite parametreleri olan suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) ve likopen içeriği kuraklık koşullarında sırasıyla %4,15 ve %6,95 oranlarında artış göstermiştir. Bu artışın, strese karşı hücrel zararı azaltmaya yönelik savunma mekanizmalarının bir sonucu olduğu düşünülmektedir. Sonuç

olarak bu çalışma, kuraklık stresi altında klorofil stabilitesi, çözünür protein ve ABA gibi fizyolojik-biyokimyasal parametrelerin verim ve kalite üzerinde belirleyici rol oynadığını ve bu özelliklerin seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceğini göstermektedir

Yadav ve ark. (2023) yedi farklı domates genotipinin (örneğin Arka Rakshak, Arka Samrat, Pusa Rohini) kuraklık koşullarındaki morfolojik tepkilerini değerlendirmek amacıyla saksı denemesi yürütmüşlerdir. Kuraklık uygulaması, bitkilerin vegetatif döneminde 7 gün süreyle sulamanın kesilmesiyle indüklenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, tüm morfolojik parametrelerde anlamlı azalmalar gözlemlenmiştir. Bitki boyunda ortalama %15 azalma kaydedilirken, en düşük azalma Arka Rakshak genotipinde (%11), en yüksek azalma Pant T-3 genotipinde (%18) belirlenmiştir. Benzer şekilde, bitki başına meyve sayısı kontrol koşullarında 18,33 adet iken kurak koşullarda bu değer 15,33 adede düşmüştür; meyve ağırlığı ise Arka Rakshak'ta 79 g'den 67,66 g'ye gerilemiştir. Ortalama meyve verimi kuraklık altında %40 azalmış, en yüksek verimi kontrol koşullarında 1530 g ile Arka Rakshak sağlarken, kuraklıkta bu genotipte verim 999 g olarak kaydedilmiştir. Verim kaybı en düşük olan genotip %34 ile Arka Rakshak olurken; Nav-Uday, Arka Samrat ve Pusa Rohini genotiplerinde bu oran sırasıyla %44, %45 ve %42 olarak gerçekleşmiştir. Ayrıca, çiçek sayısı, çiçek salkımı sayısı ve ortalama meyve sayısı gibi verim bileşenlerinde de kuraklık koşullarında anlamlı düşüşler görülmüştür. Araştırmacılar, Arka Rakshak genotipinin, kuraklık koşullarında morfolojik stabilitesini koruyabilmesi nedeniyle tolerans bakımından öne çıktığını ve ıslah programlarında kullanılabilecek değerli bir materyal olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışma, morfolojik varyasyonların kuraklığa karşı genotipik tepkiyi yansıttığını ve bu tür özelliklerin seleksiyon kriteri olarak değerlendirilebileceğini ortaya koymaktadır

Teker Yıldız ve Akı (2025) ört farklı ticari domates çeşidinin (Rio Grande, Falcon, H-2274 ve Tyfrane F1) %10 PEG uygulaması ve sulama kısıtlaması gibi iki farklı kuraklık stres koşulu altındaki fizyolojik ve biyokimyasal tepkilerini incelemişlerdir. Çalışmada Falcon ve H-2274 çeşitlerinin kuraklık stresine karşı duyarlılığı belirgin şekilde ortaya çıkarken, Rio Grande çeşidi yüksek tolerans göstermiştir. Falcon çeşidinde sürgün uzunluğu PEG ve su kıtlığı altında sırasıyla %21 ve %37 azalırken, aynı koşullarda taze ağırlıkta %51 ve %49 azalma, kuru ağırlıkta ise %9 ve %29 azalma kaydedilmiştir. Buna karşılık, Rio Grande çeşidinde kuraklık uygulamaları taze ağırlığı yalnızca %12 azaltırken, kuru ağırlıkta %2 oranında artış kaydedilmiş, ayrıca kök uzunluğu PEG ve su kıtlığında sırasıyla %25 ve %36 artmıştır. Bu sonuçlar, Rio Grande'nin su alım ve retansiyon kapasitesinin yüksek olduğunu göstermektedir. Biyokimyasal analizlerde de çeşitler arasında belirgin farklılıklar gözlenmiştir. Falcon çeşidinde toplam protein miktarı PEG uygulamasında %16 azalırken, H₂O₂ içeriği %15 ve TBARs (lipid peroksidasyon) değeri %14 artmıştır. Buna karşın, Rio Grande çeşidinde PEG ve su kıtlığı koşullarında SOD aktivitesi %30, CAT aktivitesi %50 ve %67 oranlarında artmış, H₂O₂ içeriği %11-15, TBARs düzeyi ise %5-22 oranında azalmıştır. Bu durum, Rio Grande çeşidinin güçlü bir antioksidan savunma mekanizması ile kuraklık koşullarına karşı direnç geliştirebildiğini göstermektedir.

Niyazova ve Huseynova (2024), altı yerel domates çeşidinin (Azerbaidjan 94, Nuru, Mirvari, Zarrabi, Elnur ve Khazar) kuraklık stresine ve sonrasındaki rehidrasyon sürecine karşı biyokimyasal ve antioksidatif savunma yanıtlarını incelemişlerdir. Çalışmada, kuraklık koşullarında tüm çeşitlerde H_2O_2 ve askorbik asit (AsA) düzeylerinde artış gözlenmiştir; bu değerlerin rehidrasyonla birlikte kademeli olarak azaldığı rapor edilmiştir. Özellikle Nuru çeşidinde H_2O_2 içeriği kuraklık koşullarında 284,8 ng/mL'ye yükselmiş; 3 ve 7 gün süren yeniden sulama sonrasında bu değerler sırasıyla 245,9 ng/mL ve 207 ng/mL'ye gerilemiştir. AsA düzeyi en fazla Mirvari çeşidinde (%67 artış) yükselirken, rehidrasyon sonrası en hızlı toparlanma Zarrabi ve Mirvari çeşitlerinde gözlemlenmiştir. Kuraklık, fenolik bileşiklerde genel olarak azalmaya neden olmuş; Zarrabi (%10), Mirvari (%24) ve Azerbaidjan 94 (%9) çeşitlerinde bu azalma göze çarpmış; Nuru çeşidinde ise %40 oranında belirgin bir düşüş kaydedilmiştir. Yeniden sulama ile fenolik bileşik düzeylerinde kısmi ya da tam toparlanmalar izlenmiştir. Prolin birikimi tüm çeşitlerde artmış olup, Mirvari ve Azerbaidjan 94 çeşitlerinde bu artış daha çarpıcı olmuştur. Özellikle Azerbaidjan 94'te rehidrasyonun ardından bile yüksek prolin düzeyi korunmuştur. Bu durum, kuraklıkla mücadelede osmotik düzenleyici olarak prolinin rolünü teyit etmektedir. Antioksidan enzim aktivitesi açısından, APX aktivitesi tüm kuraklık uygulamalarında artış göstermiştir. Mirvari çeşidinde 9,8 kat, Elnur'da ise 4,52 $\mu\text{mol AsA mg protein}^{-1} \text{ dk}^{-1}$ düzeyine kadar artış gözlenmiştir. POX aktivitesi de benzer şekilde artmış, Elnur, Zarrabi ve Azerbaidjan 94 çeşitlerinde sırasıyla 20, 11 ve 16 kat artış tespit edilmiştir. İzomer analizlerinde 8 farklı APX ve 2 POX izoformu tanımlanmış; bazı izoformların ekspresyon seviyeleri kuraklıkla birlikte artmış, rehidrasyonla azalmıştır. Bu bulgular, genotiplerin farklı antioksidatif mekanizmalarla strese yanıt verdiğini ortaya koymaktadır.

Bashir ve ark., (2021), kuraklık stresinin bitkisel fizyoloji, biyokimya ve moleküler mekanizmalar üzerindeki etkilerini bütüncül bir bakış açısıyla ele almışlardır. Kuraklık stresinin özellikle fotosentez, mineral alımı, su kullanımı ve antioksidan savunma sistemleri gibi temel metabolik süreçleri olumsuz etkilediği vurgulanmıştır. Kuraklık koşullarında fotosentetik oran, stomatal iletkenlik ve F_v/F_m (maksimum kuantum verimi) gibi önemli parametrelerin düşüş gösterdiği ve bunun sonucunda bitki veriminde kayda değer azalmalar meydana geldiği belirtilmiştir. Çalışmada mineral beslenme üzerine yapılan analizlerde, su kıtlığına bağlı olarak özellikle fosfor (P) ve kalsiyum (Ca) gibi elementlerin alımında azalma olduğu, potasyum (K) üzerinde ise genel olarak anlamlı bir değişiklik gözlenmediği bildirilmiştir. Düşük su mevcudiyeti, köklerden yapraklara olan besin taşınımını sınırlamakta ve bu da besin içeriğinde düşüşe neden olmaktadır. Kuraklık stresinin stoma hareketleri üzerindeki etkisi de detaylı biçimde ele alınmıştır. Su kıtlığının ABA (absisik asit) sentezini artırarak stomaların kapanmasına neden olduğu ve bunun sonucunda H_2O_2 gibi reaktif oksijen türlerinin üretiminin tetiklendiği bildirilmiştir. H_2O_2 'nin stomal kapanmada sinyal molekülü olarak görev yaptığı ve bu süreçte NADPH oksidaz enziminin önemli rol oynadığı vurgulanmıştır.

Ayrıca kuraklık stresinin fotosentez mekanizması üzerindeki etkileri kapsamında, Rubisco aktivitesi, karbon fiksasyonu enzimleri (PEPC, FBPase, SPS vb.) ile kloroplast yapısal stabilitesi gibi

pek çok parametrede azalma rapor edilmiştir. Elektron taşınım zinciri bileşenlerinin aktivitesinde de düşüşler gözlenmiş, bu durumun reaktif oksijen türleri (ROS) üretimini artırarak fotosentetik hasara neden olduğu ifade edilmiştir. Oksidatif stres ve antioksidan savunma sistemleri bölümünde, kuraklık stresinin başta süperoksit radikali ($O_2^{\bullet-}$), hidrojen peroksit (H_2O_2) ve hidroksil radikali ($OH^{\bullet}$) gibi ROS'ların aşırı üretimine yol açtığı açıklanmıştır. Bu zararlı moleküllerle baş edebilmek için bitkilerde SOD, CAT, APX, POX gibi enzimatik ve fenolik bileşikler, askorbat, glutatyon gibi enzimatik olmayan antioksidanların aktive olduğu bildirilmiştir. Örneğin, kuraklık koşullarında mısırda (*Zea mays*) SOD ve APX aktivitelerinin arttığı; benzer şekilde arpa (*Hordeum vulgare*) ve pirinçte (*Oryza sativa*) de benzer tepkiler gözlemlendiği rapor edilmiştir. Son olarak, çalışmada CRISPR/Cas9 gibi gen düzenleme teknolojilerinin kuraklığa dayanıklı bitki türlerinin geliştirilmesindeki rolüne değinilmiştir. Kuraklık stresine duyarlı genlerin hedeflenerek modifikasyonu sayesinde osmoprotektan üretimi, su tutma kapasitesi ve fotosentetik verimlilik gibi özelliklerin iyileştirilebileceği ifade edilmiştir. Örneğin, SIMAPK3 geninin CRISPR aracılığıyla işlevsizleştirilmesiyle domates bitkisinde (*Solanum lycopersicum*) kuraklığa toleransın artırıldığı gösterilmiştir.

Dere ve ark. (2022), dokuz yerel domates genotipi ve iki ticari çeşidi kullanarak kuraklık stresinin domates meyvelerinin antioksidan kapasitesi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çalışmada, kuraklık koşullarında askorbik asit (vitamin C) içeriği ortalama %35,57 oranında artmış, bu artış Tom-14 genotipinde %105,5'e ulaşmıştır. Toplam fenolik madde miktarında %16,12, toplam flavonoid miktarında ise %21,04 artış belirlenmiştir. Tolerant genotiplerde β -karoten içeriği %0,93 ve likopen içeriği %1,55 oranında artış göstermiştir. Meyvede toplam çözünebilir katı madde (SÇKM) içeriği kontrol koşullarına göre %27,22 oranında artarken, pH değerinde %3,22 azalma kaydedilmiştir. Ayrıca, kuraklık koşullarında meyvede süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), askorbat peroksidaz (APX) ve glutatyon redüktaz (GR) enzimlerinin aktivitesi sırasıyla %80, %123, %71 ve %40 oranında artmıştır. Verim açısından değerlendirildiğinde ise, tolerant genotiplerde kuraklık kaynaklı verim kaybı %25 seviyesinde kalmış, en yüksek verim Tom-14 genotipinde ($5,75 \text{ kg/m}^2$) gözlenmiştir. Bu bulgular, bazı yerel genotiplerin kuraklık stresi altında hem kaliteli meyve özelliklerini hem de verim performanslarını koruyabildiklerini ve bu özellikleri ile ileri ıslah çalışmalarında kullanılabilecek potansiyele sahip olduklarını ortaya koymaktadır.

Patanè ve ark. (2021), İtalya'nın güneyinde yetiştirilen üç yerel uzun raf ömürlü domates varyetesi ('Custonaci', 'Salina', 'Vulcano') ile bir ticari çeşit ('Faino') kullanarak, kuraklık ve yeniden sulama koşullarının verim ve meyve kalitesi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada uygulanan sulama rejimleri; tam sulama (IRR), hiç sulama (DRY) ve kuraklık-sonrası yeniden sulama (REW) şeklinde tasarlanmıştır. Kuraklık koşullarında (DRY) verim ortalama %66 oranında azalmış, en az verim kaybı 'Salina' (%55), en fazla ise 'Custonaci' (%70) çeşidinde gözlenmiştir. REW koşullarında tüm varyetelerde verimde artış sağlanmış ve 'Vulcano' çeşidinde verim %147 artmıştır. Meyve polifenol içeriği en yüksek DRY koşulunda ($192,5 \mu\text{g/g}$) belirlenmiş, REW'de

171,1 µg/g ile bu değere yakın bir seviye korunmuş, ancak tam sulama altında bu içerik 116,8 µg/g'ye düşmüştür. Yerel çeşitler, kontrol 'Faino'ya (113,0 µg/g) göre daha yüksek polifenol içeriğine sahiptir. Flavonoid içeriği IRR koşullarında 66,2 µg/g iken, DRY ve REW koşullarında 100 µg/g'nin üzerine çıkmıştır. En yüksek flavonoid içeriği 'Vulcano' (128 µg/g), en düşük ise 'Faino' (82,3 µg/g) çeşidinde belirlenmiştir. Hidroksisinamoil kinik asitler (HCQA) bakımından, kuraklık uygulamaları (DRY ve REW) 66 µg/g'nin üzerindeki değerleri ile IRR'ye göre anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur (<50,55 µg/g). En yüksek HCQA içeriği 'Salina' (85,33 µg/g), en düşük 'Faino' (35,83 µg/g) çeşidinde belirlenmiştir. Karotenoid bileşiklerden likopen içeriği DRY ve REW koşullarında 100 µg/g'nin üzerine çıkarken, IRR'de bu değer 82,3 µg/g'ye düşmüştür. 'Vulcano' (106,7 µg/g), 'Custonaci' (102,9 µg/g) ve 'Faino' (103,1 µg/g) benzer seviyelerde likopen içeriği göstermiştir. β-karoten düzeyi ise bazı çeşitlerde sulamaya duyarlı şekilde artış göstermiştir; özellikle 'Vulcano' ve 'Faino' çeşitlerinde REW koşulunda anlamlı artışlar gözlenmiştir.

Klunklin ve Savage (2017), dört farklı domates çeşidi (Incas, Marmande, Scoresby Dwarf ve Window Box Red) kullanarak serada yetiştirilen domateslerde kuraklık stresinin meyve kalite özellikleri ve antioksidan bileşik içerikleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, kuraklık stresinin kuru madde (DM), toplam çözünür katı madde (TSS) ve pH gibi temel kalite özelliklerinde anlamlı bir değişikliğe neden olmadığı ($p > 0.05$) rapor edilmiştir. Bununla birlikte, antioksidan bileşikler ve aktiviteleri açısından önemli farklılıklar gözlenmiştir. Kuraklık koşullarında, tüm çeşitlerde likopen içeriğinde artış kaydedilmiştir. Ortalama likopen düzeyi, iyi sulanan meyvelerde 20.6 mg/kg DM iken, kurak koşullarda bu değer 22.8 mg/kg DM'ye yükselmiştir. En yüksek likopen içeriği Window Box Red çeşidinde tespit edilmiştir (26.3 mg/kg DM). Benzer şekilde, toplam fenolik madde içeriği kuraklık altında anlamlı düzeyde artmış; sulanan meyvelerde ortalama 35.8 mg GAE/100 g DM iken, kurak koşullarda bu değer 46.4 mg GAE/100 g DM olarak belirlenmiştir. Özellikle Window Box Red çeşidi, en yüksek fenolik içeriğe sahip olmuştur (49.3 mg GAE/100 g DM). Flavonoid içeriği, kuraklık altında tüm çeşitlerde küçük oranlarda artış göstermiş; ortalama değerler sulama koşullarında 4.9 mg rutin/100 g DM, kuraklıkta ise 5.0 mg rutin/100 g DM olarak hesaplanmıştır. İlginç bir şekilde, Incas çeşidinde flavonoid düzeyinde kuraklıkla birlikte önemli bir düşüş gözlenmiştir. Antioksidan aktivite ölçümlerine göre, DPPH değeri sulanan meyvelerde ortalama 1.0 µmol trolox/g DM iken, kuraklık koşullarında bu değer 1.6 µmol trolox/g DM'ye çıkmıştır. ABTS değeri ise sulanan meyvelerde ortalama 1.8 µmol trolox/g DM iken, kuraklıkta 3.3 µmol trolox/g DM düzeyine yükselmiştir. Antioksidan aktivitedeki bu artış, özellikle Scoresby Dwarf ve Window Box Red çeşitlerinde belirgin olmuştur.

Musa ve Kolawole (2024), üç farklı domates çeşidinin (Rio, Dan Syria ve UTC) dört farklı su tutma kapasitesi seviyesinde (%80–85: kontrol; %55–60: hafif kuraklık; %40–45: orta kuraklık; %30–35: şiddetli kuraklık) meyve verimi ve kalite parametreleri üzerindeki tepkilerini değerlendirmiştir. Çalışmada, Rio çeşidi, şiddetli kuraklık koşullarında bile en yüksek meyve taze ağırlığı (21,59 g), meyve perikarp kalınlığı (3,96 mm) ve kuraklık tolerans indeksi (%56,17)

değerlerini koruyarak diğer çeşitlere göre daha dayanıklı bir profil sergilemiştir. Aynı koşullarda UTC çeşidi en fazla meyve sayısı (2,33 adet) ile öne çıkarken, Dan Syria çeşidi 2 adet ile onu takip etmiştir. Bitki biyokütlesi açısından değerlendirildiğinde, şiddetli kuraklık altında Rio çeşidi en yüksek sürgün yaş ve kuru ağırlığı (18,82 g; 3,47 g) ve kök yaş ve kuru ağırlığı (3,34 g; 1,29 g) değerlerine ulaşmıştır. Dan Syria çeşidi orta dereceli dayanıklılık göstermiş ve bu parametrelerde Rio'yu takip etmiştir. UTC çeşidi ise daha düşük biyokütle değerlerine sahip olmuştur. Kuraklık tolerans indeksi, şiddetli kuraklıkta Rio için %56,17, UTC için %37,49 ve Dan Syria için %20,44 olarak hesaplanmıştır. Meyve kalitesi bakımından, Rio ve UTC çeşitlerinin perikarp kalınlığı şiddetli kuraklıkta artarken, Dan Syria'da anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir. Ayrıca, Rio çeşidinin meyve ağırlığı ile perikarp kalınlığı arasında pozitif bir ilişki gözlenmiş, bu da kuraklık stresine karşı daha sağlam meyve dokusu geliştirme potansiyeline işaret etmektedir.

Egea ve ark. (2022), kuraklık ve diğer abiyotik stres koşullarının domates bitkisinde verim ve meyve kalitesi üzerindeki etkilerini genetik düzeyde ele alarak, gelecekte sürdürülebilir tarım için stres toleransı yüksek çeşitlerin geliştirilmesinin önemini vurgulamışlardır. Çalışmada, stres koşullarında domatesin verdiği fizyolojik, biyokimyasal ve morfolojik tepkiler detaylı olarak incelenmiştir. Kuraklık ve tuzluluk gibi streslerin ortak sonucu olan ozmotik ve oksidatif stres, bitkinin su kaybını azaltacak şekilde stomatal kapanma, cuticular transpirasyonun azaltılması ve aquaporinlerin düzenlenmesi gibi adaptif yanıtlarla karşılanmaktadır. Özellikle *Solanum pennellii* gibi yabancı türlerin, daha düşük stomatal yoğunluk ve daha etkili su yönetimiyle bu streslere daha iyi adapte olduğu gösterilmiştir. Araştırmada, fruktoz ve glikoz gibi çözünür şekerlerin osmotik düzenleyici olarak biriktiği ve bu birikimin enerji açısından maliyetli olsa da kuraklık koşullarında hayatta kalma açısından önemli olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca, karotenoidler, tokoferoller ve askorbat gibi antioksidan bileşiklerin stres altında artabildiği ve bunun bitki savunma sistemine katkı sağladığı vurgulanmıştır. Genetik düzeyde ise, SICBL10, SIHKT1;2, SIHAK5 gibi genlerin uzun dönemli stres toleransında önemli roller üstlendiği ve özellikle SICBL10'un hem Na⁺ homeostazı hem de Ca²⁺ dağılımı açısından domatesin genç dokularını koruyarak meyve kalitesini doğrudan etkilediği gösterilmiştir. Bu genin eksikliğinde, yüksek sıcaklıklarda (örneğin >40 °C) Blossom End Rot gibi fizyolojik bozuklukların ortaya çıktığı belirtilmiştir. Ayrıca çalışmada, hafif kontrollü stres uygulamalarının (örneğin sera ortamında tuzluluk) meyve kalitesini artırabileceği, bu streslerin şeker, amino asit ve fenolik bileşik gibi önemli metabolitleri artırarak domatesin fonksiyonel gıda değerini yükselttiği ifade edilmiştir.

Conti ve ark. (2021), İtalya'ya özgü dokuz yerel ve dört ticari domates çeşidini, vejetatif ve generatif dönemlerde 20 günlük kuraklık uygulamasına tabi tutarak, genotiplerin fizyomorfolojik düzeyde kuraklık toleranslarını sınıflandırmışlardır. Araştırmada, fotosentez (A), stomatal iletkenlik (gs), su kullanma etkinliği (WUE), yaprak alanı (LA) ve toprak su içeriği (SWC) gibi parametreler ölçülmüştür. Vejetatif dönemde en yüksek kuraklık toleransı gösteren çeşitlerin Perina, Quarantino, Fragola, Tondino ve Cuor di Bue olduğu belirlenmiştir. Bu çeşitlerde stres sırasında gs ve A

değerlerinin sıfıra düşmediği, fotosentetik aktivitenin korunduğu ve yaprak alanında kayda değer azalma görülmediği vurgulanmıştır. Reprodüktif dönemde ise Quarantino genotipi, yüksek WUE (yaklaşık $6,3 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), fotosentez oranı ve görece toprak su içeriği ile en dayanıklı çeşit olarak öne çıkmıştır. Buna karşın, Fragola çeşidi her iki dönemde de stres karşısında düşük performans göstermiştir. Çalışmada ayrıca stomatal yoğunluğun, WUE üzerindeki etkisine dikkat çekilmiş ve Perina gibi çeşitlerin stres altında bu parametreyi azaltarak adaptasyon sağladığı rapor edilmiştir.)

Çakan ve ark. (2024), domates bitkisinin farklı abiyotik stres koşullarına —özellikle kuraklık, tuzluluk ve aşırı sulama— karşı morfolojik ve fizyolojik yanıtlarını değerlendirmek amacıyla M-19 F1 çeşidini kontrollü iklim odasında yetiştirerek 11 farklı sulama ve tuz seviyesi (örn. %25–%200 sulama ve 50–150 mM NaCl) uygulamışlardır. Çalışma kapsamında yaprak klorofil içeriği (SPAD), yaprak sıcaklığı, yaprak alanı, relatif su içeriği ve mineral madde (K ve Ca) dağılımı analiz edilmiştir. Yaprak klorofil miktarı bakımından, ilk ölçümde en yüksek SPAD değeri %75 sulama uygulamasında 59,33, ikinci ölçümde ise %25 sulama uygulamasında 61,50 olarak belirlenmiştir. En düşük SPAD değeri ise 200% sulama uygulamasında 36,57 olarak ölçülmüş, bu da aşırı sulamanın fotosentetik pigment üretimini olumsuz etkilediğini göstermektedir. Kuraklık ve tuz stresinde genel olarak klorofil içeriği düşme eğilimindedir; ancak bazı stres seviyelerinde (örneğin %75 sulama) kompensatuar artışlar gözlemlenmiştir. Yaprak sıcaklığı ölçümlerinde, %50 sulama uygulaması $18,10^{\circ}\text{C}$ ile en yüksek değeri verirken, 150 mM NaCl uygulaması $16,53^{\circ}\text{C}$ ile en düşük değeri göstermiştir. Bu farklılık, stomatal kapanma ve transpirasyon oranlarındaki değişimlerle ilişkilendirilmiştir. Yaprak alanı açısından en yüksek değer %125 sulama seviyesinde 121 cm^2 , en düşük ise 150 mM tuz stresinde 58 cm^2 olarak tespit edilmiştir. Relatif su içeriği bakımından, %75 sulama uygulamasıyla %91,96 ile en yüksek değere ulaşılırken, 150 mM tuz stresini uygulamasında %76,84 ile en düşük düzey belirlenmiştir. Besin elementi analizlerinde ise, potasyum (K) içeriği yeşil aksamalarda en yüksek 150 mM NaCl uygulamasında %7,51 olarak tespit edilmiştir. Kök kısımlarında ise %100 sulama uygulamasında %2,38 ile maksimum değer elde edilmiştir. Kalsiyum (Ca) açısından ise en yüksek yaprak içeriği %2,38, kök içeriği ise %0,96 ile her ikisi de %100 sulama uygulamasında gözlemlenmiştir. Bu çalışma, domates bitkisinin abiyotik stres koşullarına karşı verdiği fizyolojik tepkilerin stres tipine ve seviyesine bağlı olarak değiştiğini ortaya koymuş; özellikle orta düzeyde sulama (%75–%125) ile fotosentetik pigmentler, su tutma kapasitesi ve mineral alımı arasında olumlu ilişkiler kurulduğunu göstermiştir. Bu bulgular, özellikle SPAD, RWC ve mineral madde içeriklerinin stres toleransı belirlemede önemli göstergeler olduğunu ve genotiplerin fizyolojik dayanıklılık yönünden karakterize edilmesinde kullanılabileceğini göstermektedir.

Kuraklık, hücresel metabolizmadan başlayarak büyüme, ürün verimi ve ürün kalitesine kadar tüm aşamaları etkileyen, bitkinin strese karşı tepki vermesini tetikleyen tüm metabolizmada değişikliklere neden olan bir olaydır. Kurak stresine maruz kalan bitkiler büyüme, gelişme ve ürün verimliliğini olumsuz etkileyen bir takım morfolojik (biyokütle, yaprak, meyve, çiçek ve tohumda)

fizyolojik (fotosentez, transpirasyon, stoma hareketleri, osmoregülayon, su kullanım etkinliği) ve biyokimyasal (reaktif oksijen türleri, antioksidatif enzimler ve antioksidanlar) değişiklikler göstermektedir (Toscano ve ark., 2016; Mafakheri ve ark., 2010; Kuşvuran ve Daşgan, 2017; Bayram ve Daşgan, 2020; Akhoundnejad ve Daşgan, 2020).

Domates gen kaynaklarının morfolojik özellikleri üzerinde ülkemizde ve dünyada birçok araştırma yapılmış ve bu araştırmalar her geçen gün artarak devam etmektedir. Agong ve ark. (2001), 26 yerel domates çeşidi ve 9 ticari çeşitle kurduğu denemede, bütün kantitatif özelliklerde büyük varyasyon olduğunu belirtirken; Türkiye'nin bir çok yöresinden toplanan 179 domates popülasyonunun 40 özellik yönünden (Mutlu ve ark., 2007); 1983–1995 yılları arasında Ürdün'de yerel çiftçilerden toplanan 44 yerel domates popülasyonunun (Qaryouti ve ark., 2007); Yunanistan'ın değişik lokasyonlarından toplanmış ve Hellenik Gen Bankasında muhafaza edilen 14 farklı Yunanistan yerel domates popülasyonunun (Terzopoulos ve ark., 2009) morfolojik karakterizasyonu yapılmış ve aralarında önemli varyasyonun olduğu bildirilmiştir.

Ayrıca bu çalışmalara benzer olarak, Gana, Kore, Tayvan ve Burkino Faso'dan elde edilen toplam 216 domates aksesyonu (Osei ve ark., 2014), Ulusal Gen Bankasından alınan 59 adet yerel domates popülasyonu (Sönmez, 2014), Türkiye'nin Iğdır ilinden (14 adet) ve İran'ın değişik bölgelerinden (83 adet) toplanan toplam 97 adet domates popülasyonu (Henareh ve ark., 2015) morfolojik özellikler yönünden incelemişler ve popülasyonlar arasında farklılıklar olduğunu tespit etmişlerdir.

Domates, patlıcan ve kavun genotiplerinin kuraklığa karşı gösterdikleri morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal tepkilerin kendi aralarındaki ilişkilerin incelendiği bir çalışmada; skala değeri ile bitki yaş ağırlığı, yaprak alanı, yaprak su potansiyeli, stoma iletkenliği domates, patlıcan ve kavun genotiplerinde kuraklık stresine tolerans özelliği üzerinde etkili birer kriter olduğunu belirtmektedir (Kıran ve ark., 2015). Domateste uygulanan su stresi çalışmasında verim ve meyve kalitesinin düşmesine neden olurken, yaprak oransal su içeriğinin tolerant çeşitlerde iyi çıktığı belirtilmektedir (Sanchez ve Rodriguez 2010). Kuraklık ve sıcaklık stresinin üç domates çeşidi (Arvento, LA1994 ve LA2093) üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, çeşitlerin kuraklık ve sıcaklık stresi kombinasyonuna maruz kaldıklarında benzer tepkiler gösterdiği ve tüm çeşitlerin taze ve kuru ağırlık, yaprak alanı ve bağıl su içeriği önemli ölçüde düştüğü bildirilmektedir (Zhou ve ark. 2017). Domates bitkilerine köklerden strigolaktonların verildiği bitkilerin kurak ortamlardan fazla etkilenmediği bildirilmektedir (Visentin ve ark. 2016). Domateste kurak, yarı kurak ve kontrol grubunda yetiştirilen domates çeşitlerinde kurak ortamlardaki çeşitlerin stomaları daha erken kapandığı belirtilmektedir (Riccardi ve ark., 2016). Domateste yapılan çalışmada kontrollü şartlarda yetiştirilen domateste bitki taze ağırlığı 1.37 g iken kuraklık koşullarındaki bitkinin ağırlığı 0.57 g olduğu bildirilmektedir (Khan ve ark., 2015).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Kuraklığa farklı derecelerde toleranslı (yüksek, orta, hassas) ve tolerans seviyesi bilinmeyen Türkiye'nin farklı bölgelerinden yöresel çeşitler, gen bankalarından sağlanan domates genotipleri (Şekil 3.1.5) , tescilli çeşitler, yabani türler ve yurtdışından sağlanan yabancı domates genotiplerinin olduğu toplamda 182 domates genotipi (Çizelge 3.1.1) ve 6 adet ticari domates çeşidi bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. ,

3.2. Metot

Proje kapsamında, birinci yıl denemesi için 2 Şubat 2022 tarihinde 188 genotipe ait tohumlar Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü-Mersin’de cam serada torf perlit karışımı hazırlanarak, viyollara ekim gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1). 16 Mart 2022 tarihinde 2 da büyüklüğündeki plastik seraya fide dikimi gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.2). Sıra arası 120 cm ve sıra üzeri 30 cm mesafelerde olacak şekilde uygun deneme planı, tez özetinde belirtilen deneme desenine göre hazırlanmış ve dikim buna göre gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.3). Her bir genotipten 10 bitki dikimi yapılmıştır (Şekil 3.4). Dikimi takiben damla sulama sistemi ile bitkilere can suyu verilmiştir. 29 Nisan 2022 tarihinde kuraklık uygulamasına başlanmıştır. 20-21 Haziran tarihlerinde kurak uygulaması sonlandırılarak hasat gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.10). Deneme Augmented deneme deseninde 7 blok olarak kurulacak her blokta 32 parsel yer almıştır. Her parsele 26 adet domates genotipi ve 6 adet ticari çeşit kontrol olarak yerleştirilmiştir. Projenin ikinci yıl denemesi için 16 Şubat 2023 tarihinde tohum ekimi gerçekleştirilmiştir. Tohum çıkışları gerçekleştikten 42 gün sonra, fideler 28 Mart 2023 tarihinde 2 da büyüklüğündeki seraya dikim yapılmıştır. Sıra arası 120 cm ve sıra üzeri 40 cm mesafelerde olacak şekilde uygun deneme planı, tez özetinde belirtilen deneme desenine göre hazırlanmış ve dikim buna göre gerçekleştirilmiştir. Her bir genotipten 5 bitki dikimi yapılmıştır. Deneme alanından dikimden önce toprak örneği alınarak bitki besin maddeleri ve tekstür analiz yapılmıştır (Çizelge 3.2). Deneme birinci yılda olduğu gibi Augmented deneme deseninde 7 blok olarak kurulacak her blokta 32 parsel yer almıştır. Her parsele 26 adet domates genotipi ve 6 adet ticari çeşit kontrol olarak yerleştirilmiştir (Şekil 3.9). 15 Mayıs tarihinde ise deneme planına göre, kurak uygulaması yapılacak olan parsele, kısıntılı sulamaya başlanmıştır. Kademeli olarak arttırılarak uygulama devam etmiştir. 19 Haziran 2023 tarihinde stres uygulaması sonlandırılarak bitkiler üzerinde fizyolojik ölçümler yapılmıştır. Domateslerde bitki besleme programı Akhoundnejad (2011) tarafından geliştirilen gübreleme programı ile yapılmıştır. Beslenme programı 16 kg N, 5 kg P₂O₄, 23 kg K₂O, 10 CaO ve 12 MgO esasına göre, bitkilerin ihtiyaç duyduğu gelişim aşamasına göre

yapılmıştır. Denemenin yapıldığı serada sırası ile 2022 ve 2023 yılı sıcaklık ((Şekil 3.6), (Şekil 3.8)) ve nem değerleri ((Şekil 3.7), (Şekil 3.9) kaydedilmiştir.



Şekil 3.11. Birinci yıl (2022) denemesi için domates genotiplerinin tohum ekimleri



Şekil 3.12. Birinci yıl (2022) denemesi için domates fidelerinin yetiştirilmesi

Denemede kontrol ve kurak uygulamalarında yer alan bitkilerde önemli morfolojik karakterler (bitki boyu, bitki ağırlığı, yaprak uzunluğu, yaprak eni), agronomik karakterler (bitki başına verim, meyve sayısı, metrekareye verim, meyve ağırlığı, meyve çapı, meyve boyu, meyve suyunda SÇKM (suda çözünebilir kuru madde), meyve suyunda asitlik, meyve suyunda pH ve meyve suyunda EC), fizyolojik parametreler (yaprakta stoma iletkenliği, yaprak sıcaklığı, yaprakta SPAD-klorofil okumaları) ve kuraklık stresinde öne çıkan bazı biyokimyasal parametreler; prolin, lipid peroksidasyonu (malondialdehit), hidrojen peroksit içeriği, yaprakta toplam antioksidan madde içeriği ve yaprakta magnezyum (Mg) içeriği, yaprakta potasyum (K) içeriği, yaprakta kalsiyum (Ca) içeriği, yaprakta demir (Fe) içeriği, yaprakta mangan (Mn), yaprakta çinko (Zn) içeriği, meyve suyunda fruktoz içeriği, meyve suyunda glikoz içeriği ve meyvede toplam fenolik madde içeriği ölçülmüştür.



Şekil 3.13. Birinci yıl (2022) denemesi için serada domates fide dikimi



Şekil 3.14. Birinci yıl (2022) denemesinde serada bitkilerden görüntü

Çizelge 3.11. Projede kullanılacak domates genotipleri ve domateslere ait bazı bilgiler

Proje No	Kurum Genotip Kod No	Genotip Adı	Genotip Kaynağı
1	Tom-2	SC 2121	Agromar
2	Tom-5	Pearson	ETA*
3	Tom-7	WC 156	ETA
4	Tom-8	68 VF 26	ETA
5	Tom-9	Falcon	May
6	Tom-10	H 2274	May
7	Tom-11	Cambell 37	Agromar
8	Tom-12	Rio Grande	Agromar
9	Tom-13	Arizona	Agromar
10	Tom-14	Cambell 33	Agromar
11	Tom-15	T-2 Improved	Agromar
12	Tom-16	Super Marmande	Vilmorin
13	Tom-17	Super 6. H. E. S. 58	Beta
14	Tom-18	Lignon C. 19.18	INRA-Fransa
15	Tom-19	Roza	INRA-Fransa
16	Tom-21	1071-34	ETA
17	Tom-22	1071-35	ETA
18	Tom-23	1071-31	ETA
19	Tom-26	1009-6	ETA
20	Tom-27	1009-16	ETA
21	Tom-29	1009-1	ETA
22	Tom-30	1009-9	ETA
23	Tom-31	1048-34	ETA
24	Tom-32	1048-16	ETA
25	Tom-34	1048-27	ETA
26	Tom-36	51/2 Nolu Hat	BATEM
27	Tom-41	FER	Hohenheim Üniv. Almanya
28	Tom-42	Fer (mutant)	Hohenheim Üniv. Almanya
29	Tom-43	<i>Solanum pimpinellifolium</i>	Ç.Ü.Z.F.B.B.B.
30	Tom-44	<i>Solanum habrochaites</i> (<i>L. hirsutum</i>)	Ç.Ü.Z.F.B.B.B.
31	Tom-47	Red Cherry-Large Fruit	Amerika B.D.
32	Tom-48	Super Sweet-Extra Profilic Cherry	Amerika B.D.
33	Tom-106	Karaduvar mahallesi	Mersin
34	Tom-107	Şencan-9	Ticari çeşit
35	Tom-108	Pakmor	Ticari marketten
36	Tom-111	Tridora, RHT 1	INRA-Fransa
37	Tom-112	Mieulignon T1, RHT 2	INRA-Fransa
38	Tom-113	Romitel, RHT 3	INRA-Fransa
39	Tom-114	Lignon S5, RHT 8	INRA-Fransa
40	Tom-115	Lignon S2, RHT 9	INRA-Fransa
41	Tom-116	Lignon S1, RHT 10	INRA-Fransa
42	Tom-117	VF 6203, RHT 11	INRA-Fransa
43	Tom-118	ACE VF 55, RHT 12	INRA-Fransa
44	Tom-119	Adana Yerli, RHT 14	Adana
45	Tom-120	Birecik-Urfa Yerli, RHT 17	Şanlıurfa
46	Tom-121	Lignon S3, RHT 18	INRA-Fransa
47	Tom-122	Lignon C.8.6., RHT 19	INRA-Fransa
48	Tom-123	Marmande	INRA-Fransa

49	Tom-139	TR 47820	ETA/Adıyaman
50	Tom-141	TR 47882	ETA/Şanlıurfa
51	Tom-142	TR 37277	ETA/Kastamonu
52	Tom-143	TR 40351	ETA/Mardin
53	Tom-145	TR 40361	ETA/Mardin
54	Tom-147	TR 40395	ETA/Diyarbakır
55	Tom-148	TR 40397	ETA/Diyarbakır
56	Tom-149	TR 40478	ETA/Van
57	Tom-150	TR 49449	ETA/Samsun
58	Tom-151	TR 49644	ETA/İzmir
59	Tom-152	TR 49646	ETA/İzmir
60	Tom-153	TR 40532	ETA/Elazığ
61	Tom-154	TR 46440	ETA/Tunceli
62	Tom-155	TR 47815	ETA/Adıyaman
63	Tom-157	TR 48932	ETA/Diyarbakır
64	Tom-158	TR 48937	ETA/Ordu
65	Tom-159	TR 48938	ETA/Kastamonu
66	Tom-160	TR 48940	ETA/Gaziantep
67	Tom-161	TR 55711	ETA/Trabzon
68	Tom-162	TR 68513	ETA/Bartın
69	Tom-163	TR 68516	ETA/Bartın
70	Tom-165	TR 62573	ETA/Balıkesir
71	Tom-166	TR 61658	ETA/Aydın
72	Tom-167	TR 61697	ETA/Muğla
73	Tom-168	TR 61796	ETA/Denizli
74	Tom-169	TR 61870	ETA/Denizli
75	Tom-170	TR 63233	ETA/İzmir
76	Tom-171	TR 66330	ETA/Afyonkarahisar
77	Tom-172	TR 52263	ETA/Ağrı
78	Tom-173	TR 52361	ETA/Kars
79	Tom-174	TR 52376	ETA/Kars
80	Tom-175	TR 52377	ETA/Kars
81	Tom-176	TR 52414	ETA/Erzurum
82	Tom-177	TR 52428	ETA/Erzurum
83	Tom-178	TR 43484	ETA/İstanbul
84	Tom-199	Trabzon Yerli	Trabzon
85	Tom-200-1	Pozantı Yerli	Pozantı/Adana
86	Tom-200-2	Es-24F	INRA-Fransa
87	Tom-201-A	Red Top VF	INRA-Fransa
88	Tom-201-B	Kırgızistan-Bişkek Yerli	Kırgızistan
89	Tom-202	H-1706	Amerika B.D./ GKTAEM
90	Tom-203	CHICO III	Amerika B.D./ GKTAEM
91	Tom-204	Koral	GKTAEM
92	Tom-205	İ-40	GKTAEM
93	Tom-207	Konya Yerli-Talha	GKTAEM
94	Tom-208	Mardin-Kızıltepe Yerli-Lokim	GKTAEM
95	Tom-209	13-Beyköy	GKTAEM
96	Tom-210	Kırgızistan Beef tipi	Kırgızistan
97	Tom-211	Kırgızistan Sarı Renkli	Kırgızistan
98	Tom-212	İsyanya Madrid	İsyanya
99	Tom-213	Mardin-Nusaybin yerli	Mardin
100	Tom-214	Elazığ İri Kiraz Yerli 2013	Elazığ

101	Tom-215	Diyarbakır-Lice Yerli	Diyarbakır
102	Tom-217	Erdemli Lokal	Erdemli-Mersin
103	Tom-219	Akşehir Yerli İri Dilimli	Akşehir-Konya
104	Tom-220	AVTO0201-CLN1466EA	AVRDC
105	Tom-221	AVTO9803-CLN1621F	AVRDC
106	Tom-222	AVTO9001-CL5915-206D4	AVRDC
107	Tom-223	AVTO0102-CLN2366B	AVRDC
108	Tom-224	AVTO0101-CLN2413D	AVRDC
109	Tom-225	AVTO1130-CLN3126A-7	AVRDC
110	Tom-226	AVTO1219-CLN3241H-27	AVRDC
111	Tom-227	AVTO1314-CLN3212C	AVRDC
112	Tom-228	AVTO9802-CLN2026D	AVRDC
113	Tom-229	AVTO1003-CLN3125L	AVRDC
114	Tom-230	AVTO1004-CLN3125O	AVRDC
115	Tom-231	AVTO1007-CLN3078A	AVRDC
116	Tom-232	AVTO1008-CLN3078C	AVRDC
117	Tom-233	AVTO1009-CLN3078G	AVRDC
118	Tom-234	7SABS	BATEM
119	Tom-235	Amsterdam-Hollanda kahverengi	Hollanda
120	D-1	4-10-31	Akziyaret /Şanlıurfa*
121	D-2	64-16-53	İncirli Köyü/ Şanlıurfa
122	D-3	Farklı Tip-2	İncirli Köyü Şanlıurfa
123	D-4	Cibin	Saylakkaya Köyü Halfeti/Şanlıurfa
124	D-5	63-18-20	İncirli Köyü/Şanlıurfa
125	D-6	GAP-119	Siverek/Şanlıurfa
126	D-7	Köseveli	Köseveli Köyü Suruç/Şanlıurfa
127	D-14	Karacadağ	Siverek/Şanlıurfa
128	D-13	Nejla	Siverek/Ş.Urfa
129	D-15	Kilis Deşti	Kilis
130	D-271	Misket Domatesi K-42	Bolu/Mengen
131	D-184	Bulgar Domatesi	Bulgaristan
132	D-200	Çermik Yerli	Diyarbakır/Çermik
133	D-299	TR71519	Adana
134	D-300	TR84078	Malatya
135	D-301	TR62367	Çanakkale
136	D-302	TR42996	Çanakkale
137	D-304	TGB046337	Ankara
138	D-306	TGB045761	Ankara
139	D-307	TGB045760	Ankara
140	D-308	TGB051746	Kayseri
141	D-309	TGB056147	Edirne
142	D-311	TGB046511	Ankara
143	D-312	TGB020313	Ankara
144	D-158	İğdır Domates	İğdır
145	D-269	Kastamonu Cherry Domatesi	Kastamonu (40 yıllık)
146	D-201	Kızıltepe Yerli Domatesi	Kızıltepe/Mardin
147	D-204	Konya Yerli -Talha	Konya
148	D-163	Gazidere domatesi	Sinop
149	D-268	Sorgun Domatesi dilimli (K-39)	Sorgun/Yozgat
150	D-197	Suriye Domatesi	Suriye

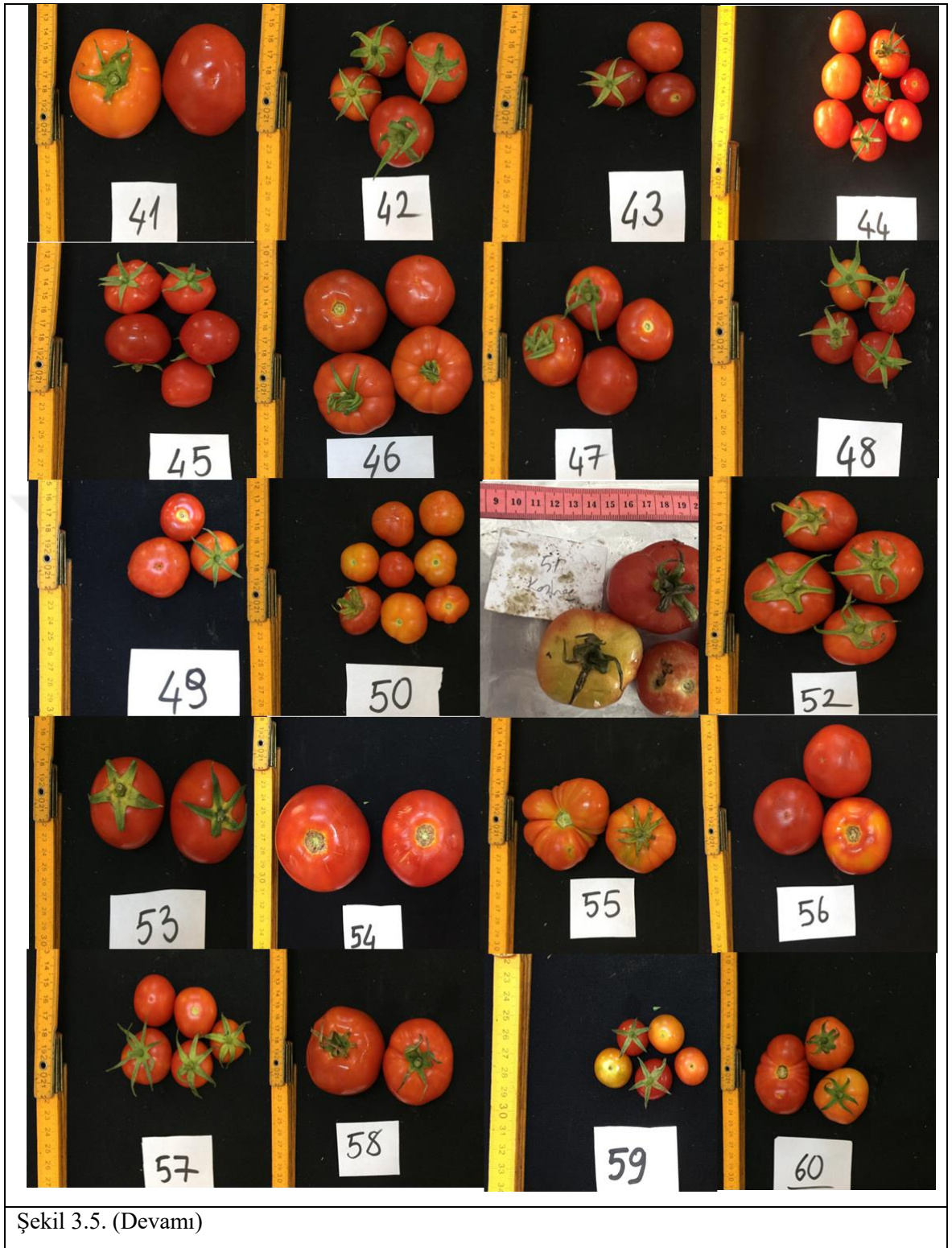
151	D-50	GAP 53	Hancıağz köyü/Şanlıurfa
152	D-61	Urfa Desti	Şanlıurfa
153	D-76	GAP 100	Viranşehir/Şanlıurfa
154	D-85	GAP 10	Akziyaret/Şanlıurfa
155	D-89	GAP 3	Akziyaret/Şanlıurfa
156	D-96	GAP 42	Gündaş/Şanlıurfa
157	D-102	GAP 56	Hancıağz Köyü/Şanlıurfa
158	D-126	GAP 86	Su Geldi-Harran/Şanlıurfa
159	D-133	GAP 75	Sako-Viranşehir/Şanlıurfa
160	D-136	GAP 70	Kısaş/Şanlıurfa
161	D-139	GAP 65	İslik Köyü/Şanlıurfa
162	D-147	GAP 34	Berdi-Akçakale/Şanlıurfa
163	D-149	GAP 30	Bakacak Mezrası/Şanlıurfa
164	D-150	GAP 28	Aydeniz Çiftliği-Harran/Şanlıurfa
165	D-153	GAP 41	Gölinçe Köyü/Şanlıurfa
166	D-155	GAP 101	Viranşehir/Şanlıurfa
167	D-160	Ceylanpınar Domates	Ceylanpınar/Şanlıurfa
168	D-291	Koruklu Domatesi-1	Şanlıurfa/Akçakale
169	D-290	Kızlar Domatesi	Şanlıurfa/Kızlar Köyü
170	D-276	ApFadlı K-47	Şanlıurfa/Siverek
171	D-109	AVRDC-BL-1173	AVRDC
172	D-162	Bindallı Tokat Domatesi	Tokat
173	ALATA 24	Moneymaker	Amerika B.D.
174	ALATA-82	M-82	Amerika B.D.
175	ALATA-18	Mecline	Amerika B.D.
176	ALATA-21	San Marzano	Amerika B.D.
177	ALATA-24	Alisa crag	Amerika B.D.
178	ALATA-28	Votemold	Amerika B.D.
179	ALATA-16	CLN2264F	AVRDC
180	ALATA-26	Vendor	Amerika B.D.
181	ALATA-31	Lukullus	Amerika B.D.
182	ALATA-30	Stirling castle	Amerika B.D.
183	KamentaF1	-	Hazera
184	NC6438 F1	-	Nunhems
185	Eden F1	-	Seminis
186	H5656 F1	-	Hazera
187	Gülçin F1	-	Yüksel tohum
188	Firmont F1	-	Nunhems



Şekil 3.15. Birinci yıl ve ikinci yıl denemelerinde kullanılan genotiplere ait meyve görüntüleri



Şekil 3.5. (Devamı)





Şekil 3.5. (Devamı)



Şekil 3.5. (Devamı)



Şekil 3.5. (Devamı)

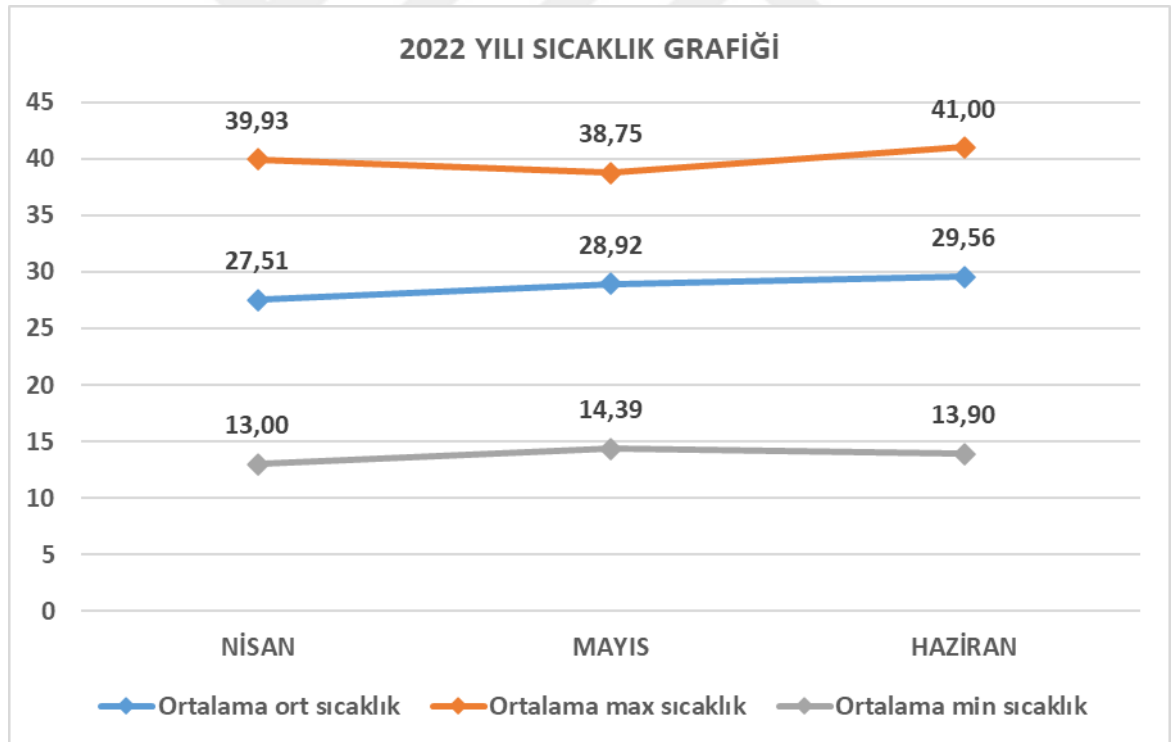




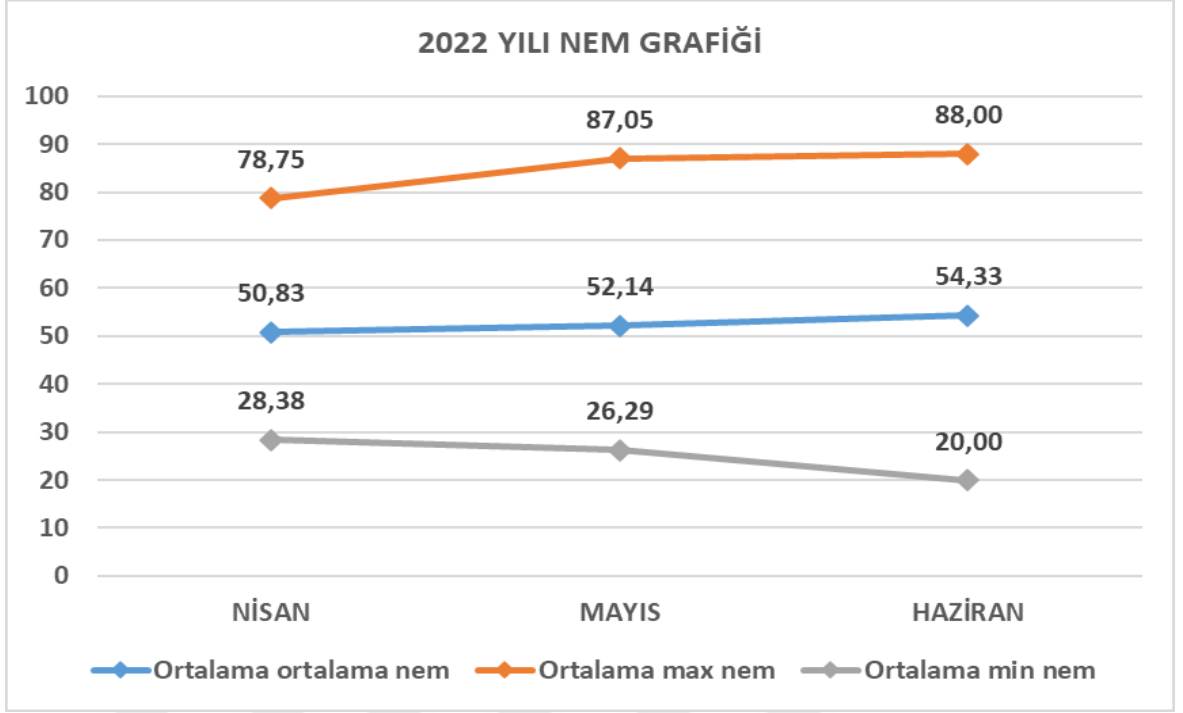
Şekil 3.5. (Devamı)

Çizelge 3.12. Dikimden önce deneme alanından alınan toprak örneği analiz sonuçları

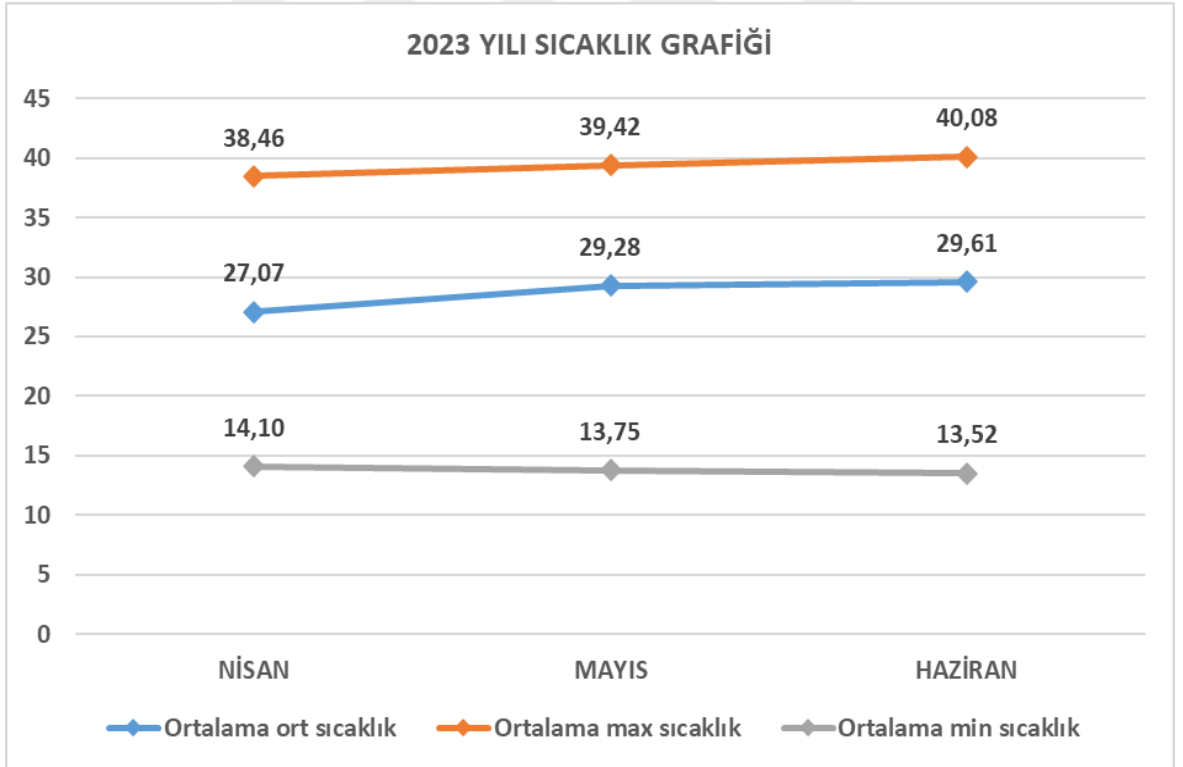
Analiz Adı	Birimi	Sonuç	Yorum
Bünye	100 g/ml	29	Tınlı
Kireç	%	23.6	Kireçli
Tuz	µmol	1.42	Tuzlu
Organik Madde	%	2.26	Orta
pH	-	7.21	Nötr
K (Potasyum)	mg/k	162	Yeterli
P (Fosfor)	mg/k	43.1	Yüksek
Ca (Kalsiyum)	mg/k	4820	Yüksek
Mg (Magnezyum)	mg/k	1275	Yüksek
Fe (Demir)	mg/k	15.75	Yeterli
Zn (Çinko)	mg/k	1.91	Yeterli
Mn (Mangan)	mg/k	4.5	Düşük
Cu (Bakır)	mg/k	1.80	Yüksek



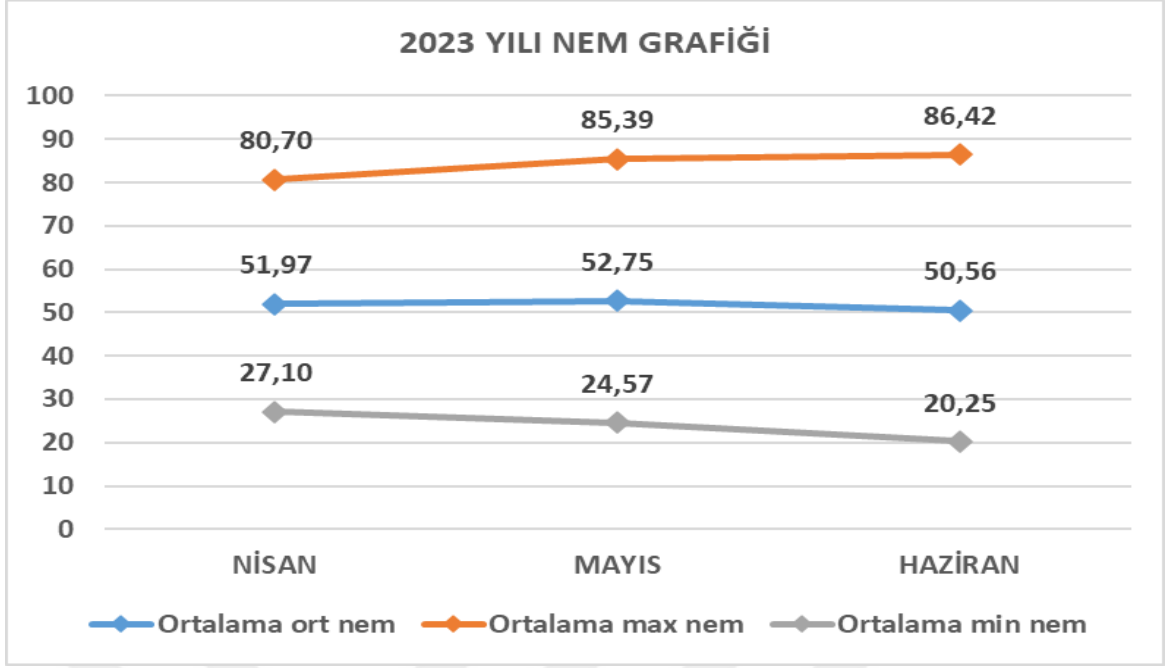
Şekil 3.16. Birinci yıl denemesi (2022) boyunca kaydedilen sera içi minimum, maksimum ve ortalama sıcaklık değerleri



Şekil 3.17. Birinci yıl denemesi (2022) boyunca kaydedilen sera içi minimum, maksimum ve ortalama nem değerleri



Şekil 3.18. İkinci yıl denemesi (2023) boyunca kaydedilen sera içi minimum, maksimum ve ortalama sıcaklık değerleri



Şekil 3.19. İkinci yıl denemesi (2023) boyunca kaydedilen sera içi minimum, maksimum ve ortalama nem değerleri



Şekil 3.110. İkinci yıl (2023) denemesinde seradan görüntüler

3.2.1. Kuraklık Uygulamaları

Kontrol parsellerinde optimum düzeyde sulanacak olan domates bitkileri için su miktarı Doorenbos ve Pruitt (1992) ve Kanber (2002)'e göre aşağıdaki gibi belirlenecektir. Class A Pan'dan kaybolan suyun %100'ünün verildiği kontrol bitkileri ve Class A Pan'dan kaybolan suyun % 50'sinin verildiği kurak stresi bitkileri olmuştur (Akhoundnejad ve ark., (2013).

Kontrol parsellerinde su miktarlarının belirlenmesinde, aşağıdaki formülden yararlanılmıştır.

$I = E_{Pan} \times p \times A$, Eşitlikte;

I : Uygulanacak sulama suyu miktarı (mm)

E_{Pan} : A sınıfı kaptan ölçülen yığılımlı buharlaşma değeri

P : Bitki Örtü yüzdesi

A : Parsel Alanı

Bitki örtü yüzdesi; bitki tarafından gölgelenen alanın sıra arası mesafeye bölünmesi şeklinde hesaplanarak her sulama işlemi öncesinde tekrarlanmıştır. Kuraklık uygulamalarına bitkiler dikildikten 45 gün sonra başlanmıştır. Kademeli olarak su azaltılmıştır. Kontrol bitkilerinin %50'si kadar su düzeyinde stres uygulamasına vegetasyon sonuna kadar devam edilmiştir. Stres bitkilerinde final stres dozuna ulaşıldıktan sonra tüm genotiplerde stres belirtileri görülmeye başladığında morfolojik, fizyolojik ve agronomik ölçümler ve analizler yapılmıştır.

Vegetasyon süresi boyunca ilk yıl denemesinde kontrol bitkilerine damla sulama sistemi ile 166 litre/bitki ve kurak bitkilerine 84 litre/bitki su verilmiştir. İkinci yıl kontrol bitkilerine 132 litre/bitki ve kurak bitkilerine ise 87 litre/bitki su ile yapılmıştır.

3.2.2. Morfolojik Parametreler

Kurak ve kontrol koşullarında yetiştirilen domates genotiplerinde her parselde yer alan bitkilerde aşağıdaki önemli morfolojik karakterler ölçülmüştür (Şekil 3.12) :



Şekil 3.111. Domates bitkilerinin sökülmesi ve meyvelerin toplanması

Bitki Boyu

Hem kontrol hem kurak uygulamasından hasat edilen bitkiler sökülerek bitki boyu cm cinsinden ölçülmüştür.

Bitki Ağırlığı

Hem kontrol hem kurak uygulamasından hasat edilen bitkiler sökülerek bitki yeşil aksamı tartılmıştır (Şekil 3.1.11).

Yaprak Uzunluğu

Yaprak uzunluğu mezura ile cm cinsinden ölçülmüştür.

Yaprak Eni

Yaprak uzunluğu mezura ile cm cinsinden ölçülmüştür.



Şekil 3.112. Kurak ve kontrol koşullarında yetiştirilen domates genotiplerinde bazı morfolojik ve agronomik karakterlerin ölçülmesinden görüntüler

3.2.3. Fizyolojik Ölçümler

Yaprak Stoma İletkenliği

Yaprakta stomalardan gaz geçişi mmol m⁻² s⁻¹ birimi ile projeden satın alınacak, Delta T Devices marka AP4 model taşınabilir porometre cihazı kullanılarak, genotiplerde aynı yaştaki yapraklarda ve gün içerisinde saat 09:00 ile 11:00 aralığında ölçülmüştür (Akhoundnejad ve Daşgan, 2018).

Yaprak Sıcaklığı

Kuraklık stresine dayanıklı genotiplerin transpirasyonu iyi kontrol etmeleri sayesinde yaprak “boundry layer” de kuraklığa duyarlı genotiplere göre sıcaklığı daha düşük tutmaları esasına dayanarak (Akhoundnejad ve Daşgan, 2018), projedeki domates genotiplerinin yaprak sıcak değerleri özel bir infrared bir termometre ile aynı yaştaki yapraklardan ve gün içerisinde saat 09:00 ile 11:00 aralığında ölçülmüştür.

Yaprakta SPAD-Klorofil Metre Okumaları

Yapraktaki yeşil rengin tonunu okuyarak klorofil miktarını tahmin etmede kullanılan SPAD-502Plus cihazı kullanılarak, projedeki domates bitkilerinde aynı yaştaki yapraklardan SPAD okumaları yapılmıştır (Akhoundnejad ve Daşgan, 2018).

Su Kullanma Etkinliği

Domates bitkilerine verilen su miktarı kaydedileceği için, farklı genotiplerinin kontrol, kuraklık uygulamalarında her 1 litre sudan kaç kg domates ürettikleri hesaplanmıştır “kg meyve/ litre su” olarak hesaplanmıştır (Akhoundnejad ve ark., 2013).

3.2.4. Biyokimyasal Ölçümler

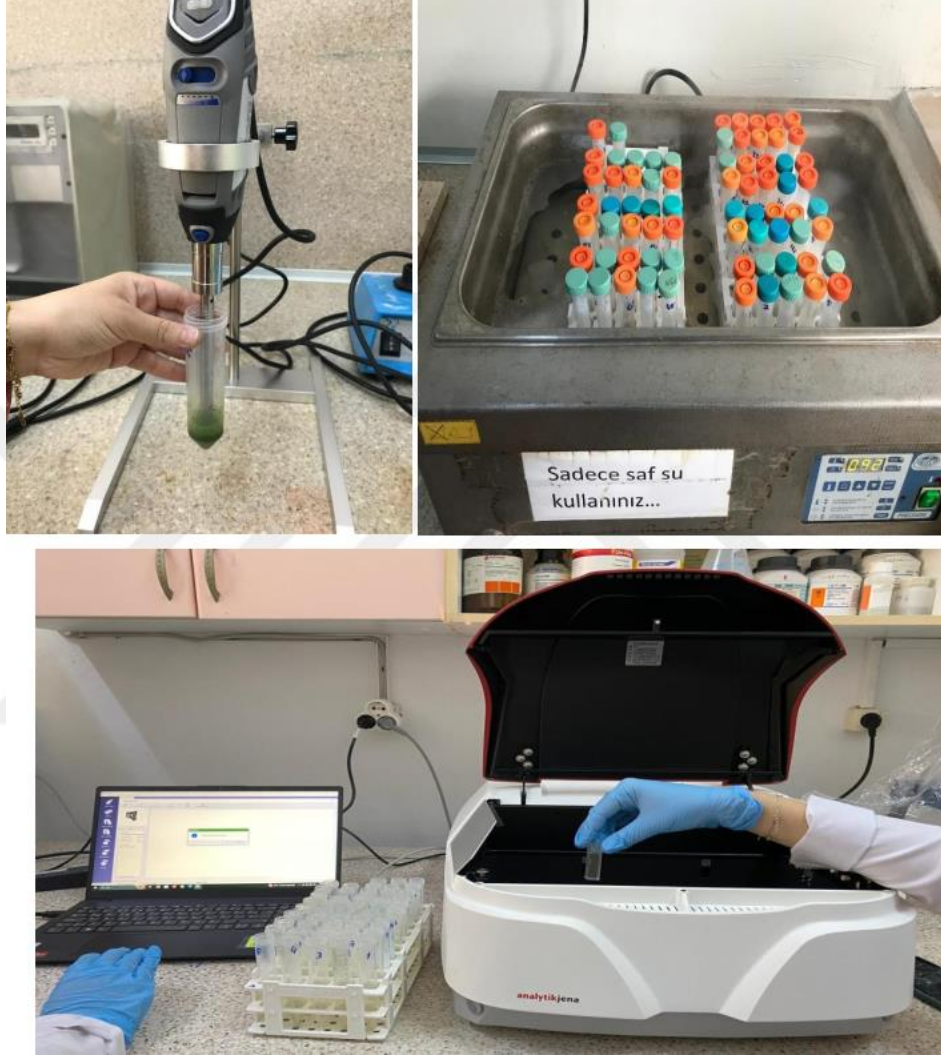
Biyokimyasal analizler iki yıl kurak ve kontrol koşullarında yetiştirilen domates genotiplerinde ölçümler yapılmak üzere ayrılan 10 bitkinin yaprak örnekleri alınarak uygun soğuk zincirde muhafaza edilip Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü ve Çukurova Üniversitesi laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1.15) .

Yaprakta Lipid Peroksidasyonu-Malondialdehit (MDA) İçeriği

Lutts ve ark., (1996) tarafından geliştirilen yöntem ile MDA miktarı belirlenmiştir. Yaprak örneklerinden 200 mg tartılmış ve üzerine 5 ml % 0.1’lik triklor asetik asit (TCA) ilave edilmiştir. Bu karışım 12500 rpm devir hızında 20 dakika süre ile santrifüj edilmiştir. 5 ml’lik ekstraktan 3 ml süpernatant alınmış, süpernatantın üzerine, içinde % 20 TCA bulunan % 0.1’lik tiobarbütrik asit (TBA)’den 3 ml ilave edilmiştir. Karışım 95°C’deki sıcak su banyosunda 30 dakika süreyle

bekletilmiştir Şekil 3.1.13). Bunun ardından spektrofotometrede A532 ve A600 nm’de absorbans değerleri okunmuştur. Elde edilen değerler aşağıdaki formüle yerleştirilerek MDA (Malondialdehit) miktarı hesaplanmıştır:

$$\text{MDA} = (A_{532} - A_{600}) \times \text{Ekstrakt hacmi (ml)} / (155\text{mM/cm} \times \text{Örnek miktarı (mg)})$$



Şekil 3.113. Yapraklarda lipid reoksidasyonu analizinden görüntüler

Yaprakta Prolin İçeriği

Prolin içeriği, ninhidrid reagent metodu ile Bates ve ark., (1973)’nın geliştirdiği yöntemle göre, bitki materyalleri %3’lük aqueous sulfosalisilik asit ile homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnekler 12000 rpm devirde 15 dakika süre ile santrifüj edilmiştir. 2 ml asit ninhidrid ve 2 ml glacial asetik asit içeren reaksiyon karışımı 1 saat boyunca 100 C’de kaynatılmıştır. Ekstraksiyon için 4 ml tolüene kullanılmıştır. Absorbance değerleri 520 nm UV spektrometrede okunmuştur.

Yaprakta Hidrojen Peroksit (H₂O₂) İçeriği

Hidrojen Peroksit İçeriğinin belirlenmesi Alexieva et al (2001)'nın kullandığı yöntem modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. Kurutulmuş ve öğütülmüş bitki yaprak örneğinden 0,0250 g tartılarak 15 ml'lik santrifüj tüplerine alınmış, üzerine 4 ml % 0,1'lik Trikoloroasetik asit (TCA) eklenerek homojenize edilmiştir. Oluşan homojenat 4500 rpm devirde +25  C sıcaklıkta 20 dakika boyunca santrifüj edilmiştir. Elde edilen süpernatanttan 0,5 ml'si yeni tüpe aktararak, 10 mM 0,5 ml hacimde KH₂PO₄ tamponu (pH 7.0) ile 1 M 1 ml hacimde KI eklenerek vortekslenmiştir. Okuma spektrofotometrede 390 nm dalga boyunda ölçülerek kaydedilmiştir.

Toplam Antioksidant Aktivitesi (FRAP yöntemi)

Benzie ve Strain, (1996), 'nın geliştirdikleri metoda göre antioksidant aktivitesi llmştir. Belirli oranlarda hazırlanacak olan Asetat Buffer, HCL, TPTZ zeltisi ve Ferric'ten 10:1:1 oranında FRAP zeltisi hazırlanmıştır. Yaprak ekstraksiyonu sonrasında elde edilen sulu zelti örneğinden 200 ml alınarak 1.8 ml FRAP zeltisi ile karıştırılmıştır. Karışım 10 dakika 37  C'de su banyosunda inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra örnekler 593 nm dalga boyunda spektrofotometrede okunmuştur.



Şekil 3.114. Yaprakta mineral elementler; potasyum ve kalsiyum analizlerinden görüntüler

Yaprakta Potasyum ve Kalsiyum Konsantrasyonu Belirlenmesi

Yaprak örnekleri kontaminasyona karşı %0.1 lik deterjan ile yıkanarak ve durulandıktan sonra 3 kez saf su ile yıkanmış, etüvde 48 saat 65°C’de kurutulmuştur (Şekil 3.1.14). Kurutulan örnekler özel değirmeninde öğütülmüş ve öğütülmüş örnekler 550 °C’de 8 saat süreyle yakılarak ve oluşan kül % 3.3’lük HCl asitte çözülerek atomik absorpsiyon spektrometrede K ve Ca, okumaları emisyon modunda gerçekleştirilmiştir (Jones, 2001).

Meyve Suyunda Toplam Fenolik Madde İçeriği

Fenolik maddelerin Folin-Ciocalteu çözeltisinin fosfomolibdik-fosfotungistik çözeltisini indirgeyerek mavi bir kompleks oluşturmaları ve bu mavi rengin kolorimetrik olarak ölçülmesi ilkesine dayanan yöntem kullanılmıştır (Abdulkasım ve ark., 2007). Domates meyve suyu

örneklerinin toplam fenolik madde miktarları standart kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak belirlenmiştir. Standart kalibrasyon eğrisi: 50, 100, 150, 200, 250, 500, 750 ve 900 mg/L' lik gallik asit çözeltileri hazırlanıp; aynı yöntem uygulanarak spektrofotometrede 765 nm'de absorbansları ölçülerek ve standart kalibrasyon eğrisi elde edilmiştir. Meyve suyu örneklerinin toplam fenolik bileşiklerin analizinde, örnekten 2 mL alınıp 8 mL % 80'lik metanolle karıştırıldıktan sonra 4000 rpm' de 20 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonucu elde edilecek berrak kısımdan 50 µL cam tüpe alınıp üzerine 100 µL Folin-Ciocalteu çözeltisi ve 1500 µL safsu eklenip 10 dk bekletilmiştir. Daha sonra 50 µL %20'lik Na₂CO₃ çözeltisi eklenip 2 saat karanlıkta bekletilerek örnek şahide karşı 765 nm'de okuma yapılmıştır. Toplam fenolik madde miktarı daha önce hazırlanan standart grafikten elde edilen eğimden yararlanılarak mg GAE/L olarak hesaplanmıştır (Abdulkasım ve ark., 2007).

Meyve Suyunda Şeker Bileşenleri İçeriği

Domates meyve suyu örneklerinde şeker bileşenleri olarak glikoz ve fruktoz analizi yapılmıştır (Şekil 3.11). Meyve suyu örneğinden 2 gram falcon tüpe aktararak tartılıp üzerine 10 gramı tamamlanacak şekilde saf su eklenmiştir. Tüm örnekler vorteksle 20 saniye karıştırılıp homojenize edildikten sonra 6000 rpm' de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Üstteki berrak kısımdan 2 ml çekilerek eppendorf tüplere aktarılmış, 15000 rpm' de 2 dakika santrifüj edilip, üstteki berrak kısım 0.45 µm'lik gözenek çaplı PVDF (polyvinylidene fluoride) filtreden geçirilip viallenerek analize hazır hale getirilmiştir. Yüksek basınç sıvı kromatografisinde analiz koşulları Bartolome ve ark. (1995)'ten modifiye edilmiştir. Refraktif indeks dedektörü kullanılarak alıkonma zamanına göre tespit edilmiş pik alanına göre daha önce hazırlanan standart grafikten hesaplanmış ve miktarlar g/100g cinsinden belirlenmiştir.



Şekil 3.115. Domates meyve suyunda biyokimyasal analizler için meyve suyu örneklerinin tüplere alınması ve paketlenmesi



Şekil 3.116. Meyvede pomoloik analizlerden görüntüler

3.2.5. Agronomik Ölçümler

Verim ve Meyve Özellikleri

Kurak ve kontrol koşullarında yetiştirilen domates genotiplerinde hasat edilen meyveler ağırlık ve sayı olarak kaydedilerek, toplam verim değerleri hesaplanmıştır (Şekil 3.17). Her genotipten tesadüfen seçilen meyvelerde aşağıdaki meyve özellikleri ölçülerek kayıt altına alınmıştır:



Şekil 3.117. Domates meyvelerinin laboratuvar ortamında tartılması ve ağırlıklarının kaydedilmesi

Verim (kg/bitki)

Hasat edilen meyveler ağırlık ve sayı olarak kaydedilerek, toplam verim değerleri hesaplanmıştır.

Toplam verim (kg/m²)

Hasat edilen meyveler ağırlık ve sayı olarak kaydedilerek, m²'ye düşen verim değerleri hesaplanmıştır.

Meyve ağırlığı (g)

Hasat edilen meyveler tek tek tartılmış ve ağırlıkları kaydedilmiştir.

Meyve yüksekliği ve çapı

Meyve yüksekliği ve çapı dijital kumpas ile ölçülmüştür (Şekil 3.18).



Şekil 3.118. Domates meyvelerinin boyu ve çapının ölçülmesi

Meyve suyunda suda çözülebilir kuru madde (SÇKM)

Meyveler kesilerek meyve suyu çıkarılmış ve dijital refraktometre ile SÇKM değerleri kaydedilmiştir (Şekil 3.19).



Şekil 3.119. Domateste meyve suyu ve tohum çıkarma işlemi

Meyve suyunda titre edilebilir asitlik

Meyve suyunda asitlik ölçümü dijital asitlik ölçer cihazı ile yapılmıştır (Şekil 3.16).

Meyve suyunda pH ve EC

Meyve suyunda pH ve EC ölçer cihazları ile ölçüm yapılmıştır (Şekil 3.20).



Şekil 3.120. Domates meyve suyunda pH, EC ve asitlik ölçümleri

3.2.6. İstatistiksel Analizler

Fenotipik, morfolojik, agronomik, biyokimyasal ve fizyolojik ölçüm ve gözlemlere ilişkin istatistiksel analizler R Studio RCBD paket programında Augmented deneme desenine göre gerçekleştirilmiştir. Genotip ve stres faktörlerinin varyans analizi (ANOVA) Augmented deneme desenine göre yapılmış ve elde edilen sonuçlar istatistiki önem düzeylerine göre tablolarda değerlendirilmiştir. Karakterlere ait kalıtım dereceleri R istatistik programında yapılmış ve tablolarda değerlendirilmiştir. Kurak koşullarda domates genotiplerinde 31 özellik arasındaki korelasyon korelasyon analizi Minitab Version 18 istatistik programı ile gerçekleştirilmiştir. Genotiplerde kontrol ve kurak gruplarının karşılaştırılması yine Minitab Version 18 istatistik programı Çift-Yönlü (Two Way) T test analizi ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Kontrol ve kurak koşullarda yetiştirilen genotiplerde, Genotip x Özellik İlişkileri Temel Bileşen (PCA) Analizleri ile gerçekleştirilmiştir.

Genotiplerde kontrol koşullarına göre, stres koşullarındaki değişim % olarak hesaplanmıştır. Toplam 12 adet morfolojik, fizyolojik ve kalite parametresi dikkate alınmıştır. Her bir parametre, bitki performansı üzerindeki göreceli önemine göre puanlandırılmış ve toplamda 100 puan üzerinden

hesaplama yapılmıştır (Akhoundnejad ve Daşgan, 2018). En yüksek puan olan 20, verim kriterine verilmiş olup bunu sırasıyla meyve ağırlığı (12 puan), su kullanma etkinliği ve meyve sayısı (10'ar puan), meyve çapı ve boyu (8'er puan), yeşil aksam ağırlığı (7 puan) izlemiştir. Ayrıca meyve suyunda suda çözünebilir kuru madde içeriği (SÇKM), stoma iletkenliği, yapraktaki toplam fenolik madde, lipid peroksidasyonu ve toplam antioksidan madde içeriği gibi fizyolojik ve biyokimyasal parametrelere de eşit puan (5'er puan) verilerek değerlendirme kapsamına alınmıştır. Bu yöntemle elde edilen puanlar, farklı uygulamaların genel bitki performansı üzerindeki etkilerini karşılaştırmak amacıyla kullanılmıştır (Akhoundnejad ve Daşgan, 2018). (Çizelge 3.3). Yüzde (%) değişimlerin ortalamaları, parametrelerin tartılı derecelendirme sisteminde aldığı puan ile çarpılmıştır. Her parametre çarpanı ile çarpıldıktan sonra tüm özellikler toplanmıştır. Elde edilen toplam puana göre en çok puan alandan en az puan alana doğru sıralanmıştır (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.13. Tartılı derecelendirmede değerlendirilen 12 adet özellik ve önem düzeyine göre verilen puanlar

Özellik No	Tartılı Derecelendirme Parametreleri	Puan
1	Verim	20
2	Meyve Ağırlığı	12
3	Su Kullanma Etkinliği	10
4	Meyve Sayısı	10
5	Meyve Çapı	8
6	Meyve Boyu	8
7	Bitki Yeşil Aksam Ağırlığı	7
8	Meyve Suyunda SÇKM	5
9	Stoma İletkenliği	5
10	Yaprakta Toplam Fenolik Madde İçeriği	5
11	Yaprakta Lipid Peroksidasyonu	5
12	Yaprakta Toplam Antioksidant Madde İçeriği	5
	Toplam	100

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Kontrol ve Kurak Koşullarda Yetiştirilen Genotiplerde Tartılı Derecelendirme Analizi Sonuçları

Tartılı derecelendirme yöntemiyle yapılan bu analizde, her bir morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve agronomik özelliğe belirli ağırlıklar verilmiş; böylece stres koşullarındaki görelî üstünlük, genotiplerin çok yönlü performansları dikkate alınarak objektif biçimde puanlanmıştır. Tartılı derecelendirme analizi sonucundaki toplam puanlar dikkate alınarak genotipler kuraklığa ‘‘ tolerant, orta derecede tolerant ve duyarlı’’ olarak sınıflandırılmıştır (Çizelge 4.1).

İki yıllık fenotipik verilere dayanılarak yapılan Tartılı Derecelendirme Analizi (Weighted Scoring Analysis) sonucunda, 63 genotip 26967 ile 143 puan aralığında yer alarak kuraklığa toleranslı, 61 genotip -36 ile -1963 puan aralığında yer alarak orta derecede toleranslı, 62 genotip ise -2019 ile -4819 puan aralığında yer alarak kuraklığa duyarlı olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.1. Kontrole göre kurak koşullardaki genotiplerde değişim oranlarının tartılı derecelendirme yapıldıktan sonra genotiplerin puanlarına göre kuraklığa tolerant olma durumlarının sınıflandırılması

Tolerant Genotipler		Orta Tolerant Genotipler		Duyarlı Genotipler	
Gen. no	Tar.Der. Puanı	Gen. no	Tar.Der. Puanı	Gen. no	Tar.Der. Puanı
Tom-8	26967	Tom-169	-36	Tom-112	-2019
Tom-27	20713	NC6438 F1	-136	Tom-5	-2081
D-155	15257	Tom-149	-256	Tom-19	-2102
D-7	9892	Tom-18	-260	D-312	-2108
Tom-10	8920	A-23	-307	D-276	-2123
Tom-120	7976	Tom-208	-457	Tom-3	-2160
Tom-121	7894	A-24	-473	Tom-250	-2198
D-2	7755	Tom-25	-477	D-61	-2218
D-309	7053	Tom-116	-498	Tom-28	-2219
D-6	6849	Tom-2	-525	D-96	-2220
D-271	6514	Tom-41	-535	D-308	-2221
Tom-21	5992	Kamenta F1	-571	Tom-35	-2223
Tom-22	5877	A-82	-653	A6	-2260
Tom-239	5593	Tom-222	-664	Tom-150	-2298
D-269	5353	D-163	-701	Tom-38	-2340
Tom-26	5004	Tom-221	-708	H5656 F1	-2350
Tom-44	4911	D-160	-716	Tom-141	-2365
Tom-178	4087	Tom-216	-776	Tom-227	-2408
Tom-165	3982	Tom-111	-823	Tom-4	-2410
Tom-7	3904	Tom-118	-835	Tom-147	-2440

D-268	3861	Tom-174	-884	Tom-20	-2448
Tom-13	3717	Tom-172	-912	D-197	-2460
Tom-1	3451	D-76	-945	Tom-36	-2525
Tom-12	3377	Tom-107	-1070	D-162	-2530
Tom-15	3340	A-16	-1079	Tom-40	-2553
Tom-199	3169	Tom-244	-1097	Tom-39	-2568
Tom-240	3144	A-11	-1112	Tom-243	-2572
Tom-119	3117	Tom-42	-1136	Tom-213	-2589
Tom-114	2583	Tom-209	-1207	D-50	-2618
D-14	2515	Tom-203	-1231	Firmont F1	-2621
Tom-106	2371	Tom-48	-1308	Tom-170	-2622
Tom-115	2319	Tom-109	-1312	D-3	-2671
Tom-167	2268	Tom-46	-1316	Tom-218	-2724
Tom-162	2222	Tom-140	-1337	Gülçin F1	-2797
Tom-245	2212	Tom-207	-1359	Tom-164	-2879
Tom-242	2124	Tom-122	-1385	Tom-168	-2899
Tom-45	2078	Tom-237	-1414	Tom-223	-2911
D-1	2018	D-304	-1436	Tom-148	-2911
Tom-117	1897	Tom-11	-1453	D-300	-2939
Tom-31	1822	Tom-241	-1456	D-291	-2946
Tom-238	1751	Tom-204	-1468	Tom-151	-3005
Tom-47	1542	D-302	-1472	Tom-200-1	-3014
D-13	1385	Tom-230	-1490	D-306	-3019
D-184	1314	Tom-224	-1498	D-290	-3113
Tom-220	1298	Tom-145	-1514	Tom-226	-3214
Tom-143	1191	D-4	-1520	Tom-139	-3249
Tom-166	1149	D-139	-1550	Tom-201-A	-3267
Tom-249	1026	Tom-163	-1565	D-158	-3410
Tom-152	980	Tom-144	-1594	Tom-247	-3435
D-15	924	Tom-236	-1664	Tom-37	-3477
Tom-123	891	Tom-32	-1696	Tom-246	-3512
Tom-43	847	Tom-214	-1721	Tom-177	-3562
Tom-14	821	Tom-202	-1740	A-8	-3655
D-301	811	Tom-110	-1798	Tom-33	-3683
Tom-108	791	Eden F1	-1824	Tom-229	-3817
Tom-30	744	Tom-225	-1845	Tom-23	-3859
Tom-29	718	D-307	-1906	D-85	-3957
Tom-34	685	D-5	-1913	Tom-146	-4043
Tom-24	588	Tom-171	-1929	Tom-175	-4044
Tom-219	570	Tom-161	-1931	Tom-211	-4078
Tom-205	563	Tom-157	-1963	Tom-176	-4341
Tom-113	264	-	-	Tom-256	-4819
Tom-210	143	-	-	-	-

4.2. Tartılı Derecelendirme Analizi Sonucunda Belirlenen 10 Genotipin Bazı Karakterler Açısından Karşılaştırılması ve Kontrole Göre Yüzde (%) Değişim Oranları

Kuraklık koşulları genotiplerin bitki boyunu genellikle olumsuz etkilemiştir. En yüksek azalma %36 ile Tom-121, %26 ile Tom-120 ve %21 ile Tom-27 genotiplerinde görülmüştür. Tom-8 genotipinde de %20’lik belirgin bir azalma kaydedilmiştir (Çizelge 4.2). Buna karşılık, D-7 genotipi %5’lik artış ile kurak koşullarda olumlu tepki vermiş; D-309 genotipinde %1 artış, D-6 genotipinde ise sadece %2 azalma gözlenmiştir. Bu sonuçlar, bazı genotiplerin kuraklığa daha toleranslı olduğunu ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.2 Kontrol ve kurak koşullarda bitki boyu değerleri ve kontrole göre % değişim oranları

Genotip No	Kontrol	Kurak	% Değişim
Tom-8	125	100	-20
Tom-27	149	118	-21
D-155	173	155	-10
D-7	102	107	5
Tom-10	114	98	-14
Tom-120	227	169	-26
Tom-121	240	154	-36
D-2	151	132	-13
D-309	109	110	1
D-6	106	104	-2

Çalışmamızdaki sonuçlara paralel olarak, Yadav ve ark (2023), kuraklık koşullarında domates gen kaynaklarının agronomik, fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerini inceledikleri çalışmada Arka Rakshak genotipinin bitki boyunda %11 oranında, Pant T-3 genotipinde ise %18 azalma olduğunu bildirmişlerdir.

Kuraklık koşullarında verim açısından Tom-8 ve Tom-27 genotipleri dikkat çekici düzeyde yüksek performans sergilemiştir (Çizelge 4.3). Tom-8 genotipi, kontrol koşullarında 675 g/bitki verime sahipken kurak koşullarda bu değer 3798 g/bitki’ye yükselmiş ve %463’lük artışla en yüksek yüzdesel artışı göstermiştir. Benzer şekilde, Tom-27 genotipi de %333 oranında artışla yüksek kuraklık toleransı sergileyen diğer bir aday olmuştur. D-155 genotipinde %255 oranında artış kaydedilirken, D-7, Tom-10, D-2 ve Tom-121 gibi genotipler de sırasıyla %172, %184, %135 ve %125 artışlarla dikkat çekmiştir.

Çizelge 4.3. Kontrol ve kurak koşullarda verim (g/bitki) değerleri ve kontrole göre % değişim oranları

Genotip No	Kontrol	Kurak	% Değişim
Tom-8	675	3798	463
Tom-27	818	3538	333
D-155	118	418	255
D-7	538	1463	172
Tom-10	840	2383	184
Tom-120	313	520	66
Tom-121	479	1080	125
D-2	458	1075	135
D-309	238	470	98
D-6	340	658	93

Sivakumar ve ark. (2017) tarafından yürütülen çalışmada ise, kuraklık uygulaması sonucunda genotiplerin verim düzeyinde ortalama %52 oranında kayıp tespit edilmiş olup, bu azalmanın genotiplere göre farklılık gösterdiği bildirilmiştir. Kuraklık koşullarında meyve verimi ve ilişkili verim bileşenlerinde gözlenen azalma, büyük olasılıkla bitki bünyesindeki su içeriğinin düşmesiyle birlikte yapraklardaki gaz değişim süreçlerinin bozulmasından kaynaklanmaktadır. Bu durum, fotosentez kapasitesinin ve kaynak organların etkinliğinin azalmasına neden olmakta; dolayısıyla üretilen fotoasimilatların meyvelere taşınması ve birikimi sınırlanmaktadır.

Kurak koşullarda meyve ağırlığında genel olarak azalma görülmektedir. Ancak bazı genotiplerde dikkate değer artışlar gözlemlenmiştir. Özellikle D-155 genotipinde meyve ağırlığı kurak koşullarda %261 oranında artarak 11,3 gramdan 40,8 grama yükselmiş, bu durum genotipin kuraklık koşullarında meyve gelişimini sürdürme kapasitesinin yüksek olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.4). Benzer şekilde D-7 genotipinde %51 ve Tom-120 genotipinde %29 oranında artış tespit edilmiştir. D-6 genotipi ise %13'lük artışla olumlu etkilenmiştir. Buna karşılık, Tom-27, Tom-121 ve D-309 genotiplerinde sırasıyla %31, %30 ve %41 oranında kayıplar yaşanmış; bu durum söz konusu genotiplerin meyve gelişimi açısından kuraklıktan olumsuz etkilendiğini göstermektedir.

Çizelge 4.4. Kontrol ve kurak koşullarda meyve ağırlığı (g) değerleri ve kontrole göre % değişim oranları

Genotip No	Kontrol	Kurak	% Değişim
Tom-8	80,60	62,40	-23
Tom-27	110,80	76,30	-31
D-155	11,30	40,80	261
D-7	14,80	22,40	51
Tom-10	50,40	37,80	-25
Tom-120	20,70	26,70	29
Tom-121	18,83	13,10	-30
D-2	36,60	26,80	-27
D-309	78,83	46,50	-41
D-6	28,90	32,70	13

Kurak koşullarda farklı domates genotiplerine ait meyve sayısı değerleri genel olarak artış gözlenmiş, bazı genotiplerde ise bu artış oldukça dikkat çekici düzeylerde gerçekleşmiştir. Özellikle Tom-8 genotipi, kontrol koşullarında 9 adet meyve verirken kurak koşullarda 79 meyveye ulaşarak %817 oranında artış göstermiştir (Çizelge 4.5.). Benzer şekilde Tom-27 (%540), D-309 (%234), D-2 (%207), Tom-120 (%186) ve Tom-121 (%173) genotipleri de yüksek artış oranlarıyla dikkat çekmiştir. Daha düşük ama yine anlamlı artış gösteren genotipler arasında Tom-10 (%85), D-6 (%78) ve D-7 (%61) yer almaktadır. Öte yandan, D-155 genotipi yalnızca %3'lük bir artış sergileyerek kurak koşullarda meyve sayısı açısından daha stabil bir performans göstermiştir.

Çizelge 4.5. Kontrol ve kurak koşullarda meyve sayısı (adet/bitki) değerleri ve kontrole göre % değişim oranları

Genotip No	Kontrol	Kurak	% Değişim
Tom-8	9	79	817
Tom-27	8	51	540
D-155	10	11	3
D-7	36	58	61
Tom-10	34	64	85
Tom-120	16	45	186
Tom-121	30	82	173
D-2	13	39	207
D-309	3	10	234
D-6	12	21	78

Yadav ve ark (2023) tarafından yapılan çalışmada da ulaşılmış; söz konusu araştırmada, kuraklık uygulamaları sonucunda Arka Rakshak çeşidinde meyve sayısının %16 oranında azaldığı, buna karşın Pusa Rohini, Pant T-3, Feb-4 ve Nav-Uday gibi daha duyarlı çeşitlerde meyve sayısındaki azalmanın %29'a kadar çıktığı bildirilmiştir. Bu farklılıklar, genotiplerin stres koşullarında generatif organ oluşumu ve tutumu bakımından sahip oldukları genetik tolerans düzeylerinin değişkenliğini ortaya koymaktadır.

Kurak koşullarda meyve çapında bazı genotiplerde artış gözlenirken, çoğunlukla azalma meydana gelmiştir. En yüksek artış D-155 genotipinde gözlenmiş olup, bu genotip %68'lik bir artış oranı ile ön plana çıkmaktadır. D-7 (%11), Tom-27 (%13) ve Tom-10 (%4) genotiplerinde de meyve çapında kurak koşullarda artış kaydedilmiştir (Çizelge 4.6). Öte yandan, Tom-120 (-%21), D-2 ve D-309 (-%16), Tom-121 (-%7), D-6 (-%9) ve Tom-8 (-%4) genotiplerinde meyve çapı değerleri kuraklık koşullarında azalma göstermiştir. Özellikle Tom-120 genotipinde kaydedilen %21'lik azalma, bu genotipin meyve gelişimi açısından kuraklıktan daha fazla etkilendiğini işaret etmektedir.

Çizelge 4.6. Kontrol ve kurak koşullarda meyve çapı (mm) değerleri ve kontrole göre % değişim oranları

Genotip No	Kontrol	Kurak	% Değişim
Tom-8	52,17	50,28	-4
Tom-27	59,97	52,39	13
D-155	27,68	46,43	68
D-7	31,29	34,72	11
Tom-10	40,57	42,06	4
Tom-120	31,95	25,34	-21
Tom-121	33,42	31,12	-7
D-2	42,05	35,52	-16
D-309	54,83	46,19	-16
D-6	46,04	42,09	-9

Medyouni ve ark. (2021) tarafından yürütülen çalışmada, domates bitkilerine üç ay boyunca uygulanan su kısıtı sonucunda, meyve çapının %22 oranında azaldığı rapor edilmiştir. Bu azalma, kuraklık stresinin özellikle meyvenin hücre bölünmesi ve genişlemesi döneminde uygulandığında daha belirgin hale geldiğini göstermektedir.

Kurak koşullarda meyve boyunda birçok genotipte azalma gözlenmektedir. Tom-120 genotipi, %23'lük bir azalma ile kurak koşullarda meyve boyu bakımından en fazla gerileme

gösteren genotip olmuştur (Çizelge 4.7.). Bunu %11 azalma ile Tom-27 ve D-309, %10 azalma ile Tom-10 takip etmektedir. Buna karşılık D-155 genotipi, meyve boyunda %65 oranında bir artış ile dikkat çekici bir performans sergilemiştir. Ayrıca D-6 genotipinde de %20'lik bir artış, Tom-121'de %1'lik sınırlı bir artış gözlemlenmiştir. D-7 ve D-2 genotiplerinde ise sırasıyla %0 ve %1'e yakın değişim oranları ile meyve boyunun kuraklıktan etkilenmediği ya da oldukça sınırlı etkilendiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.7. Kontrol ve kurak koşullarda meyve boyu (mm) değerleri ve kontrole göre % değişim oranları

Genotip No	Kontrol	Kurak	% Değişim
Tom-8	47,66	45,46	-5
Tom-27	48,23	42,97	-11
D-155	22,96	37,86	65
D-7	26,13	26,18	0
Tom-10	40,29	36,40	-10
Tom-120	25,47	19,70	-23
Tom-121	22,57	22,86	1
D-2	32,84	32,65	-1
D-309	44,35	39,59	-11
D-6	24,23	29,04	20

Kurak koşullarda D-7 genotipi, yeşil aksam ağırlığını %149 oranında artırarak kuraklık koşullarında en yüksek pozitif tepkiyi veren genotip olmuştur (Çizelge 4.8). Bunu sırasıyla %85 ve %84 artışla Tom-8 ve Tom-121 genotipleri takip etmektedir. Tom-10 genotipinde ise kuraklık koşullarında %34 oranında bir azalma gözlemlenmiş ve bu değer en yüksek azalmayı göstermektedir. Bu durum, Tom-10'un kuraklık stresi altında biyokütle üretimini sürdüremediğini ve dolayısıyla stres koşullarına daha duyarlı olduğunu göstermektedir. Diğer genotipler arasında ise Tom-27 (%57), Tom-120 (%25), D-155 (%16), D-6 (%11), D-309 (%7) ve D-2 (%5) gibi genotiplerde kuraklık koşullarında yeşil aksam ağırlığında değişen oranlarda artışlar saptanmıştır.

Çizelge 4.8. Kontrol ve kurak koşullarda bitki yeşil aksam ağırlığı (g/bitki) değerleri ve kontrole göre % değişim oranları

Genotip No	Kontrol	Kurak	% Değişim
Tom-8	1538	2848	85
Tom-27	1608	2518	57
D-155	2638	3053	16
D-7	1355	3375	149
Tom-10	2648	1758	-34
Tom-120	1883	2355	25
Tom-121	1940	3575	84
D-2	2085	2180	5
D-309	2078	2215	7
D-6	1785	1973	11

Yıldız ve Akı (2025) tarafından yürütülen çalışmada da Falcon çeşidinde kuraklık uygulamaları sonrasında yeşil aksam ağırlığında %51 oranında azalma bildirilmiştir. Bu azalma hem fotosentetik karbon asimilasyonunun hem de hücre içi su dengesinin bozulduğunu ortaya koymaktadır. Buna karşın aynı çalışmada, Rio Grande çeşidinde bitki ağırlığı kaybı yalnızca %12 düzeyinde kalmış, bu da söz konusu genotipin su stresine karşı daha dirençli bir büyüme stratejisi geliştirdiğini göstermiştir. Çalışmamızda da bazı genotiplerin kurak koşullarda görece daha yüksek yeşil aksam ağırlığı düzeyini koruyabilmesi, bu bireylerin kuraklığa karşı morfolojik dayanıklılık geliştirme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Kuraklık stresinin meyve kalitesi üzerine etkisini değerlendirmek amacıyla analiz edilen bu parametre, kurak koşulların bazı genotiplerde kalite artışına neden olduğunu göstermektedir. Kurak koşullarda en yüksek artış D-6 (%61), D-309 (%57), D-155 (%53) ve Tom-121 (%51) genotiplerinde gözlenmiştir (Çizelge 4.9). Tom-120 (%47), D-7 (%45), Tom-10 (%34) ve Tom-27 (%31) genotipleri de kuraklık altında SÇKM oranlarında anlamlı artış göstermiştir. D-2 genotipi ise kontrol koşullarında zaten yüksek bir başlangıç SÇKM oranına sahipken, kuraklıkla birlikte bu değer %25 oranında artış göstermiştir. Buna karşılık Tom-8 genotipinde SÇKM oranı %15 oranında azalarak, kuraklık koşullarından olumsuz etkilenmiştir.

Çizelge 4.9. Kontrol ve kurak koşullarda meyvede SÇKM (%) değerleri ve kontrole göre % değişim oranları

Genotip No	Kontrol	Kurak	% Değişim
Tom-8	5,20	4,40	-15
Tom-27	3,75	4,90	31
D-155	4,96	7,60	53
D-7	4,84	7,00	45
Tom-10	4,10	4,50	34
Tom-120	4,75	7,00	47
Tom-121	4,75	7,15	51
D-2	6,10	7,60	25
D-309	4,61	7,25	57
D-6	4,49	7,20	61

Akhoundnejad, (2016)'ın çalışmasında SÇKM değerleri kontrol koşullarında ortalama %4,96 olarak belirlenmiş, yüksek sıcaklık stresinin etkisiyle bu değer %5,90'a yükselmiştir.

Fenolik bileşikler, bitkilerin çevresel streslere karşı verdikleri savunma yanıtlarında önemli rol oynayan sekonder metabolitlerdir. Kuraklık koşulları altında fenolik madde düzeylerindeki artış, genellikle bitkinin oksidatif strese karşı savunma kapasitesinin arttığını göstermektedir. Kurak koşullarda fenolik madde içeriğinde en yüksek artış Tom-120 (%358), Tom-10 (%116) ve Tom-121 (%112) genotiplerinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.10). Özellikle Tom-120 genotipinde fenolik madde düzeyi 146,75 mg'dan 672,43 mg'a çıkarak önemli bir artış göstermiştir. Benzer şekilde Tom-10 ve Tom-121 genotipleri de kuraklık altında fenolik bileşik birikimini anlamlı düzeyde artırmıştır. D-7 (%75) ve D-2 (%55) genotipleri de fenolik içeriğini belirgin D-155, D-6 ve Tom-27 gibi genotiplerde ise daha sınırlı düzeyde artışlar (%5–9 aralığında) gözlenmiştir. Bununla birlikte Tom-8 ve D-309 genotiplerinde fenolik madde düzeylerinde sırasıyla %8 oranında azalma tespit edilmiştir.

Çizelge 4.10. Kontrol ve kurak koşullarda meyve suyunda toplam fenolik madde içeriği (mg/ 100g taze ağırlık) değerleri ve kontrole göre % değişim oranları

Genotip No	Kontrol	Kurak	% Değişim
Tom-8	292,86	268,14	-8
Tom-27	254,50	266,49	5
D-155	304,59	332,41	9
D-7	218,15	382,40	75
Tom-10	158,58	342,30	116
Tom-120	146,75	672,43	358
Tom-121	280,23	592,78	112
D-2	339,55	527,96	55
D-309	243,64	225,30	-8
D-6	333,67	357,13	7

Niyazova ve Huseynova (2024), tarafından yapılan çalışmada domates genotiplerinde uygulanan kuraklık stresi sonrasında fenolik bileşiklerde azalma eğilimi bildirilmiş, ancak bu değişim genotipe bağlı olarak farklılık göstermiştir. Bazı genotiplerde fenolik içerik belirgin şekilde düşerken, bazı çeşitlerde ise kısmi bir artış veya stabilite gözlemlenmiştir.

Kurak koşullarda kontrole göre en yüksek antioksidan madde artışı D-6 genotipinde gözlenmiş olup, bu genotipte antioksidan düzeyi kontrol koşullarında 841 ppm iken, kuraklık koşullarında 2352 ppm'e yükselmiş ve %180 oranında artış göstermiştir. Bunu sırasıyla D-309 (%82), Tom-10 (%77) ve Tom-120 (%72) genotipleri takip etmektedir (Çizelge 4.11). Bu genotiplerin tamamı, kuraklık koşullarında oksidatif stresi baskılayacak güçlü antioksidatif savunma mekanizmaları geliştirmiştir. Orta düzeyde artış gösteren genotipler arasında Tom-27 (%46), Tom-8 (%38) ve D-155 (%13) yer almaktadır. D-7 (%5) ve D-2 (%2) genotiplerinde ise kuraklık etkisiyle antioksidan madde düzeylerinde çok sınırlı bir artış gözlenmiştir. Öte yandan, Tom-121 genotipinde kuraklık koşullarında antioksidan madde içeriği %27 oranında azalmıştır. Bu azalma, söz konusu genotipin kuraklık stresine karşı oksidatif savunma yanıtının zayıf olabileceğini göstermektedir.

Çizelge 4.11. Kontrol ve kurak koşullarda yaprakta toplam antioksidan madde içeriği (ppm) değerleri ve kontrole göre % değişim oranları

Genotip No	Kontrol	Kurak	% Değişim
Tom-8	846	1171	38
Tom-27	740	1077	46
D-155	1056	1194	13
D-7	1010	1062	5
Tom-10	776	1371	77
Tom-120	1046	1800	72
Tom-121	1400	1026	-27
D-2	1863	1896	2
D-309	726	1322	82
D-6	841	2352	180

Sonuç olarak, kuraklık koşullarında antioksidan madde düzeylerindeki artış genotiplere göre değişiklik göstermiş olup, D-6, D-309 ve Tom-10 genotipleri bu özelliğe göre öne çıkmıştır.

Kurak koşullarda tüm genotiplerde lipid peroksidasyon düzeylerinin arttığı gözlemlenmiştir. En dikkat çekici artış, Tom-27 genotipinde gerçekleşmiş olup, bu genotipte kuraklık koşullarında lipid peroksidasyon düzeyi 1,66 μ mol'den 8,60 μ mol'e yükselerek %417 oranında artmıştır (Çizelge 4.12). Bu durum, Tom-27 genotipinin kuraklık altında yoğun oksidatif strese maruz kaldığını ve zar yapılarında ciddi bozulmaların meydana geldiğini göstermektedir. Benzer şekilde, Tom-120 (%106), D-6 (%82), D-309 (%57), D-155 (%52) ve Tom-8 (%75) genotiplerinde de lipid peroksidasyon düzeylerinde yüksek oranlı artışlar kaydedilmiştir. Bu genotiplerin membran hasarına karşı daha duyarlı olduğu değerlendirilebilir. Buna karşın, Tom-121 genotipinde yalnızca %7'lik bir artış gözlemlenmiş olup, bu genotipin hücrel membran stabilitesini daha iyi koruduğu ve oksidatif stresin etkilerini sınırlı düzeyde yaşadığı söylenebilir.

Çizelge 4.12. Kontrol ve kurak koşullarda yaprakta lipid peroksidasyonu ($\mu\text{mol/taze ağırlık}$) değerleri ve kontrole göre % değişim oranları

Genotip No	Kontrol	Kurak	% Değişim
Tom-8	3,92	6,85	75
Tom-27	1,66	8,60	417
D-155	7,81	10,68	52
D-7	7,39	9,06	23
Tom-10	6,85	7,97	16
Tom-120	6,34	13,06	106
Tom-121	8,10	8,70	7
D-2	7,16	7,91	10
D-309	6,78	11,90	57
D-6	5,29	9,63	82

Elde edilen verilere göre, kuraklık koşullarında tüm genotiplerde su kullanma etkinliği değerlerinde belirgin artışlar gözlenmiştir. En yüksek artış Tom-8 genotipinde gerçekleşmiş olup, bu genotipte su kullanma etkinliği değeri 4,43 g/L'den 44,57 g/L'ye yükselmiş ve %905 oranında bir artış kaydedilmiştir (Çizelge 4.13). Benzer şekilde, Tom-27 (%640), D-155 (%542), Tom-10 (%404), D-7 (%372) ve D-2 (%322) genotiplerinde de su kullanım etkinliğinde oldukça yüksek oranlı artışlar belirlenmiştir. En düşük artış oranı ise Tom-120 genotipinde gözlenmiş (%185), ancak bu oran dahi kuraklık koşullarında su kullanım etkinliğinin genotipler genelinde arttığını göstermektedir.

Çizelge 4.13. Kontrol ve kurak koşullarda su kullanma etkinliği (g/L) değerleri ve kontrole göre % değişim oranları

Genotip No	Kontrol	Kurak	% Değişim
Tom-8	4,43	44,57	905
Tom-27	5,62	41,58	640
D-155	0,77	4,92	542
D-7	3,66	17,31	372
Tom-10	5,49	27,64	404
Tom-120	2,15	6,14	185
Tom-121	3,14	12,63	302
D-2	3,00	12,66	322
D-309	1,66	5,53	232
D-6	2,19	7,73	253

Elde edilen bulgulara göre, genotiplerin büyük çoğunluğunda kuraklık stresine bağlı olarak stoma iletkenliğinde belirgin düşüşler gözlenmiştir. Özellikle D-7 (%-74), D-6 (%-60), Tom-10 (%-56), D-2 (%-55), Tom-121 (%-51) ve D-309 (%-49) genotiplerinde ciddi oranlarda azalma meydana gelmiştir (Çizelge 4.14). Bu durum, kuraklık koşullarında bu genotiplerin stomalarını tamamen ya da belirli düzeylerde kapatarak su kaybını azaltmaya yönelik adaptif bir tepki geliştirdiklerini göstermektedir. Buna karşılık olarak, stoma iletkenliğinde artış gösteren tek genotip D-155 olmuş ve bu genotipte %28 oranında bir artış kaydedilmiştir. D-155 genotipinin kuraklık koşullarında dahi stomalarını daha açık tutarak gaz alışverişini sürdürme eğiliminde olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum, D-155'in kuraklık tolerans mekanizmalarının farklı fizyolojik stratejilere dayalı olabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca, Tom-27 genotipi %15 gibi daha düşük oranlı bir azalma sergilemiş olup, bu genotipin stoma regülasyonunda daha stabil bir performans gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.14. Kontrol ve kurak koşullarda stoma iletkenliği (g/L) değerleri ve kontrole göre % değişim oranları

Genotip No	Kontrol	Kurak	% Değişim
Tom-8	415,00	240,00	-42
Tom-27	440,00	374,75	-15
D-155	233,12	118,00	28
D-7	257,17	67,75	-74
Tom-10	411,00	182,50	-56
Tom-120	251,50	170,75	-32
Tom-121	378,50	185,75	-51
D-2	285,47	128,25	-55
D-309	282,68	360,63	-49
D-6	235,88	94,00	-60

D-7, Tom-10 ve Tom-121 gibi genotiplerde stoma iletkenliğindeki yüksek orandaki düşüş, suyu koruma yönünde güçlü bir adaptasyon potansiyeline işaret ederken, D-155 gibi genotiplerdeki artış farklı stres başa çıkma yollarının varlığını ortaya koymaktadır.

4.3. Kontrol ve Kurak Koşullarda Yetiştirilen Genotiplerde Karakterlere Ait Minimum, Maximum, Ortalama ve Standart Sapma Değerleri ve Karşılaştırması

Kontrol koşullarında **bitki boyu**, 78 cm ile 256 cm arasında değişkenlik göstermiş olup ortalama 144 cm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.15). Standart sapma değeri 36,93 cm olarak hesaplanmıştır, bu da genotipler arasında belirgin bir varyasyon olduğunu göstermektedir. Kurak koşullarda ise minimum bitki boyu 66 cm, maksimum bitki boyu 202 cm olarak ölçülmüş olup ortalama 120 cm olarak belirlenmiştir. Standart sapma değeri 28,94 cm'dir ve bu durum, kurak koşulların genetik varyasyon üzerindeki etkisini gösterirken, aynı zamanda kontrol koşullarına kıyasla genel olarak daha düşük bir büyüme performansı ortaya koymaktadır.

Kontrol koşullarında **yeşil aksam ağırlığı** 700 g ile 7540 g arasında değişmekte olup ortalama 2289 g olarak hesaplanmıştır. Standart sapma değeri 968,28 g olup, bireyler arasında geniş bir varyasyon olduğunu göstermektedir. Kurak koşullarda ise minimum bitki ağırlığı 183 g, maksimum bitki ağırlığı 6610 g olup ortalama 2092 g olarak belirlenmiştir. Standart sapma değeri 854,74 g'dir. Bu sonuçlar, kuraklığın bitki yeşil aksam ağırlığı üzerinde belirgin bir baskı oluşturduğunu, ancak genetik varyabilitenin yine de yüksek olduğunu göstermektedir.

Kontrol grubunda **yaprak uzunluğu** 14,73 cm ile 41,75 cm arasında değişkenlik göstermiş ve ortalama 27,10 cm olarak hesaplanmıştır. Standart sapma değeri 4,25 cm olup genetik çeşitliliğin orta düzeyde olduğunu göstermektedir. Kurak koşullarda ise yaprak uzunluğu 16,98 cm ile 39,50 cm arasında değişmiş ve ortalama 28,13 cm olarak belirlenmiştir. Standart sapma değeri 4,68 cm olup kurak koşullarda da genetik çeşitliliğin belirgin olduğunu göstermektedir. Kuraklık koşullarında yaprak uzunluğunun hafif bir artış göstermesi, muhtemel adaptasyon mekanizmaları ile ilişkili olabilir.

Kontrol koşullarında **yaprak genişliği** 8,53 cm ile 36,30 cm arasında değişmekte olup ortalama 19,65 cm olarak hesaplanmıştır. Standart sapma değeri 4,60 cm'dir. Kurak koşullarda ise yaprak genişliği 9,25 cm ile 41,05 cm arasında değişkenlik göstermiş ve ortalama 22,17 cm olarak belirlenmiştir. Standart sapma değeri 5,27 cm olup genetik varyasyonun kurak koşullarda da belirgin olduğunu göstermektedir. Medyouni ve ark. (2021) çalışmasında su kısıtı uygulanan domates bitkilerinde, kontrol koşullarına kıyasla, yaprak uzunluğunda %21, yaprak genişliğinde %20 oranında azalma tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak yaprak alanı %28, yaprak yoğunluğu %37, yaprak kuru ağırlığı ise %36 oranında düşüş göstermiştir. Bu bulgular, kuraklık stresinin vejetatif büyümeyi baskıladığı, yaprak hücre bölünmesi ve genişlemesini sınırlayarak fotosentetik yüzey alanının azalmasına neden olduğunu açık biçimde ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.15. Morfolojik karakterlere ait minimum, maximum, ortalama ve standart sapma değerleri

	Kontrol				Varyasyon Katsayısı (%)	Kurak				Varyasyon Katsayısı (%)
	Min	Max	Ort	Std		Min	Max	Ort	Std	
Bitki Boyu (cm)	78	256	144	36,93	8,48	66	202	120	28,94	8,35
Bitki Ağırlığı (g/bitki)	700	7540	2289	968,28	20,59	183	6610	2092	854,74	17,99
Yaprak Uzunluğu (cm)	14,73	41,75	27,10	4,25	11,99	16,98	39,50	28,13	4,68	9,77
Yaprak Genişliği (cm)	8,53	36,30	19,65	4,60	21,39	9,25	41,05	22,17	5,27	17,49

Genel olarak, elde edilen bulgular kuraklık koşullarının bitki morfolojisi üzerinde farklı düzeylerde etkili olduğunu göstermektedir. Bitki boyu ve bitki ağırlığı gibi büyüme ile doğrudan ilişkili parametrelerde kurak koşullarda azalma gözlemlenirken, yaprak uzunluğu ve genişliği gibi özelliklerde kuraklığa bağlı olarak nispeten daha az değişim gözlenmiştir. Bu durum, bazı genotiplerin yaprak morfolojisi açısından kuraklığa daha dayanıklı olabileceğini düşündürmektedir.

Kontrol koşullarında **meyve verimi** ortalama 1637 g/bitki olarak belirlenirken, kurak koşullarda bu değer 951 g/bitki olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.16). Kontrol grubunda minimum 118 g/bitki, maksimum 6670 g/bitki iken, kurak koşullarda bu değerler sırasıyla 108 g/bitki ve 4503 g/bitki arasında değişim göstermektedir. Standart sapma değerleri incelendiğinde, her iki koşulda da yüksek varyasyon gözlemlenmiştir (kontrol: 960,3; kurak: 780,8), bu durum genotipler arasındaki farklılıkların belirgin olduğunu göstermektedir.

Meyve sayısı açısından kontrol koşullarında ortalama 31 adet/bitki iken, kurak koşullarda bu değer 31,39 adet/bitki olarak ölçülmüştür. Minimum ve maksimum değerler incelendiğinde kontrol grubunda 3 ile 173 adet/bitki arasında değişim gözlenirken, kurak koşullarda bu değerlerin 3,71 ile 271,94 arasında olduğu görülmektedir. Standart sapma değerleri (kontrol: 24,94; kurak: 19,27) meyve sayısının genotipler arasında değişkenlik gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Kontrol koşullarında ortalama **meyve verimi** 4548 kg/m² olarak hesaplanmış olup, minimum 326 kg/m² ve maksimum 18528 kg/m² arasında değişkenlik göstermektedir. Kurak koşullarda ise ortalama meyve verimi 2643 kg/m² olarak belirlenmiştir ve bu değer 299 kg/m² ile 12507 kg/m² arasında değişmektedir. Standart sapma değerleri oldukça yüksektir (kontrol: 2667,51; kurak: 2168,88), bu da farklı genotiplerin kuraklığa karşı gösterdiği değişken yanıtları yansıtmaktadır. Dere ve ark. (2022) tarafından yapılan çalışmada kuraklık stresinin domates verimi üzerindeki olumsuz etkisi net olarak gözlemlenmiştir. Verim kaybı genotiplere bağlı olarak %18 ile %32 arasında değişmiştir. Bu sonuçlar, bazı genotiplerin kurak koşullarda dahi üretim kapasitesini koruyabildiğini

göstermekte ve bu genotiplerin kuraklığa tolerans bakımından değerlendirilmesinin önemine işaret etmektedir.

Ortalama **meyve ağırlığı** kontrol koşullarında 73,74 g olarak belirlenirken, kurak koşullarda 40,80 g olarak ölçülmüştür. Kontrol grubu için minimum ve maksimum değerler 7,30 g ile 210,40 g arasında değişirken, kurak koşullarda ise bu değerlerin 4,70 g ile 159,40 g arasında değiştiği görülmektedir. Standart sapma değerleri de bu değişkenliği desteklemektedir (kontrol: 40,00; kurak: 24,36). Kurak koşullar altında meyve ağırlığında belirgin bir azalma gözlemlenmiştir.

Kontrol koşullarında ortalama **meyve çapı** 50,24 mm olarak belirlenmiş olup, bu değer 22,89 mm ile 77,43 mm arasında değişmektedir. Kurak koşullarda ise ortalama 40,67 mm olarak ölçülmüş olup, değerler 19,05 mm ile 67,30 mm arasında değişim göstermektedir. Standart sapma değerleri kontrol koşullarında 11,92 mm, kurak koşullarda ise 8,70 mm olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar, kuraklık koşullarının meyve çapı üzerinde küçültücü bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Kontrol koşullarında ortalama **meyve boyu** 40,29 mm olarak belirlenirken, kurak koşullarda bu değer 33,93 mm olarak ölçülmüştür. Minimum ve maksimum değerler incelendiğinde kontrol grubunda 19,36 mm ile 60,17 mm arasında değişim gösterirken, kurak koşullarda ise 18,21 mm ile 59,96 mm arasında değişim göstermektedir. Kurak koşullarda meyve boyunda belirgin bir azalma gözlemlenmiştir.

Suda çözünür kuru madde içeriği (**SÇKM**) açısından kontrol grubunda ortalama %5,21 olarak belirlenirken, kurak koşullarda %5,72 olarak hesaplanmıştır. Kurak koşullarda SÇKM'nin artış göstermesi, su kaybının artması ve kuraklığa karşı metabolik yanıtların gelişmesi ile ilişkilendirilebilir. Ortalama **asitlik** değeri kontrol grubunda %0,59 iken, kurak koşullarda %0,45 olarak belirlenmiştir. Minimum ve maksimum değerler incelendiğinde kontrol grubunda %0,38 ile %1,37 arasında değişim gözlenirken, kurak koşullarda %0,39 ile %0,84 arasında bir dağılım gözlemlenmiştir. Kurak koşulların asitlik oranında hafif bir düşüşe neden olduğu görülmektedir.

Kontrol koşullarında ortalama **pH** değeri 4,28 olarak belirlenirken, kurak koşullarda bu değer 4,25 olarak ölçülmüştür. Her iki koşulda da pH değerleri birbirine yakın olmakla birlikte, kurak koşullarda hafif bir düşüş eğilimi gözlenmektedir. **Elektriksel iletkenlik (EC)** kontrol grubunda ortalama 5,0 ds/m olarak ölçülmüşken, kurak koşullarda 5,78 ds/m olarak belirlenmiştir. Minimum ve maksimum değerler incelendiğinde kontrol grubunda 2,47 ds/m ile 7,10 ds/m arasında değişim gözlenirken, kurak koşullarda 2,38 ds/m ile 8,21 ds/m arasında değişim görülmektedir. Kuraklık koşullarında EC değerinin artış göstermesi, bitkilerin su kaybı ve iyon konsantrasyonundaki değişiklikler ile ilişkilendirilebilir.

Çizelge 4.16. Agronomik karakterlere ait minimum, maximum, ortalama ve standart sapma değerleri

	Kontrol				Varyasyon Katsayısı (%)	Kurak				Varyasyon Katsayısı (%)
	Min	Max	Ort	Std		Min	Max	Ort	Std	
Meyve Verimi (g/bitki)	118	66,70	1637	960,30	33,57	108	4503	951	780,80	82,01
Meyve Sayısı (adet/bitki)	3	173	31	24,94	43,29	3,71	271,94	31,39	19,27	61,38
Meyve Verimi (kg/m ²)	326	18528	4548	2667,51	33,57	299	12507	2643	2168,88	82,06
Meyve Ağırlığı (g)	7,30	210,40	73,74	40	28,95	4,70	159,40	40,80	24,36	59,70
Meyve Çapı (mm)	22,89	77,43	50,24	11,92	11,18	19,05	67,30	40,67	8,70	21,39
Meyve Boyu (mm)	19,36	60,17	40,29	9,81	7,96	18,21	59,96	33,93	7,73	22,78
SÇKM (%)	3,60	7,30	5,21	0,64	11,55	4,21	9,95	7,12	1,19	16,71
Asitlik (%)	0,38	3,97	1,13	0,59	42,46	0,48	3,60	1,48	0,52	18,27
pH	3,74	6,92	4,28	0,42	10,41	3,69	6,84	4,25	0,53	12,47
EC (dS/m)	2,47	7,10	5	0,74	13,09	2,38	8,21	5,78	1,20	20,76

Klunklin ve Savage, (2017) tarafından kurak uygulamasının domateste kalite parametrelerine etkisinin incelendiği çalışmada kontrol bitkilerinde meyve pH değeri ortalama 4,4 olarak ölçülürken, kuraklık uygulanan bitkilerde bu değer 4,3 olarak belirlenmiştir. Bu durum, kuraklık stresinin pH üzerinde anlamlı bir değişikliğe yol açmadığını göstermektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, kurak koşullar altında domates bitkilerinin meyve verimi, meyve ağırlığı, meyve çapı ve meyve boyu gibi verimle ilişkili parametrelerinde önemli bir azalma meydana geldiği görülmektedir. Buna karşılık, suda çözünür kuru madde oranında artış gözlemlenmiştir. Elektriksel iletkenlik değerinde kurak koşullar altında bir yükseliş olması, su stresi ile ilişkili iyon birikimini göstermektedir. Kuraklık stresinin domatesin agronomik performansı üzerindeki olumsuz etkisi, özellikle verim ve kalite parametrelerinde belirgin şekilde ortaya çıkmaktadır. Bu sonuçlar, kuraklığa dayanıklı genotiplerin belirlenmesi ve stres tolerans mekanizmalarının araştırılması açısından önemli bulgular sunmaktadır.

Kontrol grubunda ortalama **stoma iletkenliği** 354,42 mmol m⁻² s⁻¹ olarak belirlenmiş olup, bu değer 155,88 ile 570 mmol m⁻² s⁻¹ arasında değişmektedir (Çizelge 4.17). Kurak koşullarda ise ortalama stoma iletkenliği 183,06 mmol m⁻² s⁻¹ olarak ölçülmüş ve minimum 51, maksimum 519,25

$\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında değişim göstermiştir. Standart sapma değerleri kontrol grubunda 86,34, kurak koşullarda ise 84,91 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar, kurak koşullar altında stoma iletkenliğinin önemli ölçüde azaldığını göstermektedir. Kuraklık stresi altında bitkiler, transpirasyonu azaltarak su kaybını minimize etmeye çalışır. Bu mekanizma, stoma açıklığının kapanması ya da yarı açık konuma gelmesi ile doğrudan ilişkilidir. Stoma iletkenliğindeki azalma, fotosentetik kapasitenin düşmesine ve karbon asimilasyonunda azalmaya neden olabilir.

Klorofil içeriği açısından kontrol koşullarında ortalama 38,88 SPAD olarak belirlenmiş olup, değerler 22,93 ile 67,33 SPAD arasında değişmektedir. Kurak koşullarda ise ortalama klorofil içeriği 40,31 SPAD olarak hesaplanmış olup, minimum 30,53 SPAD, maksimum 50,28 SPAD arasında değişim göstermektedir. Kurak koşullarda klorofil içeriğinde hafif bir artış gözlemlenmiştir. Bu durum, bazı genotiplerin kuraklık stresine karşı klorofil sentezini artırarak fotosentetik kapasitesini korumaya çalışabileceğini göstermektedir. Ancak, klorofil içeriğinin korunması veya hafif artışı her zaman daha yüksek fotosentetik etkinlik anlamına gelmez; çünkü stomalardaki kapanma nedeniyle karbon asimilasyonu sınırlandırılabilir.

Kontrol koşullarında ortalama **yaprak sıcaklığı** $32,41^{\circ}\text{C}$ olarak belirlenmiş olup, minimum $28,93^{\circ}\text{C}$, maksimum $37,20^{\circ}\text{C}$ arasında değişmektedir. Kurak koşullarda ise ortalama yaprak sıcaklığı $43,10^{\circ}\text{C}$ olarak tespit edilmiş ve değerler $28,10^{\circ}\text{C}$ ile $55,55^{\circ}\text{C}$ arasında değişmiştir. Standart sapma değerleri kontrol koşullarında $1,53^{\circ}\text{C}$, kurak koşullarda $4,67^{\circ}\text{C}$ olarak hesaplanmıştır. Kurak koşullar altında yaprak sıcaklığında belirgin bir artış gözlemlenmiştir. Bu durum, transpirasyonun azalmasıyla birlikte bitkinin serinleme kapasitesinin düştüğünü ve yaprak yüzeyinde ısı birikiminin arttığını göstermektedir. Yüksek yaprak sıcaklığı, enzimatik reaksiyonları olumsuz etkileyerek fotosentetik etkinliğin azalmasına ve hücrel stresin artmasına neden olabilir.

Kontrol koşullarında ortalama **su kullanma etkinliği** $11,37 \text{ g/L}$ olarak belirlenmiş olup, minimum $0,77 \text{ g/L}$, maksimum $46,97 \text{ g/L}$ arasında değişmektedir. Kurak koşullarda ise ortalama su kullanma etkinliği $11,12 \text{ g/L}$ olarak hesaplanmış ve değerler $1,27 \text{ g/L}$ ile $52,70 \text{ g/L}$ arasında değişim göstermiştir. Standart sapma değerleri kontrol grubunda 6,85, kurak grubunda ise 9,14 olarak belirlenmiştir. Su kullanma etkinliği, bitkinin ürettiği biyokütle miktarının harcanan suya oranını ifade eder. Bu parametrenin kurak koşullarda belirgin bir değişim göstermemesi, bazı genotiplerin suyu verimli kullanma kapasitesini koruduğunu veya bazı genotiplerin su kaybını azaltarak su kullanımını optimize ettiğini düşündürmektedir. Ancak bireysel genotipler arasında yüksek varyasyon olduğu da standart sapma değerlerinden anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.17. Fizyolojik karakterlere ait minimum, maximum, ortalama ve standart sapma değerleri

	Kontrol				Varyasyon Katsayısı (%)	Kurak				Varyasyon Katsayısı (%)
	Min	Max	Ort	Std		Min	Max	Ort	Std	
Stoma İletkenliği	155,88	570	354,42	86,34	12,76	51	519,25	183,06	84,91	46,38
Klorofil İçeriği (SPAD)	22,93	67,33	38,88	6,12	9,58	30,53	50,28	40,31	3,77	9,35
Yaprak Sıcaklığı (°C)	28,93	37,20	32,41	1,53	28,95	28,10	55,55	43,10	4,67	10,83
Su Kullanma Etkinliği (g/l)	0,77	46,97	11,37	6,85	34,04	1,27	52,70	11,12	9,14	82,19

Conti ve ark. (2021), çalışmalarında, dayanıklı domates genotiplerinin kuraklık koşullarında stomatal iletkenliği (gs) tamamen kapatmak yerine, belirli bir düzeyde optimize ederek fotosentez (A) kapasitesini korudukları rapor edilmiştir. Örneğin, generatif dönemde yapılan ölçümlerde, Quarantino genotipinin gs değeri kontrol koşullarında $0,23 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ iken, kuraklık altında bu değer $0,11 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 'ye düşmüş ancak tamamen kapanmamıştır. Aynı genotipte fotosentez oranı (A) da su kısıtında yaklaşık $7,1 \text{ } \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ olarak ölçülmüş ve bu değer stres altındaki diğer genotiplere kıyasla oldukça yüksek kalmıştır. Bu durum, stomaların tamamen kapanmamasının karbon alımını sürdürülebilir kılmak adına bir adaptasyon stratejisi olduğunu ortaya koymaktadır.

Sivakumar ve ark. (2017), tarafından yürütülen çalışmada ise toplam klorofil içeriği, kuraklık koşullarında %18,79 ile %34,76 arasında değişen oranlarda azalmış ve bu azalma genotipe bağlı olarak farklılık göstermiştir. Özellikle LE 125 gibi duyarlı genotiplerde klorofil kaybı yüksek seviyelerde gerçekleşirken, LE 114 ve LE 57 gibi genotiplerde klorofil içeriği büyük ölçüde korunmuştur.

Bu fizyolojik parametreler incelendiğinde, kuraklık stresinin domates bitkilerinde önemli fizyolojik değişimlere yol açtığı görülmektedir. En belirgin değişiklikler, stoma iletkenliğinde azalma ve yaprak sıcaklığında artış olarak gözlemlenmiştir. Stoma iletkenliğindeki azalma, bitkinin su kaybını kontrol altına almasına yardımcı olurken, bunun fotosentetik etkinlik üzerindeki olumsuz etkileri göz ardı edilemez. Yaprak sıcaklığındaki artış, bitkinin transpirasyon yoluyla serinleme kapasitesinin düştüğünü göstermektedir.

Klorofil içeriğinde büyük bir değişiklik gözlenmemesi, bazı genotiplerin klorofil sentezini koruyarak fotosentetik kapasitesini sürdürmeye çalıştığını göstermektedir. Su kullanma etkinliği açısından ise büyük farklılıklar gözlenmemiş olup, bu durum bazı genotiplerin suyu daha etkin kullanma mekanizmalarını devreye soktuğunu düşündürmektedir. Bu sonuçlar, kuraklık stresine

dayanıklı genotiplerin belirlenmesi açısından önemli bulgular sunmakta ve kurak koşullara karşı tolerans mekanizmalarının daha ayrıntılı olarak incelenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Prolin, bitkilerin kuraklık stresi sırasında biriktirdiği önemli bir osmoregülatör bileşiktir. Kontrol koşullarında yapraktaki prolin içeriği ortalama 316,10 g/FW olarak belirlenmiş olup, 165,65 - 858,14 g/FW arasında değişim göstermektedir (Çizelge 4.18). Kurak koşullarda ise ortalama 911,66 g/FW olup, 266,79 - 1999,40 g/FW arasında değişmektedir. Bu sonuçlar, kuraklık stresinin prolin birikimini önemli ölçüde artırdığını göstermektedir. Prolin birikimi, bitkinin ozmotik dengesini korumasına, hücre zarlarını stabilize etmesine ve serbest radikallere karşı koruma sağlamasına yardımcı olmaktadır. Standart sapma değerleri her iki koşulda da yüksek olup (kontrol: 115,14, kurak: 343,89), farklı genotiplerin prolin üretme kapasitesinin değişken olduğunu göstermektedir.

Lipid peroksidasyonu, hücre zarlarının oksidatif stres nedeniyle zarar görmesiyle oluşur. Kontrol grubunda ortalama 2,30 $\mu\text{mol/g}$ FW iken, kurak koşullarda bu değer 10,02 $\mu\text{mol/g}$ FW olarak belirlenmiştir. Kurak koşullarda lipid peroksidasyonunun yaklaşık dört kat arttığı görülmektedir. Bu durum, kuraklık stresinin reaktif oksijen türlerinin (ROS) birikimini artırarak hücre zarlarında oksidatif hasara neden olduğunu göstermektedir. Bu hasar, hücresel fonksiyonları olumsuz etkileyebilir ve stres toleransını belirleyen önemli bir parametre olarak değerlendirilebilir. Çalışmamızda kuraklık uygulaması sonucunda genotiplerin büyük çoğunluğunda MDA içeriğinde anlamlı artış gözlenmiş, bu durum kuraklığın neden olduğu oksidatif stresi doğrulamıştır.

Antioksidanlar, oksidatif stresin zararlı etkilerini azaltmada kritik rol oynar. Kontrol koşullarında yaprak antioksidan içeriği ortalama 1228 ppm iken, kurak koşullarda bu değer 1467 ppm olarak belirlenmiştir. Kurak koşullarda antioksidan seviyelerinin artması, bitkinin oksidatif stresle başa çıkabilmek için savunma mekanizmalarını aktive ettiğini göstermektedir.

Hidrojen peroksit (H_2O_2), oksidatif stresin bir göstergesidir. Kontrol koşullarında 13,50 $\mu\text{mol/g}$ DW olarak ölçülmüşken, kurak koşullarda bu değer 13,35 $\mu\text{mol/g}$ DW olarak belirlenmiştir. H_2O_2 seviyesinde önemli bir değişiklik gözlenmemiştir, bu da bazı genotiplerin ROS seviyelerini düzenleme kapasitesine sahip olabileceğini göstermektedir.

Yaprakta **makro ve mikro besin element** içerikleri incelendiğinde, magnezyum (Mg) içeriği kontrol koşullarında ortalama %1,28 iken, kurak koşullarda %0,95 olarak ölçülmüştür. Bu durum, kuraklık stresinin Mg seviyelerinde bir azalmaya yol açtığını göstermektedir. Magnezyum, klorofil molekülünün yapısında yer aldığından fotosentez açısından temel bir role sahiptir. Potasyum (K) içeriği, kontrol koşullarında ortalama %2,35 iken, kurak koşullarda %2,79'a yükselmiştir. Kuraklık altında K içeriğinde gözlenen bu artış, potasyumun stomal faaliyetler ve osmotik dengenin düzenlenmesindeki önemli rolü ile ilişkilendirilebilir. Kalsiyum (Ca) içeriği kontrol koşullarında ortalama %3,00 olarak ölçülürken, kurak koşullarda %2,46'ya gerilemiştir. Bu azalma, kuraklık stresinin hücre duvar stabilitesi ve sinyal iletimi üzerinde etkili olan Ca seviyelerini düşürdüğünü göstermektedir.

Demir (Fe) içeriği, kurak koşullarda 129 ppm olarak ölçülmüş ve bu değer kontrol grubundaki 81 ppm'e kıyasla önemli bir artış göstermiştir. Bu artış, kuraklık stresine maruz kalan bitkilerde demir birikiminin artabileceğini ve bunun, bazı genotiplerin savunma yanıtları kapsamında gerçekleşen fizyolojik adaptasyonlarıyla ilişkili olabileceğini göstermektedir.

Mangan (Mn) içeriği kontrol koşullarında 43 ppm, kurak koşullarda ise 46 ppm düzeyindedir. Mn içeriği bakımından koşullar arasında belirgin bir fark gözlenmemiştir. Çinko (Zn) içeriği, kontrol koşullarında ortalama 20 ppm iken kurak koşullarda 25 ppm olarak ölçülmüştür. Zn, birçok enzimatik reaksiyonun kofaktörü olması ve stres yanıtlarını düzenlemesi nedeniyle artış göstermesi anlamlı bulunmuştur.

Meyvede şeker bileşenlerinden fruktoz içeriği, kontrol koşullarında ortalama %1,57 iken kurak koşullarda %1,94'e yükselmiştir. Benzer şekilde, glikoz içeriği de kontrol koşullarında %1,31'den kurak koşullarda %1,90'a çıkmıştır. Her iki parametrede de gözlenen artış, kuraklık stresinin meyvede su kaybına yol açarak çözünebilir şeker konsantrasyonunu artırmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca bu artış, metabolik adaptasyonun bir göstergesi olarak değerlendirilebilir.

Fenolik bileşikler, antioksidan özellikleri nedeniyle stres koşullarına karşı bitkinin savunma mekanizmalarında rol oynar. Kontrol grubunda 302,18 µg/g olarak ölçülen toplam fenolik madde içeriği, kurak koşullarda 412,43 µg/g olarak belirlenmiştir. Kuraklık koşullarında fenolik bileşiklerin artışı, bitkinin oksidatif strese karşı savunma mekanizmalarını aktive ettiğini göstermektedir.

Çizelge 4.18. Biyokimyasal karakterlere ait minimum, maximum, ortalama ve standart sapma değerleri

	Kontrol				Varyasyon Katsayısı (%)	Kurak				Varyasyon Katsayısı (%)
	Min	Max	Ort	Std		Min	Max	Ort	Std	
Yaprakta Prolin İçeriği (g/FW)	165,65	858,14	316,10	115,14	40,33	266,79	1999,40	911,66	343,89	37,72
Yaprakta Lipid Per. (µmol/ g FW)	1,66	14,79	6,05	2,30	26,57	3,00	21,71	10,02	3,53	35,22
Yaprak Antioksidan (ppm)	448	2588	1228	444,73	24,20	786	3211	1467	418,29	28,51
Yaprakta H₂O₂ İçeriği (µmol/ g DW)	5,83	21,78	13,50	3,10	19,62	8,34	19,85	13,35	2,14	16,02
Yaprakta Mg İçeriği (%)	0,43	2,49	1,28	0,42	32,81	0,31	1,92	0,95	0,31	32,63
Yaprakta K İçeriği (%)	0,57	4,58	2,35	0,71	30,21	0,40	5,33	2,79	0,89	31,89
Yaprakta Ca İçeriği (%)	0,91	6,39	3	0,93	31	0,50	4,98	2,46	0,93	37,80

Yaprakta Fe İçeriği (ppm)	45	156	81	23,7 9	29,37	27	508	129	64,7 5	50,19
Y. Mn İçeriği (ppm)	19	110	43	15,4 4	35,90	14	101	46	15,0 7	32,76
Y. Zn İçeriği (ppm)	8	80	20	11,3 5	56,75	6	89	25	10,8 9	43,56
Meyvede Fruktoz İçeriği (%)	0,84	3,04	1,57	0,34	21,65	1,05	3,09	1,94	0,34	17,52
Meyvede Glikoz İçeriği (%)	0,42	2,71	1,31	0,33	25,19	0,85	3,21	1,90	0,42	22,10
Y. Toplam Fenolik Madde İçeriği (mg/100gFW)	131,37	635,07	302,18	92,17	22,80	144	774,05	412,43	115,37	27,97

Benzer bulgular, Niyazova ve Huseynova, 2024 tarafından yürütülen çalışmada da rapor edilmiştir. Araştırmada, kuraklık koşullarında domates genotiplerinin tümünde prolin içeriği belirgin biçimde artmış; özellikle Azerbaycan 94 çeşidinde en yüksek düzey olan 1190 µg/g FW ölçülmüştür. Bu genotip, prolin birikimi bakımından diğerlerinden ayrışarak, stres altında güçlü bir osmotik dengeleme ve hücrel koruma stratejisi sergilemiştir. Rehidrasyon (yeniden sulama) sonrasında prolin düzeyleri kademeli olarak azalmış, ancak bazı çeşitlerde bu düşüş yavaş gerçekleşmiş ve stresin etkisinin devam ettiğine işaret etmiştir.

Benzer şekilde, (Teker Yıldız ve Akı, 2025) tarafından yürütülen çalışmada da Falcon ve H-2274 çeşitlerinde lipid peroksidasyon düzeyinin sırasıyla %14 ve %75 oranında arttığı bildirilmiştir. Bu sonuçlar, bu çeşitlerde oksidatif hasarın belirgin düzeyde arttığını ve antioksidan savunma sisteminin yetersiz kaldığını göstermektedir

Teker Yıldız & Akı, (2025) tarafından yapılan çalışmada da Falcon çeşidinde H₂O₂ düzeyi %15 artış göstererek oksidatif stresin belirginliğini ortaya koyarken, Rio Grande çeşidinde %15 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Bu durum, Rio Grande'nin H₂O₂ düzeyini düzenleyebilen etkili antioksidan savunma mekanizmalarına sahip olduğunu ve stres koşullarında oksidatif dengeyi koruyabildiğini göstermektedir. Çalışmamızda da bazı genotiplerin düşük H₂O₂ birikimi ile zar hasarını sınırladığı ve bu özelliğin kuraklık toleransının önemli bir biyokimyasal belirteci olabileceği sonucuna varılmıştır.

Medyouni ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada kuraklık stresi uygulanan domates bitkilerinde yaprak K⁺ ve Ca²⁺ içeriklerinin sırasıyla %16 ve %5 oranında azaldığı, buna karşılık Mg²⁺ içeriğinde artış gözlemlendiği bildirilmiştir. Yapraklardaki mineral madde içerikleri kuraklık stresine bağlı olarak önemli değişiklikler göstermekte, bu değişimler hem fizyolojik adaptasyon süreçlerini hem de genetik dayanıklılık profillerini yansıtmaktadır. Ortalama olarak artış ya da azalmalar görünse de genotiplerin tepkilerinin farklı olduğu bildirilmektedir.

Klunklin ve Savage, (2017) tarafından kurak uygulamasının domateste kalite parametlerine etkisinin incelendiği çalışmada kuraklık uygulamasının domates meyvesinde fruktoz ve glikoz içeriklerinde artışa yol açtığı tespit edilmiştir. Sulanan koşullarda meyvede ortalama glikoz içeriği 1,08 g/100 g, fruktoz içeriği ise 1,12 g/100 g olarak ölçülmüşken; kuraklık uygulanan bitkilerde bu değerler sırasıyla 1,34 g/100 g (glikoz) ve 1,46 g/100 g (fruktoz) düzeyine yükselmiştir.

4.4. Kontrol ve Kurak Koşulları Altında Yetiştirilen Genotiplerde Kalıtımın Derecesi

Bitki boyunun genetik varyansı kontrol koşullarında 1361,46, çevresel varyansı ise 139,24 olarak belirlenmiştir. Kalıtım derecesi (h^2B) %90,72 olup, yüksek kalıtım kategorisine girmektedir. Kurak koşullarda ise genetik varyans 776,83, çevresel varyans 94,73 olup, kalıtım derecesi %89,13 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.19).

Bitki ağırlığı açısından kontrol koşullarında genetik varyans 681442,04, çevresel varyans 211477,14 olarak hesaplanmıştır. Kalıtım derecesi %76,32 olup, yüksek kalıtım kategorisine girmektedir. Kurak koşullarda ise genetik varyans 681385,39, çevresel varyans 136836,26 olup, kalıtım derecesi %83,28 olarak hesaplanmıştır.

Bu sonuçlar, bitki ağırlığının büyük ölçüde genetik faktörler tarafından kontrol edildiğini ve çevresel değişkenlikten daha az etkilendiğini göstermektedir. Bu nedenle, kuraklık stresine dayanıklı genotiplerin belirlenmesinde bitki ağırlığı önemli bir seleksiyon kriteri olarak değerlendirilebilir. Ayrıca, bitki ağırlığında çevresel faktörlerin etkisi bitki boyuna kıyasla daha fazla olsa da yüksek kalıtım derecesi nedeniyle genetik seleksiyon yoluyla iyileştirme yapılması mümkündür.

Yaprak boyu açısından kontrol koşullarında genetik varyans 6,46, çevresel varyans 10,86 olarak belirlenmiştir. Kalıtım derecesi %37,28 olup, orta kalıtım kategorisinde yer almaktadır. Kurak koşullarda ise genetik varyans 12,59, çevresel varyans 7,88 olarak belirlenmiş olup, kalıtım derecesi %61,50 olarak hesaplanmıştır. Bu durum, kontrol koşullarında yaprak boyunun genetik ve çevresel faktörlerden benzer oranlarda etkilendiğini, ancak kurak koşullarda genetik etkinin arttığını göstermektedir. Kuraklık stresi altında yaprak boyunun kalıtım derecesinde artış olması, bazı genotiplerin kuraklığa genetik olarak daha dayanıklı olabileceğini düşündürmektedir. Bu nedenle, yaprak boyu kurak koşullarda genetik seleksiyonla iyileştirilebilir bir özellik olarak değerlendirilebilir.

Yaprak eni açısından kontrol koşullarında genetik varyans 0,88, çevresel varyans 18,93 olarak belirlenmiştir. Kalıtım derecesi %4,46 olup, düşük kalıtım kategorisine girmektedir. Kurak koşullarda ise genetik varyans 12,41, çevresel varyans 15,72 olup, kalıtım derecesi %44,12 olarak hesaplanmıştır. Kontrol koşullarında yaprak eninin büyük ölçüde çevresel faktörlerden etkilendiğini görülmektedir. Ancak kurak koşullarda kalıtım derecesinin orta seviyeye yükselmesi, bazı genotiplerde yaprak eni ile kuraklık toleransı arasında genetik bir ilişkinin olabileceğini

düşündürmektedir. Yine de, yaprak eni gibi düşük kalıtım derecesine sahip özelliklerin ıslah programlarında doğrudan seçim kriteri olarak kullanılmasının zor olabileceği ve daha çok çevresel faktörler üzerinden iyileştirme yapılması gerektiği belirtilmelidir.

Çizelge 4.19. Kontrol ve kurak koşulları altında yetiştirilen genotiplerde morfolojik karakterlere ait kalıtımın derecesi

Özellik	Kontrol				Kurak			
	GV	EV	K. Derecesi	Hbs Kategori	GV	EV	K. Derecesi	Hbs Kategori
Bitki Boyu	1361.46	139.24	90.72	Yüksek	776.83	94.73	89.13	Yüksek
Bitki Ağırlığı (g/bitki)	681442.04	211477.14	76.32	Yüksek	681385.39	136836.26	83.28	Yüksek
Yaprak Boyu	6.46	10.86	37.28	Orta	12.59	7.88	61.50	Yüksek
Yaprak Eni	0.88	18.93	4.46	Düşük	12.41	15.72	44.12	Orta

Kontrol koşullarında **meyve verimi** için genetik varyans 195894,72, çevresel varyans 308576,72 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.20). Kalıtım derecesi %38,83 olup, orta düzeyde kalıtıma sahiptir. Kurak koşullarda ise genetik varyans 431239,93, çevresel varyans 13505,31 olup, kalıtım derecesi %76,15 olarak hesaplanmış ve yüksek kalıtım kategorisinde değerlendirilmiştir. Bu sonuçlar, kontrol koşullarında meyve veriminin hem genetik hem de çevresel faktörlerden etkilendiğini, ancak kurak koşullarda genetik faktörlerin daha belirleyici hale geldiğini göstermektedir.

Meyve sayısı açısından kontrol koşullarında genetik varyans 103,08, çevresel varyans 129,20 olup, kalıtım derecesi %44,38 olarak hesaplanmış ve orta seviyede kalıtım gösterdiği belirlenmiştir. Kurak koşullarda ise genetik varyans 359,24, çevresel varyans 29,33 olup, kalıtım derecesi %92,45 olarak hesaplanmış ve yüksek kalıtım kategorisinde değerlendirilmiştir.

Bu bulgular, kontrol koşullarında meyve sayısının hem genetik hem de çevresel faktörlerden etkilendiğini, ancak kurak koşullarda genetik etkinin çok daha belirleyici hale geldiğini göstermektedir. Bu nedenle, kuraklık toleransı açısından seleksiyon yaparken meyve sayısının önemli bir kriter olarak değerlendirilebileceği ve genetik seleksiyon yoluyla artırılabilmesi söylenebilir.

Meyve verimi (g/m²) açısından kontrol koşullarında genetik varyans 151153,33, çevresel varyans 238098,96 olup, kalıtım derecesi %38,83 olarak hesaplanmıştır ve orta seviyede kalıtıma sahiptir. Kurak koşullarda ise genetik varyans 332746,80, çevresel varyans 10420,93 olup, kalıtım derecesi %76,15 olarak hesaplanmıştır ve yüksek kalıtım kategorisine girmektedir. Bu sonuçlar, kuraklık stresinde meyve veriminin büyük oranda genetik faktörlerden etkilendiğini ve bu nedenle ıslah çalışmalarında genetik seleksiyon ile iyileştirilebileceğini göstermektedir.

Meyve ağırlığı açısından kontrol koşullarında genetik varyans 1187,44, çevresel varyans 454,60 olarak belirlenmiş olup, kalıtım derecesi %72,31 olarak hesaplanmış ve yüksek kalıtım kategorisinde yer almaktadır. Kurak koşullarda ise genetik varyans 502,79, çevresel varyans 121,85 olup, kalıtım derecesi %80,49 olarak hesaplanmış ve yüksek kalıtım kategorisinde değerlendirilmiştir. Bu bulgular, meyve ağırlığının büyük ölçüde genetik faktörler tarafından kontrol edildiğini ve çevresel faktörlerden daha az etkilendiğini göstermektedir. Dolayısıyla, kuraklık stresine dayanıklı genotiplerin belirlenmesi amacıyla meyve ağırlığının seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceği söylenebilir.

Hem **meyve çapı** hem de **meyve boyu**, kontrol ve kurak koşullarda yüksek kalıtım derecesine sahip özelliklerdir. Kontrol koşullarında meyve çapı için kalıtım derecesi %78,40, meyve boyu için ise %88,09 olarak hesaplanmıştır. Kurak koşullarda ise meyve çapı için %72,35, meyve boyu için %79,20 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar, meyve morfolojisinin genetik olarak güçlü şekilde kontrol edildiğini ve çevresel faktörlerden daha az etkilendiğini göstermektedir. Bu nedenle, kuraklık toleransı açısından ıslah programlarında bu özelliklerin dikkate alınması mümkündür.

Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM), asitlik ve elektriksel iletkenlik (EC) gibi kalite parametreleri açısından kalıtım derecesi incelendiğinde, kontrol koşullarında bu özelliklerin düşük seviyede kalıtım gösterdiği, ancak kurak koşullarda genetik etkinin arttığı gözlemlenmiştir. SÇKM içeriği açısından, kontrol koşullarında kalıtım derecesi %23,48 olup, düşük seviyede kalıtıma sahiptir. Kurak koşullarda ise %47,76 olarak hesaplanmış ve orta kalıtım kategorisine yükselmiştir. Benzer şekilde, asitlik oranı için kontrol koşullarında kalıtım derecesi %20,04 olarak belirlenmiş ve düşük seviyede kalıtım göstermiştir. Ancak kuraklık koşullarında bu oran %42,67'ye yükselmiş ve orta kalıtım kategorisine dahil edilmiştir. Elektriksel iletkenlik (EC) açısından da benzer bir eğilim gözlemlenmiş olup, kontrol koşullarında %24,80 olarak hesaplanan kalıtım derecesi, kurak koşullarda %48,16'ya yükselmiş ve orta seviyeye ulaşmıştır.

Çizelge 4.20. Kontrol ve kurak koşulları altında yetiştirilen genotiplerde agronomik karakterlere ait kalıtımın derecesi

Özellik	Kontrol				Kurak			
	GV	EV	K. Derecesi	Hbs Kategori	GV	EV	K. Derecesi	Hbs Kategori
Meyve Verimi (g/bitki)	195894.72	308576.17	38.83	Orta	431239.93	135055.31	76.15	Yüksek
Meyve Sayısı (adet/bitki)	103.08	129.20	44.38	Orta	359.24	29.33	92.45	Yüksek
Meyve Verimi (kg/m ²)	1511533.33	2380988.96	38.83	Orta	3327468.60	1042093.43	76.15	Yüksek
Meyve Ağırlığı (g)	1187.44	454.60	72.31	Yüksek	502.79	121.85	80.49	Yüksek
Meyve Çapı (mm)	112.92	31.11	78.40	Yüksek	56.07	21.42	72.35	Yüksek
Meyve Boyu (mm)	81.95	11.08	88.09	Yüksek	48.58	12.76	79.20	Yüksek
SÇKM (%)	0.11	0.36	23.48	Düşük	0.71	0.77	47.76	Orta
Asitlik (%)	0.06	0.23	20.04	Düşük	0.12	0.16	42.67	Orta
pH	-	0.20	-	-	0.09	0.19	33.59	Orta
EC (dS/m)	0.14	0.43	24.80	Düşük	0.60	0.65	48.16	Orta

Bu bulgular, kontrol koşullarında bu kalite parametrelerinin büyük ölçüde çevresel faktörlerden etkilendiğini ve genetik varyasyonun düşük olduğunu göstermektedir. Ancak kuraklık stresinin genetik varyasyon üzerindeki etkisinin arttığı ve genotipler arasında belirgin farklılıklar olduğu görülmektedir. Bu durum, kuraklığa tolerans açısından bazı genotiplerin belirgin avantajlara sahip olabileceğini ve seleksiyon programlarında bu parametrelerin dikkate alınabileceğini göstermektedir.

Sonuç olarak, özellikle kaliteyi doğrudan etkileyen bu bileşenlerin kurak koşullarda belirli genotiplerde daha stabil hale gelmesi, ıslah çalışmalarında kalite ve stres toleransı bakımından önemli avantajlar sağlayabilir. Elde edilen sonuçlar, meyve ağırlığı, meyve çapı ve meyve boyu gibi özelliklerin yüksek kalıtım derecesine sahip olduğunu ve büyük ölçüde genetik faktörler tarafından kontrol edildiğini göstermektedir. Bu nedenle, ıslah çalışmalarında bu özelliklerin doğrudan seleksiyon kriteri olarak kullanılması mümkündür. Öte yandan, meyve verimi ve meyve sayısı gibi üretimle doğrudan ilişkili parametreler kontrol koşullarında çevresel etkilerden etkilenirken, kurak koşullarda genetik faktörler daha belirleyici hale gelmiştir.

Stoma iletkenliği açısından kontrol koşullarında genetik varyans 7443,68, çevresel varyans 1940,70 olup, kalıtım derecesi %79,32 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.21). Bu değer, stoma iletkenliğinin büyük ölçüde genetik kontrol altında olduğunu göstermektedir. Kurak koşullarda ise genetik varyans 5105,74, çevresel varyans 2128,93 olarak hesaplanmış ve kalıtım derecesi %70,57 olarak belirlenmiştir. Her iki koşulda da stoma iletkenliği yüksek kalıtım derecesine sahip olup, kuraklık stresine karşı dayanıklılık açısından önemli bir belirteç olarak değerlendirilmektedir.

Klorofil içeriği açısından kontrol koşullarında genetik varyans 22,09, çevresel varyans 13,79 olup, kalıtım derecesi %61,58 olarak hesaplanmıştır. Ancak, kurak koşullarda genetik varyans 0,82, çevresel varyans 16,31 olarak belirlenmiş ve kalıtım derecesi %4,78 olarak düşük bir seviyede hesaplanmıştır. Bu sonuçlar, kontrol koşullarında klorofil içeriğinin büyük ölçüde genetik faktörlerden etkilendiğini, ancak kuraklık stresinde çevresel faktörlerin daha baskın hale geldiğini göstermektedir. Dolayısıyla, klorofil içeriği kuraklık toleransının belirlenmesinde tek başına güvenilir bir seleksiyon kriteri olarak değerlendirilemez.

Yaprak sıcaklığı açısından kontrol koşullarında genetik varyans 0,36, çevresel varyans 2,35 olup, kalıtım derecesi %13,16 olarak hesaplanmıştır ve düşük seviyede değerlendirilmiştir. Kurak koşullarda ise genetik varyans 20,57, çevresel varyans 4,65 olup, kalıtım derecesi %81,57 olarak belirlenmiş ve yüksek seviyeye yükselmiştir. Bu bulgular, kontrol koşullarında yaprak sıcaklığının büyük ölçüde çevresel faktörlerden etkilendiğini, ancak kuraklık koşullarında genetik varyasyonun belirleyici hale geldiğini göstermektedir. Kuraklık stresine karşı dayanıklı genotiplerin belirlenmesinde yaprak sıcaklığının önemli bir belirteç olarak değerlendirilebileceği görülmektedir.

Su kullanma etkinliği açısından kontrol koşullarında genetik varyans 32,21, çevresel varyans 16,72 olup, kalıtım derecesi %65,83 olarak hesaplanmış ve yüksek kalıtım kategorisine dahil edilmiştir. Kurak koşullarda ise genetik varyans 58,19, çevresel varyans 19,25 olup, kalıtım derecesi %75,15 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, su kullanma etkinliğinin büyük ölçüde genetik faktörler tarafından kontrol edildiğini ve çevresel faktörlerden daha az etkilendiğini göstermektedir. Kurak koşullarda genetik varyasyonun daha belirgin hale gelmesi, bazı genotiplerin suyu daha etkin kullanabildiğini ve kuraklık stresine karşı daha toleranslı olabileceğini ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.21. Kontrol ve kurak koşulları altında yetiştirilen genotiplerde fizyolojik karakterlere ait kalıtımın derecesi

Özellik	Kontrol				Kurak			
	GV	EV	K. Derecesi	Hbs Kategorisi	GV	EV	K. Derecesi	Hbs Kategorisi
Stoma İletkenliği	7443.68	1940.70	79.32	Yüksek	5105.74	2128.93	70.57	Yüksek
Klorofil İçeriği (SPAD)	22.09	13.79	61.58	Yüksek	0.82	16.31	4.78	Düşük
Yaprak Sıcaklığı (°C)	0.36	2.35	13.16	Düşük	20.57	4.65	81.57	Yüksek
Su Kullanma Etkinliği (g/L)	32.21	16.72	65.83	Yüksek	58.19	19.25	75.15	Yüksek

Sonuç olarak, stoma iletkenliği, su kullanma etkinliği ve yaprak sıcaklığı gibi parametreler kurak koşullarda yüksek kalıtım derecesine sahip olup, büyük ölçüde genetik faktörler tarafından kontrol edilmektedir. Bu durum, bu özelliklerin ıslah programlarında seleksiyon kriteri olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir. Öte yandan, klorofil içeriği kontrol koşullarında yüksek kalıtım derecesine sahip olmasına rağmen, kurak koşullarda çevresel faktörlerin baskın hale geldiği görülmektedir. Bu nedenle, klorofil içeriği kuraklık stresine dayanıklı genotiplerin belirlenmesinde tek başına güvenilir bir seleksiyon kriteri olarak değerlendirilemez. Kuraklığa dayanıklı domates genotiplerinin belirlenmesi açısından stoma iletkenliği, yaprak sıcaklığı ve su kullanma etkinliği gibi yüksek kalıtım derecesine sahip özelliklerin daha fazla dikkate alınması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Prolin içeriği açısından kontrol koşullarında kalıtım derecesi hesaplanmazken, kurak koşullarda genetik varyans 38907,03, çevresel varyans 77226,96 olarak hesaplanmış ve kalıtım derecesi %33,50 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.22). Bu sonuçlar, kuraklık koşullarında prolin içeriğinin genetik faktörlerden belirli bir düzeyde etkilendiğini ancak çevresel faktörlerin de önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Prolin seviyelerindeki artış, kurak stres koşullarına adaptasyonun bir göstergesi olabilir ve bazı genotiplerin stres altında daha fazla prolin üretebildiği anlaşılmaktadır.

Lipid peroksidasyonu açısından kontrol koşullarında genetik varyans 2,35, çevresel varyans 2,62 olup, kalıtım derecesi %47,28 olarak hesaplanmış ve orta seviyede kalıtıma sahiptir. Kurak koşullarda ise genetik varyans 4,50, çevresel varyans 8,50 olarak belirlenmiş olup, kalıtım derecesi %34,63 olarak hesaplanmıştır. Bu bulgular, lipid peroksidasyonunun genetik faktörlerden

orta derecede etkilendiğini ve çevresel koşulların oksidatif stres üzerindeki etkisinin oldukça belirgin olduğunu göstermektedir.

Antioksidan içeriği açısından kontrol koşullarında genetik varyans 113131,25, çevresel varyans 82030,48 olup, kalıtım derecesi %57,97 olarak hesaplanmıştır. Kurak koşullarda ise genetik varyans 60478,12, çevresel varyans 10686,50 olarak belirlenmiş ve kalıtım derecesi %36,14 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar, antioksidan seviyelerinin genetik olarak belirli bir düzeyde kontrol edildiğini, ancak çevresel stres faktörlerinin antioksidan üretiminde önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

Hidrojen peroksit içeriği açısından kontrol koşullarında genetik varyans 1,34, çevresel varyans 6,98 olarak belirlenmiş olup, kalıtım derecesi %16,13 olarak hesaplanmış ve düşük seviyede değerlendirilmiştir. Kurak koşullarda ise kalıtım derecesi hesaplanmamıştır. Bu sonuçlar, H₂O₂ seviyesinin büyük ölçüde çevresel faktörlerden etkilendiğini ve genetik varyasyonun düşük olduğunu göstermektedir.

Makro ve mikro besin element içeriği açısından değerlendirildiğinde, magnezyum içeriği kontrol koşullarında %81,89 kalıtım derecesi ile yüksek seviyede yer alırken, kurak koşullarda %59,02 olarak hesaplanmış ve orta seviyeye gerilemiştir. Potasyum içeriği her iki koşulda da sırasıyla %58,20 ve %51,63 kalıtım derecesi ile orta seviyede kalıtım göstermektedir. Kalsiyum içeriği kontrol koşullarında %73,15 olarak hesaplanmış ve yüksek kalıtım kategorisine girerken, kurak koşullarda %56,91 olarak belirlenmiş ve orta seviyeye gerilemiştir. Demir içeriği açısından kontrol koşullarında kalıtım derecesi %21,23 olup düşük seviyede yer alırken, kurak koşullarda %57,19 olarak hesaplanmış ve orta seviyeye yükselmiştir. Mangan içeriği açısından hem kontrol hem de kurak koşullarda yüksek kalıtım derecesine sahip olup, sırasıyla %58,21 ve %60,18 olarak hesaplanmıştır. Çinko içeriği ise kontrol koşullarında %11,35, kurak koşullarda %24,17 kalıtım derecesine sahip olup, her iki durumda da düşük kalıtım kategorisinde yer almaktadır.

Meyvede fruktoz içeriği kontrol koşullarında %64,70 olarak hesaplanmış ve yüksek kalıtım kategorisinde yer alırken, kurak koşullarda %44,09 olarak hesaplanmış ve orta seviyeye gerilemiştir. Benzer şekilde, glikoz içeriği kontrol koşullarında %60,50 olarak belirlenmiş ve yüksek kalıtım kategorisinde yer alırken, kurak koşullarda %32,79 olarak hesaplanmış ve orta seviyeye gerilemiştir. **Toplam fenolik madde içeriği** açısından her iki koşulda da yüksek kalıtım derecesine sahip olup, kontrol koşullarında %39,75, kurak koşullarda ise %65,40 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.22. Kontrol ve kurak koşulları altında yetiştirilen genotiplerde biyokimyasal karakterlere ait kalıtımın derecesi

Özellik	GV	EV	K. Derecesi	Hbs Kategorisi	GV	EV	K. Derecesi	Hbs Kategorisi
Yaprakta Prolin İçeriği (g/FW)	-	16752.26	-	-	38907.03	77226.96	33.50	Orta
Yaprakta Lipid Peroksidasyonu (μmol/ g FW)	2.35	2.62	47.28	Orta	4.50	8.50	34.63	Orta
Yaprak Antioksidan İçeriği (ppm)	113131.25	82030.48	57.97	Orta	60478.16	106862.50	36.14	Orta
Yaprakta H₂O₂ İçeriği (μmol/ g DW)	1.34	6.98	16.13	Düşük	-	7.68	-	-
Yaprakta Mg İçeriği (%)	0.12	0.03	81.89	Yüksek	0.05	0.03	59.02	Orta
Yaprakta K İçeriği (%)	0.30	0.21	58.20	Orta	0.37	0.35	51.63	Orta
Yaprakta Ca İçeriği (%)	0.58	0.21	73.15	Yüksek	0.43	0.33	56.91	Orta
Yaprakta Fe İçeriği (ppm)	125.37	465.02	21.23	Düşük	2738.05	2049.91	57.19	Orta
Yaprakta Mn İçeriği (ppm)	139.92	100.46	58.21	Orta	147.09	97.34	60.18	Yüksek
Yaprakta Zn İçeriği (ppm)	-	205.80	-	-	26.80	84.08	24.17	Düşük
Meyvede Fruktöz İçeriği (%)	0.09	0.05	64.70	Yüksek	0.05	0.06	44.09	Orta
Meyvede Glikoz İçeriği (%)	0.10	0.06	60.50	Yüksek	0.05	0.11	32.79	Orta
Yaprakta Toplam Fenolik Madde İçeriği (mg/100gFW)	3079.52	4667.06	39.75	Orta	8726.12	4616.06	65.40	Yüksek

Bu sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, magnezyum, mangan ve toplam fenolik bileşikler gibi özelliklerin yüksek kalıtım derecesine sahip olduğu ve büyük ölçüde genetik faktörler tarafından kontrol edildiği görülmektedir. Buna karşılık, hidrojen peroksit içeriği ve çinko içeriği gibi parametrelerin düşük kalıtım derecesine sahip olduğu ve büyük ölçüde çevresel faktörlerden etkilendiği belirlenmiştir.

Sonuç olarak, kuraklığa dayanıklı domates genotiplerinin belirlenmesi açısından yüksek kalıtım derecesine sahip biyokimyasal bileşiklerin seleksiyon kriteri olarak dikkate alınması gerektiği ve çevresel faktörlerden fazla etkilenen parametrelerin değerlendirilmesinde dikkatli olunması gerektiği sonucuna varılmıştır.

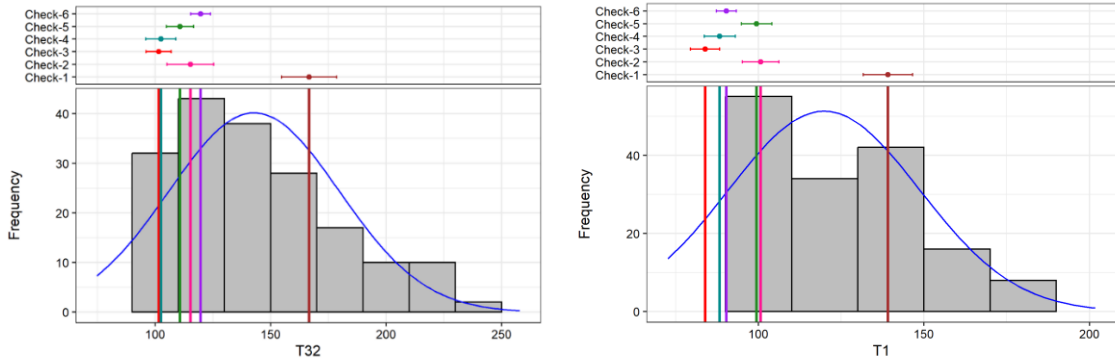
Mahurtale ve ark. (2023) tarafından yapılan çalışmada altı farklı domates genotipi, verim ve verimle ilişkili özellikler açısından değerlendirilmiştir. Denemede, 'yüzde 50 çiçeklenmeye kadar geçen gün sayısı' dışında tüm özelliklerde Genetik Varyasyon Katsayısı (GCV) ve Fenotipik Varyasyon Katsayısı (PCV) yüksek anlamlılık göstermiştir. Bu bulgular, genetik varyasyonun önemli bir düzeyde olduğunu ve domatesin çeşitli verimle ilişkili özelliklerinde seleksiyon için uygun fırsatlar sunduğunu göstermektedir. Yüksek kalıtım derecesi ve önemli genetik ilerleme oranları, çoğu özellikte gözlemlenmiştir. Özellikle bitki başına meyve verimi ve ortalama meyve ağırlığı gibi verimle doğrudan ilişkili özellikler, yüksek kalıtım derecesine sahip olup, bu özelliklerin seleksiyon yoluyla önemli iyileştirmeler sağlayabileceği gösterilmiştir. Ayrıca, bitki başına meyve sayısı ve bitki boyu gibi özellikler de yüksek genetik ilerleme göstermiştir, bu da bu özelliklerde iyileştirmeler yapılması için geniş bir seleksiyon potansiyeli sunduğunu ortaya koymaktadır. Bu çalışma, özellikle bitki başına meyve verimi gibi verim artırıcı özelliklerin, genetik varyasyon ve yüksek kalıtım derecesi ile başarılı bir şekilde ıslah edilebileceğini ve gelecek çalışmalar için bu özelliklere dayalı seleksiyon yapmanın faydalı olacağını vurgulamaktadır.

Rasheed ve ark. (2023), tarafından yapılan bir çalışmada domateste verim ve verimle ilişkili özellikler için genetik varyasyon, kalıtım derecesi ve genetik ilerlemeyi araştırmayı amaçlamıştır. Bu amaçla, sekiz domates ebeveyni ve bunların 15 melez veya hibritleri, ilgili özellikleri incelemek amacıyla değerlendirilmiştir. İncelenen tüm özellikler için önemli varyasyonlar gözlemlenmiştir. Genotipik varyasyon katsayısı (GCV) ve fenotipik varyasyon katsayısı (PCV) değerleri, bitki başına verim (kg) (37.62% ve 37.79%), meyve sayısı (NFRC) (31.52% ve 31.71%), çiçek sayısı (24.63 ve 24.67) ve tek meyve ağırlığı (g) (23.49 ve 23.53) için yüksek olarak kaydedilmiştir. Bu, bu özellikler için seleksiyon yapmanın faydalı olacağına işaret etmektedir. Kalıtım derecesi (h^2) tahminleri, çiçek sayısı (NFC) (0.99%), tek meyve ağırlığı (SFW) (g) (0.99%) ve bitki başına verim (YP) (kg) (0.99%) için yüksek olmuştur. Tek meyve ağırlığı (SFW) (g) tüm varyasyon bileşenleri için yüksek değerler sergilemiştir. Genetik ilerleme (GAM) ve yüksek kalıtım derecesi (h^2) ile birlikte, bitki başına verim (kg) (%52.58) ve kümeye meyve sayısı (%43.91) için yüksek genetik ilerleme gözlemlenmiştir.

4.5. Kontrol ve Kurak Koşulları Altında Yetişen Genotiplerde Karakterlerin Frekans Dağılımı

4.5.1. Morfolojik Karakterlerin Frekans Dağılımı

Kontrol koşullarında (sol grafik), bitki boyu geniş bir dağılım göstermekte olup, en yüksek frekansta yer alan bireyler yaklaşık 100-150 cm arasındaki grupta yoğunlaşmaktadır. Normal dağılım eğrisi, bitki boyu değişkenliğinin nispeten dengeli olduğunu ve genotiplerin büyük bir kısmının 100 cm'den daha uzun olduğunu göstermektedir (Şekil 4.1). Dağılımın sağında, daha uzun boylu bireyler düşük frekansta gözlemlenmiştir. Grafikte farklı renklerde gösterilen çizgiler, şahit olarak kullanılan 6 adet ticari çeşidi ifade etmektedir ve genotiplerin bitki boylarını temsil etmekte olup, bazı genotiplerin ortalamasının üzerinde, bazılarının ise altında kaldığını göstermektedir.



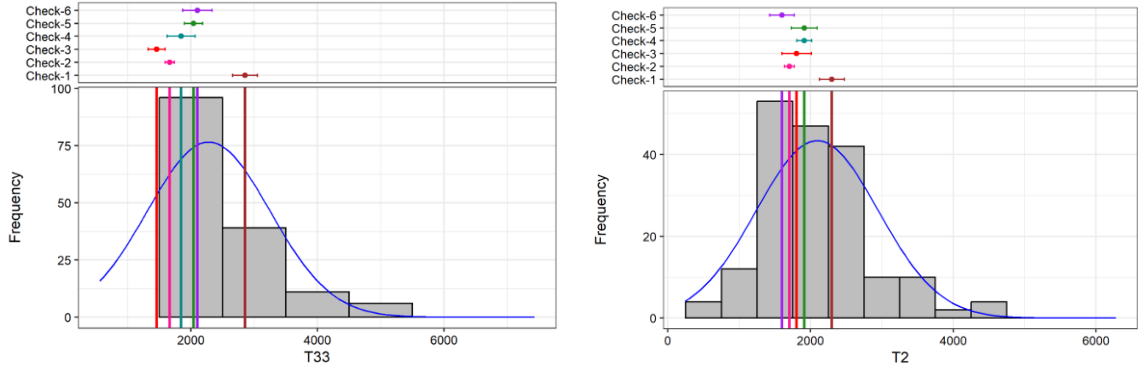
Şekil 4.1. Kontrol (T32) ve Kurak(T1) Koşulları altında yetişen genotiplerde **Bitki Boyu (cm)** karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri

Kurak koşullar altında (sağ grafik), bitki boyu değerlerinin genel olarak kontrol koşullarına kıyasla daha düşük olduğu görülmektedir. Bitki boyu frekans dağılımı 80-140 cm arasında yoğunlaşmış olup, daha uzun boylu bireylerin sayısı oldukça azalmıştır. Normal dağılım eğrisi de kontrol grubuna kıyasla daha dik ve sola kaymış olup, bireylerin büyük bir kısmının daha kısa boylu olduğu görülmektedir. Bu da kuraklığın genetik varyasyonu baskılayarak bitki boyu üzerindeki çeşitliliği azalttığını düşündürmektedir.

Kontrol koşulları (T33) altında yetiştirilen genotiplerin bitki ağırlığına ait frekans dağılımına bakıldığında, verilerin genellikle düşük varyans gösterdiği, dağılımın daha dar bir aralıkta yoğunlaştığı, yüksek bitki ağırlığına sahip genotiplerin daha az sayıda olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 4.2). Özellikle 1000-3000 g/bitki aralığında yoğunlaşan bir dağılım olduğu ve bazı genotiplerin ise 6000 g/bitki seviyelerine kadar ulaştığı belirlenmiştir.

Kurak koşullar (T2) altında yetiştirilen genotiplerin bitki ağırlığı frekans dağılımında ise kontrol koşullarına kıyasla daha geniş bir varyasyon olduğu ve dağılımın daha yaygın hale geldiği görülmektedir. Özellikle düşük bitki ağırlığına sahip genotiplerin sayısında belirgin bir artış görülmekte, ancak bazı genotiplerin kurak koşullarda da yüksek ağırlık koruyabildiği

belirlenmektedir. Dağılım eğrisi incelendiğinde, ortalamanın kontrol koşullarına kıyasla daha düşük olduğu gözlemlenmektedir.

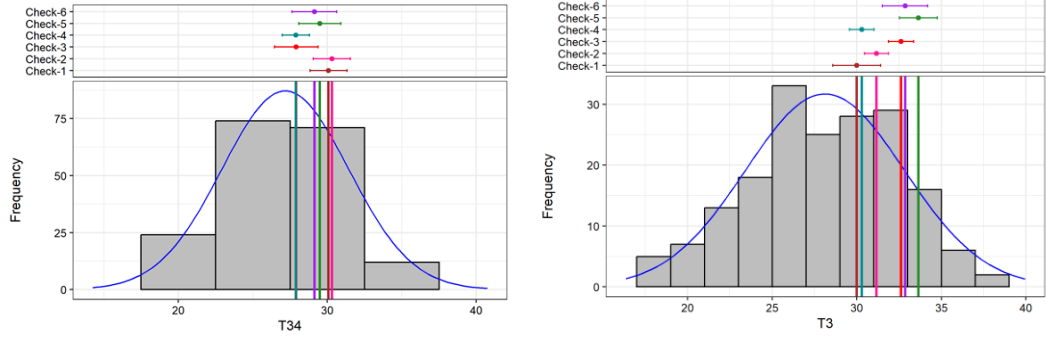


Şekil 4.2. Kontrol (T33) ve Kurak(T2) Koşulları altında yetişen genotiplerde **Bitki Ağırlığı (g/bitki)** karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri

Genel olarak değerlendirildiğinde, kontrol koşullarında bitki ağırlığı dağılımının daha belirgin bir aralıkta yoğunlaştığı, kurak koşullarda ise varyasyonun arttığı görülmektedir. Kurak koşullarda düşük ağırlıkta genotiplerin artması, kuraklığın biyokütle üretimi üzerindeki olumsuz etkisini yansıtmaktadır. Bununla birlikte, yüksek bitki ağırlığını sürdürebilen genotiplerin varlığı, kuraklığa dayanıklı genotiplerin belirlenmesi açısından önemli bir fırsat sunmaktadır.

Kontrol koşulları (T34) altında yetiştirilen genotiplerin yaprak boyu dağılımına bakıldığında, verilerin belirli bir aralıkta yoğunlaştığı ve dağılımın normale yakın bir şekil gösterdiği görülmektedir. Yaprak boyu büyük çoğunlukla 25-35 cm aralığında yoğunlaşmış olup, en fazla frekansa sahip genotiplerin bu aralık içinde yer aldığı belirlenmiştir (Şekil 4.3). Dağılım eğrisi, ortalamanın merkezde yoğunlaştığını ve uç değerlerin daha az sıklıkta meydana geldiğini göstermektedir. Bu durum, kontrol koşulları altında genotiplerin yaprak boyu açısından daha stabil bir dağılım sergilediğini ve çevresel faktörlerden daha az etkilendiğini düşündürmektedir.

Kurak koşullar (T3) altında yetiştirilen genotiplerin yaprak boyu dağılımı incelendiğinde, ortalamanın kontrol koşullarına kıyasla hafif bir azalma gösterdiği, ancak varyasyonun arttığı gözlemlenmektedir. Özellikle daha kısa yaprak boyuna sahip genotiplerin sayısında belirgin bir artış olduğu, ancak bazı genotiplerin yine uzun yaprak boyunu koruyabildiği belirlenmiştir. Dağılım eğrisi incelendiğinde, kontrol koşullarındaki gibi simetrik bir dağılım gösterdiği, ancak frekans yoğunluğunun kontrol grubuna kıyasla daha düşük olduğu görülmektedir.

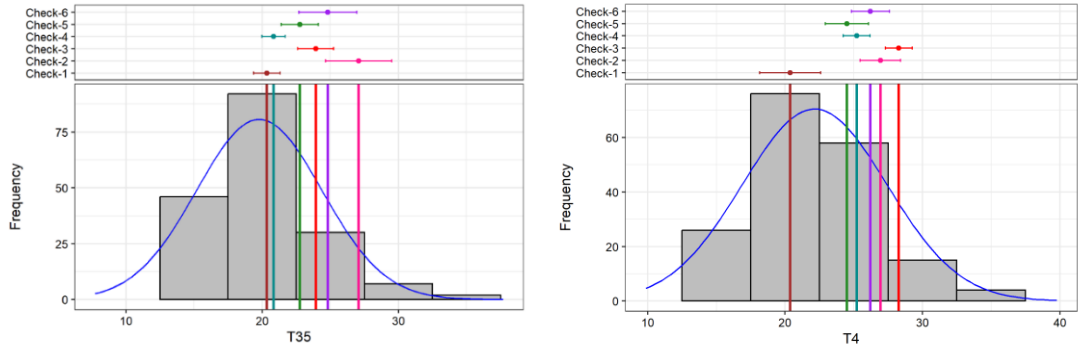


Şekil 4.3. Kontrol (T34) ve Kurak (T3) Koşulları altında yetişen genotiplerde **Yaprak Boyu (cm)** karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri

Bu durum, kuraklık stresinin yaprak büyümesi üzerindeki inhibe edici etkisini göstermektedir. Ancak, yüksek yaprak boyunu koruyabilen bazı genotiplerin bulunması, kuraklığa dayanıklı genotiplerin seleksiyon sürecinde öncelikli olarak değerlendirilebileceğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, kurak koşullarda yaprak boyunu koruyabilen genotipler kuraklık toleransına sahip aday genotipler olarak ıslah programlarında değerlendirilmelidir.

Kontrol koşulları (T35) altında yetiştirilen genotiplerin yaprak eni dağılımı incelendiğinde, verilerin genellikle dar bir aralıkta yoğunlaştığı ve normal dağılıma yakın bir eğilim gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.4). Yaprak eni büyük oranda 15-30 cm aralığında yoğunlaşmış olup, en fazla frekansa sahip genotipler bu aralık içerisinde bulunmaktadır. Dağılım eğrisi incelendiğinde, ortalamanın merkezde yoğunlaştığı, ancak uç değerlerde daha az sayıda genotip bulunduğu görülmektedir. Bu durum, kontrol koşulları altında yaprak eni açısından genotipler arasında nispeten düşük varyasyon olduğunu ve çevresel koşulların bu özellik üzerindeki etkisinin sınırlı kaldığını göstermektedir.

Kurak koşullar (T4) altında yetiştirilen genotiplerde ise yaprak eni değerlerinde belirgin bir varyasyon artışı gözlemlenmiştir. Ortalamanın kontrol koşullarına kıyasla daha düşük olduğu, ancak geniş bir varyasyon aralığının bulunduğu belirlenmiştir. Özellikle düşük yaprak eni değerine sahip genotiplerin sayısında artış gözlenirken, bazı genotiplerin ise kontrol koşullarına yakın geniş yaprak eni koruduğu görülmektedir. Dağılım eğrisi incelendiğinde, kontrol grubuna kıyasla daha yayılmış bir yapı gösterdiği ve düşük yaprak eni değerlerine sahip genotiplerin sayısının arttığı belirlenmiştir.



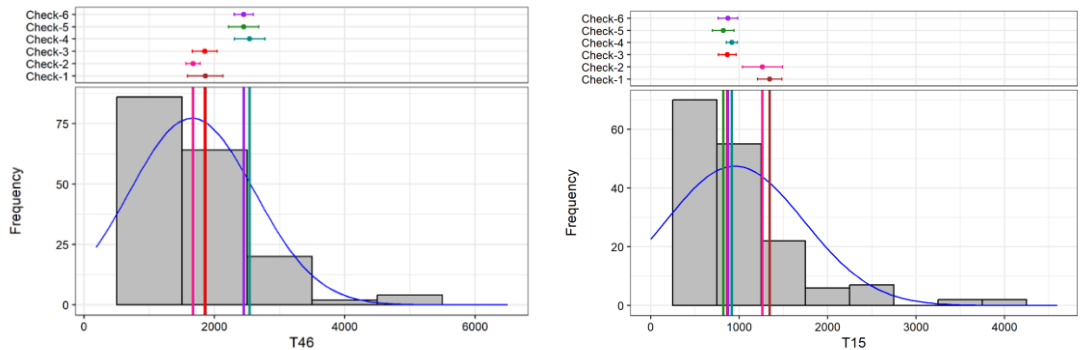
Şekil 4.4. Kontrol (T35) ve Kurak (T4) Koşulları altında yetişen genotiplerde **Yaprak Eni (cm)** karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri

Sonuç olarak, kurak koşullarda geniş yaprak enini koruyabilen genotiplerin belirlenmesi, kuraklığa dayanıklı bitki ıslahı çalışmalarında önemli bir strateji olabilir. Yaprak eni, kuraklık stresine verilen morfolojik yanıtları anlamada önemli bir karakter olup, genetik seleksiyon sürecinde dikkatle değerlendirilmesi gereken bir parametre olarak öne çıkmaktadır.

4.5.2. Agronomik Karakterlerin Frekans Dağılımı

Kontrol koşullarında (T46), meyve verimi genotiplerin büyük çoğunluğunda 1000–2500 g/bitki aralığında yoğunlaşmıştır (Şekil 4.5). En yüksek frekans yaklaşık 1500 g/bitki civarında gözlemlenmekte olup, daha yüksek verime sahip bazı genotipler 6000 g/bitki'ye kadar çıkmaktadır. Bu durum, verimin geniş bir varyasyon gösterdiğini ve bazı genotiplerin potansiyel olarak üstün verim özelliği taşıdığını ortaya koymaktadır.

Kurak koşullarda (T15), meyve verimi genel olarak daha düşük olup genotiplerin çoğu 500–2000 g/bitki aralığında yoğunlaşmıştır. En yüksek sıklık yaklaşık 1000 g/bitki civarında görülmektedir. 4000 g/bitki üzerindeki verim değerlerine sahip genotip sayısı oldukça sınırlıdır.

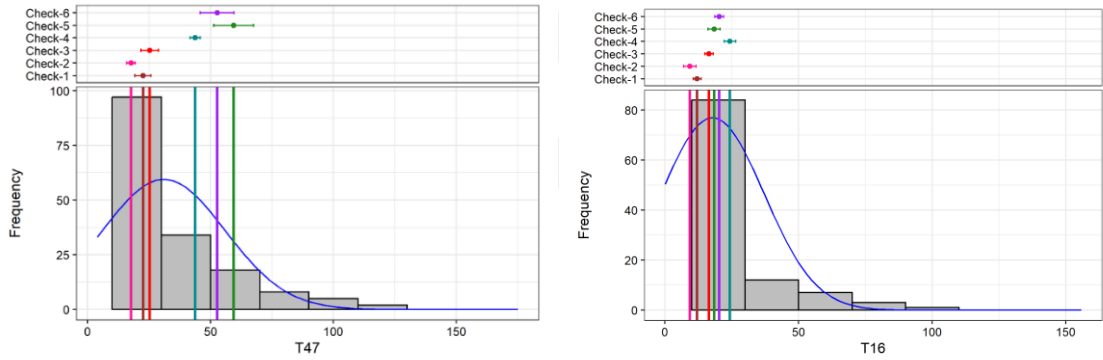


Şekil 4.5. Kontrol (T46) ve Kurak (T15) Koşulları altında yetişen genotiplerde **Meyve Verimi (g/bitki)** karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri

Sonuç olarak, kurak koşullarda verim ortalamasının düştüğü, ancak genetik varyasyonun sürdüğü anlaşılmaktadır. Bu durum, kuraklığa toleranslı ve yüksek verim potansiyeline sahip genotiplerin belirlenmesi açısından önemlidir ve bu genotiplerin kuraklık stresine karşı dayanıklı çeşit geliştirme programlarında değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Kontrol koşullarında (T47), meyve sayısı genellikle 20 ila 60 adet/bitki aralığında yoğunlaşmış olup, en yüksek frekans 30–40 aralığında gözlemlenmektedir (Şekil 4.6). Bazı genotiplerde ise bu değerler 100 adedin üzerine çıkmaktadır, bu da kontrol ortamında genotipler arası geniş varyasyonun varlığını göstermektedir. Dağılım sağa çarpık olup, yüksek meyve sayısına sahip birkaç genotip istisna oluşturmuştur.

Kurak koşullarda (T16) ise meyve sayısı genel olarak daha düşük düzeyde seyretmektedir. Çoğu genotipin meyve sayısı 10–40 adet/bitki aralığında yoğunlaşmış, en yüksek frekans ise 20–30 arasında gözlemlenmiştir. Dağılım, kontrol koşullarına benzer şekilde sağa çarpık olmakla birlikte, yüksek meyve sayısına sahip genotiplerin sayısı belirgin biçimde azalmıştır.



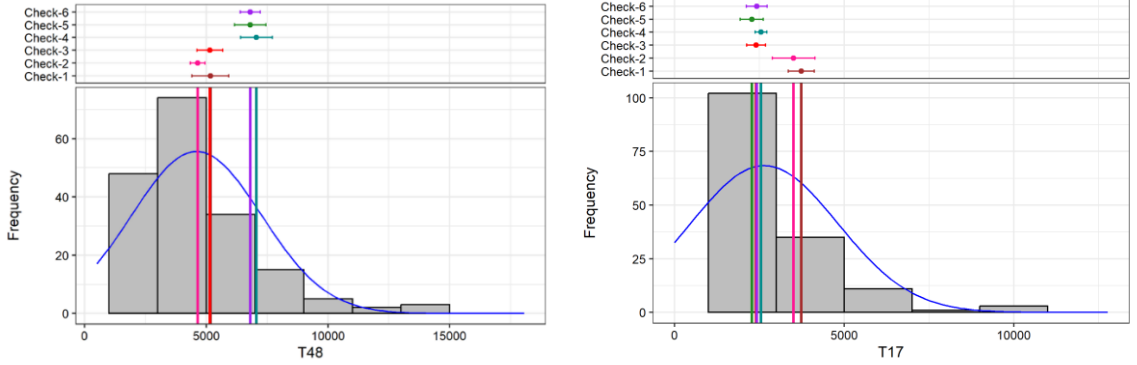
Şekil 4.6. Kontrol (T47) ve Kurak (T16) Koşulları altında yetişen genotiplerde **Meyve Sayısı (adet/bitki)** karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri

Sonuç olarak, kurak koşulların meyve sayısı üzerinde azaltıcı bir etkisi olduğu, fakat bu etkiye karşı genotipler arasında farklı tolerans düzeylerinin bulunduğu anlaşılmaktadır. Bu durum, kuraklık stresine karşı dayanıklı ve meyve sayısını yüksek düzeyde sürdürebilen genotiplerin seçilmesinin mümkün olduğunu göstermekte ve bu genotiplerin ileri ıslah programlarında kullanılabileceğini ortaya koymaktadır.

Kontrol koşullarında (T48) meyve verimi, genotiplerin büyük çoğunluğunda 3000–6000 kg/m² aralığında yoğunlaşmıştır (Şekil 4.7). En yüksek frekans, yaklaşık 4000–5000 kg/m² düzeyinde gözlemlenmiş, bazı genotiplerde ise verim 15000 kg/m²'ye kadar ulaşmıştır. Bu durum, sulama imkânı bulunan ortamlarda genotiplerin verim potansiyelini daha yüksek düzeyde ortaya koyabildiğini göstermektedir.

Kurak koşullarda (T17) ise meyve verimi genel olarak daha düşük düzeydedir. Genotiplerin çoğu 1000–4000 kg/m² aralığında yoğunlaşmış, en yüksek frekans ise 2000–3000 kg/m² seviyelerinde görülmüştür. Yüksek verim düzeyine sahip genotip sayısı oldukça azalmış, ancak bazı

bireylerin 8000–10000 kg/m²'ye kadar ulaşabildiği görülmektedir. Bu da, bazı genotiplerin kuraklık koşullarında bile yüksek performans gösterebildiğini işaret etmektedir.

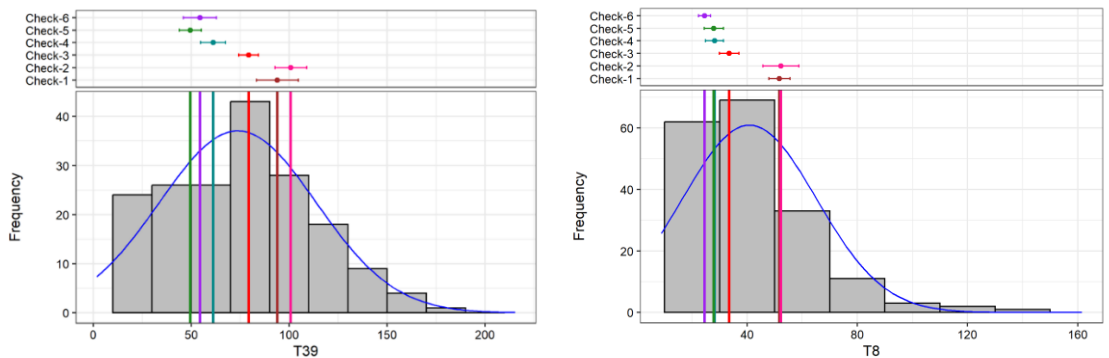


Şekil 4.7. Kontrol (T48) ve Kurak (T17) Koşulları altında yetişen genotiplerde **Meyve Verimi (kg/m²)** karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri

Sonuç olarak, kurak koşullar meyve verimini önemli ölçüde azaltmış, ancak buna rağmen bazı genotiplerin yüksek verimi koruyabildiği tespit edilmiştir. Bu durum, kuraklık stresine toleranslı ve yüksek verimli domates genotiplerinin belirlenebileceğini ve bu genotiplerin kurak alanlara yönelik ıslah programlarında kullanılabileceğini göstermektedir.

Kontrol koşullarında (T39), meyve ağırlığı genotiplerin çoğunda 50–100 gram aralığında yoğunlaşmıştır (Şekil 4.8). En yüksek frekans yaklaşık 70–80 g civarında gözlemlenmiş, bazı genotiplerde meyve ağırlığının 200 gramın üzerine kadar çıktığı görülmüştür. Bu durum, sulama imkânı olan koşullarda genetik potansiyelin daha rahat ortaya konduğunu göstermektedir.

Kurak koşullarında (T8), meyve ağırlığında belirgin bir azalma söz konusudur. Genotiplerin büyük çoğunluğu 30–70 gram aralığında toplanmış, en yüksek frekans ise 40–50 gram düzeyinde kaydedilmiştir. 100 gram ve üzeri meyve ağırlığına sahip genotip sayısı oldukça sınırlı kalmıştır.

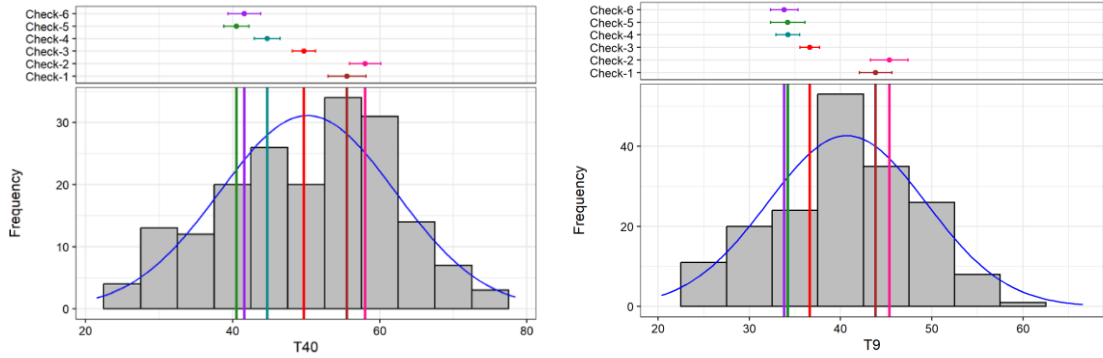


Şekil 4.8. Kontrol (T39) ve Kurak (T8) Koşulları altında yetişen genotiplerde **Meyve Ağırlığı (g)** karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri

Sonuç olarak, kuraklık meyve ağırlığını azaltıcı etki göstermiş, ancak bazı genotipler kurak koşullarda dahi göreceli olarak yüksek meyve ağırlığını koruyabilmiştir. Bu genotipler, kuraklığa dayanıklı ve iri meyve üretebilen adaylar olarak domates ıslah çalışmalarında değerlendirilmelidir.

Kontrol koşullarında (T40), meyve çapı genotiplerin büyük çoğunluğunda 40–60 mm aralığında yoğunlaşmıştır (Şekil 4.9). En yüksek frekans yaklaşık 45–50 mm arasında görülmekte, bazı genotiplerde ise 60 mm’yi aşan değerler elde edilmiştir. Dağılım normal eğriye yakın bir seyir izlemekte olup, genotipler arasında geniş bir varyasyon olduğu anlaşılmaktadır.

Kurak koşullarda (T9), meyve çapı değerleri genel olarak daha düşük seviyelerde yoğunlaşmıştır. En sık görülen çap aralığı 35–45 mm arasında olup, maksimum değerler 50 mm civarında sınırlı kalmıştır. Dağılım eğrisi kontrol grubuna göre sola kaymış, bu da çapta genel bir küçülmeyi işaret etmektedir.

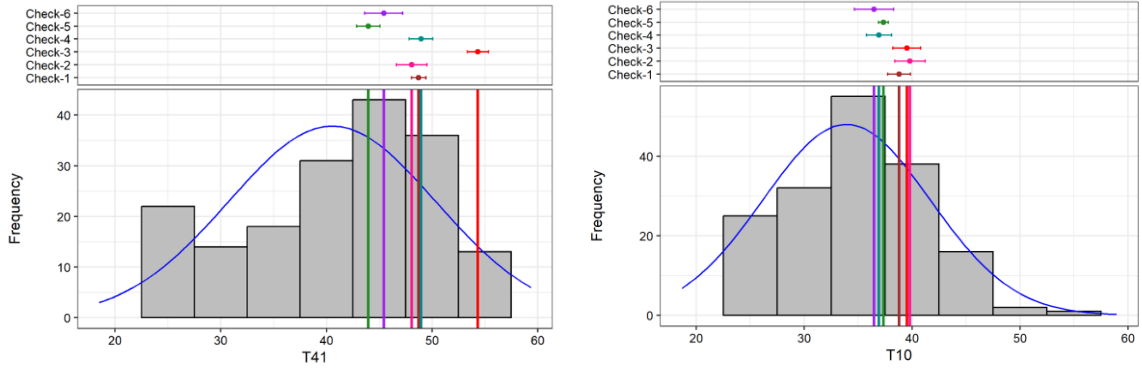


Şekil 4.9. Kontrol (T40) ve Kurak (T9) Koşulları altında yetişen genotiplerde **Meyve Çapı (mm)** karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri

Sonuç olarak, kuraklık koşulları meyve çapını düşürücü etki göstermiş, ancak bu etkiye karşı dirençli olan ve çapını büyük ölçüde koruyabilen genotipler de tespit edilmiştir. Bu genotipler, kurak koşullarda iri meyve üretme potansiyeli açısından seleksiyon çalışmalarında dikkate alınabilecek adaylar olarak değerlendirilebilir.

Kontrol koşullarında (T41), meyve boyu genotiplerin çoğunda 35–55 mm aralığında yoğunlaşmıştır (Şekil 4.10). En yüksek frekans yaklaşık 40–45 mm aralığında gözlemlenmiş, bazı genotiplerde ise boy uzunluğu 60 mm’ye kadar çıkmıştır. Bu durum, uygun çevresel koşullarda meyve boyunun geniş bir varyasyona sahip olduğunu göstermektedir.

Kurak koşullar altında (T10), meyve boyu genel olarak daha düşük değerlerde yoğunlaşmıştır. Genotiplerin büyük kısmı 30–40 mm aralığında toplanmış, en yüksek frekans ise 35 mm civarında kaydedilmiştir. Maksimum meyve boyu değeri, kontrol koşullarına kıyasla daha düşüktür.

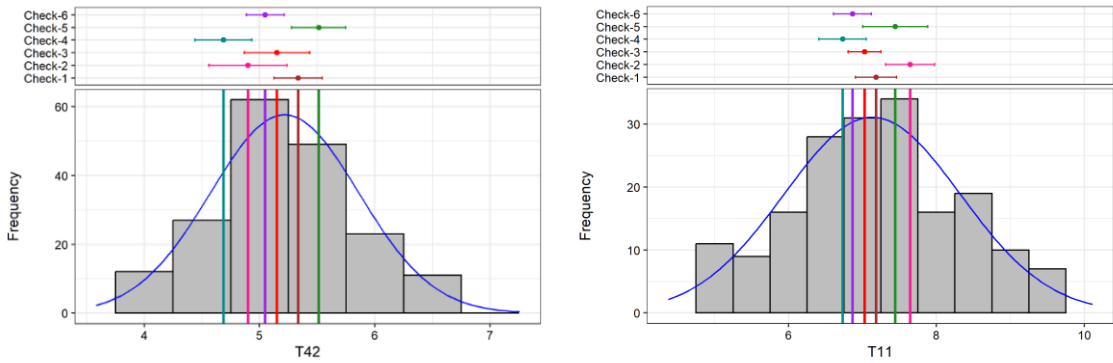


Şekil 4.10. Kontrol (T41) ve Kurak (T10) Koşulları altında yetişen genotiplerde **Meyve Boyu (mm)** karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri

Sonuç olarak, kuraklık meyve boyu üzerinde genel bir küçültücü etkiye sahiptir. Ancak, bazı genotiplerin stres koşullarında da meyve boyunu koruyabildiği görülmektedir. Bu genotipler, kurak koşullarda iri meyve üretimi potansiyeline sahip adaylar olarak ıslah programlarında değerlendirilebilir.

Kontrol koşullarında (T42), SÇKM değerleri genotiplerin çoğunda %4,5–6,0 aralığında yoğunlaşmıştır. En yüksek frekans yaklaşık %5,0–5,5 seviyelerinde görülmüştür (Şekil 4.11). Dağılım normale yakın bir yapıya sahip olup, genotipler arası varyasyon sınırlı düzeydedir.

Kurak koşullarda (T11), SÇKM değerleri genel olarak daha yüksek seviyelere kaymıştır. Genotiplerin büyük çoğunluğu %5,5–7,5 aralığında toplanmış, en yüksek sıklık ise %6,0–6,5 aralığında kaydedilmiştir. Bu artış, kuraklıkla birlikte meyvede su içeriğinin azalmasına bağlı olarak kuru madde oranının yükseldiğini göstermektedir.



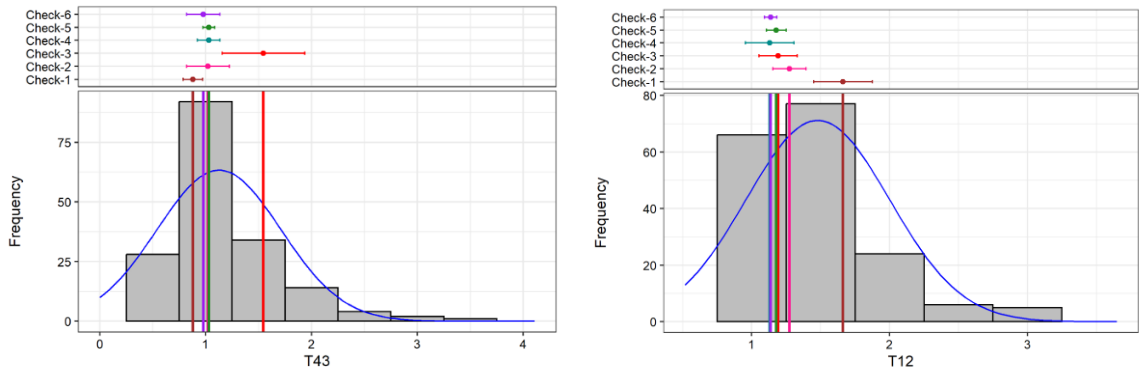
Şekil 4.11. Kontrol (T42) ve Kurak (T11) Koşulları altında yetişen genotiplerde **SÇKM (%)** karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri

Sonuç olarak, kuraklık koşulları SÇKM değerlerinde artışa neden olmuştur. Bu durum, kuraklık stresinin meyve içerisindeki suyun azalmasına ve dolayısıyla kuru madde yoğunluğunun artmasına yol açtığını göstermektedir. Kurak koşullarda yüksek SÇKM oranı koruyabilen genotipler,

kalite açısından avantajlı olup, bu özellikleriyle ıslah çalışmalarında öncelikli olarak değerlendirilebilir.

Kontrol koşullarında (T43), asitlik değerleri genotiplerin çoğunda %0,6–1,2 aralığında yoğunlaşmış, en yüksek frekans ise %0,8–1,0 aralığında görülmüştür (Şekil 4.12). Dağılım sola çarpık bir yapı göstermekte olup, nadir de olsa %2'nin üzerinde asitlik değerlerine sahip genotipler de tespit edilmiştir.

Kurak koşullarda (T12), asitlik değerlerinde genel bir artış eğilimi gözlemlenmiştir. Genotiplerin büyük kısmı %1,0–1,8 aralığında yer almakta, en yüksek sıklık ise %1,2 civarında gözlenmektedir. Maksimum değerler %3'e kadar ulaşmakta olup, bu durum kuraklık stresinin meyve içerisindeki asit miktarını artırdığını göstermektedir.

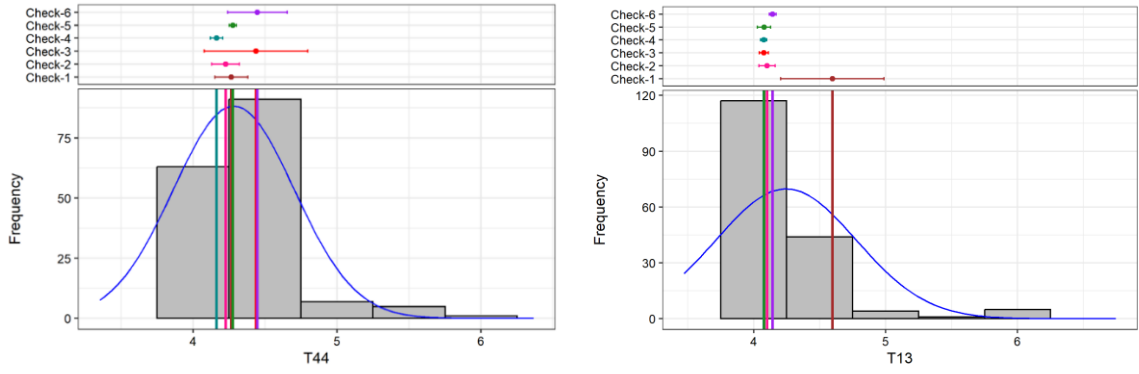


Şekil 4.12. Kontrol (T43) ve Kurak (T12) Koşulları altında yetişen genotiplerde **Asitlik (%)** karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri

Sonuç olarak, kuraklık koşulları asitlik değerlerinde belirgin bir artışa neden olmuştur. Bu artış, muhtemelen su kaybına bağlı olarak meyve içeriğinde asitlerin daha yoğun hale gelmesinden kaynaklanmaktadır. Kurak koşullarda daha yüksek asitlik koruyabilen genotipler, sanayi tipi domateslerde arzu edilen lezzet ve raf ömrü açısından avantaj sağlayabilir. Bu nedenle bu tür genotipler, kalite odaklı ıslah çalışmalarında dikkate alınmalıdır.

Kontrol koşullarında (T44), genotiplerin pH değerleri genellikle 4,0–4,8 aralığında yoğunlaşmakta olup, en yüksek frekans yaklaşık 4,2–4,4 aralığında gözlemlenmiştir (Şekil 4.13). Dağılım simetrik yapıya yakın bir görünüm sergilemekte, uç değerler ise nadiren 5,5'e kadar çıkmaktadır.

Kurak koşullarda (T13), pH değerleri genel olarak daha düşük seviyelere kaymıştır. Genotiplerin büyük çoğunluğu 3,8–4,4 aralığında toplanmış ve en sık görülen değer 4,0 civarında gözlenmiştir. Bu durum, kuraklık koşullarının pH üzerinde hafif asitleştirici bir etki oluşturduğunu göstermektedir.

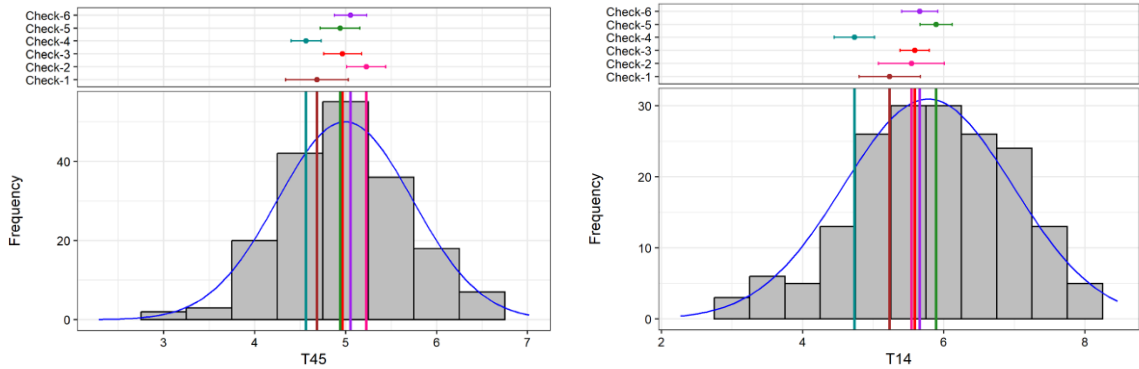


Şekil 4.13. Kontrol (T44) ve Kurak (T13) Koşulları altında yetişen genotiplerde **pH** karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri

Sonuç olarak, kuraklık koşullarının domates meyvesinin pH değerini düşürdüğü, yani asitliğini hafifçe artırdığı söylenebilir. Bu durum, kurak koşullarda yetiştirilen domateslerin daha düşük pH'a sahip olma eğiliminde olduğunu, dolayısıyla tat profili ve dayanıklılık özelliklerinin çevresel faktörlerden etkilendiğini göstermektedir. Düşük pH'ı koruyabilen genotipler, özellikle işlenmiş domates ürünleri için tercih edilebilir ve kalite odaklı ıslah programlarında dikkate alınmalıdır.

Kontrol koşullarında (T45), EC değerleri genotiplerin büyük çoğunluğunda 4,0–5,5 dS/m aralığında yoğunlaşmıştır (Şekil 4.14). En yüksek frekans yaklaşık 4,5–5,0 dS/m civarında gözlemlenmiştir. Dağılım simetrik bir yapı sergilemekte ve uç değerler 6,5 dS/m'ye kadar çıkmaktadır.

Kurak koşullarda (T14), EC değerlerinde genel bir artış gözlemlenmiştir. Genotiplerin çoğu 4,5–6,5 dS/m aralığında yoğunlaşmış, en yüksek frekans 5,0–5,5 dS/m arasında kaydedilmiştir. Maksimum değerlerin 8 dS/m'ye kadar ulaştığı görülmüştür. Bu durum, kuraklık stresinin meyvedeki çözünmüş tuz konsantrasyonunu artırdığını göstermektedir.



Şekil 4.14. Kontrol (T45) ve Kurak (T14) Koşulları altında yetişen genotiplerde **EC (dS/m)** karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri

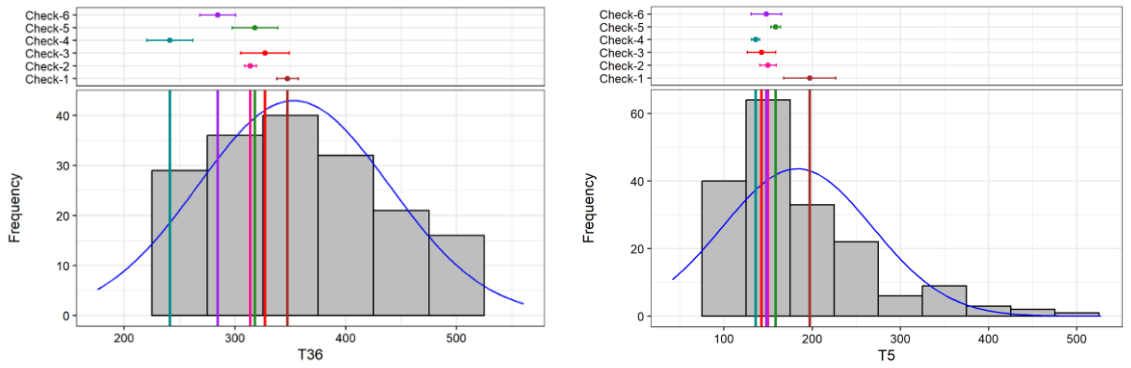
Sonuç olarak, kuraklık koşulları EC değerini artırarak meyvede iyon birikimini teşvik etmiştir. Bu artış, kurak stres koşullarında su kaybı ile birlikte çözünebilen tuzların daha konsantre

hale gelmesinden kaynaklanabilir. Yüksek EC değerine sahip genotipler, lezzet yoğunluğu bakımından avantaj sağlayabilir; ancak aşırı değerler kaliteyi olumsuz etkileyebileceği için bu özellik ıslah çalışmalarında denge gözetilerek dikkate alınmalıdır.

4.5.3. Fizyolojik Karakterlerin Frekans Dağılımı

Kontrol koşullarında (T36), stoma iletkenliği genotiplerin büyük çoğunluğunda 250–400 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ aralığında yoğunlaşmıştır (Şekil 4.15). En yüksek frekans yaklaşık 300–350 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ civarındadır. Dağılım normale yakın bir yapı sergilemekte, bazı genotiplerde ise değerler 500 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 'ye kadar çıkmaktadır. Bu durum, sulama yapılan ortamda genotiplerin stoma açıklığını daha fazla koruyabildiğini göstermektedir.

Kurak koşullarda (T5), stoma iletkenliği belirgin şekilde azalmıştır. Genotiplerin büyük çoğunluğu 100–200 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ aralığında yoğunlaşmış, en yüksek frekans ise yaklaşık 150 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ civarında gerçekleşmiştir. Dağılım sola kaymış ve üst düzey değerlere sahip genotip sayısı ciddi şekilde azalmıştır.

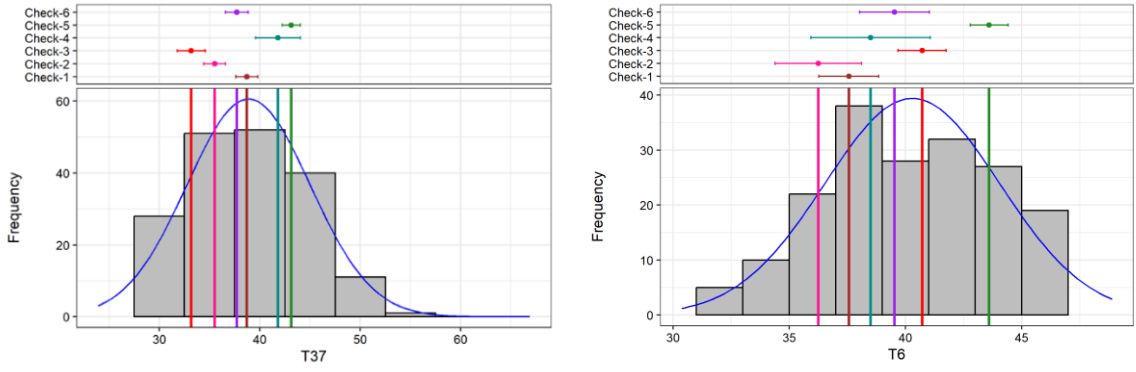


Şekil 4.15. Kontrol (T36) ve Kurak (T5) Koşulları altında yetişen genotiplerde **Stoma İletkenliği** karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri

Sonuç olarak, kuraklık stoma iletkenliği üzerinde baskılayıcı bir etki oluşturmuş, bu da bitkilerin su kaybını azaltmak için stomalarını daha fazla kapattığını göstermektedir. Kurak koşullarda yüksek stoma iletkenliği koruyabilen genotipler, fotosentetik kapasitesini sürdürebilme açısından avantajlı olabilir. Bu nedenle, bu genotipler kuraklık toleransı yüksek materyal geliştirme çalışmalarında dikkate alınmalıdır.

Kontrol koşullarında (T37), klorofil içeriği (SPAD değeri) genotiplerin çoğunda 30–40 birim aralığında yoğunlaşmıştır (Şekil 4.16). En yüksek frekans yaklaşık 35 birim görülmekte, bazı genotiplerde ise bu değer 60 birime kadar çıkmaktadır. Dağılım normale yakın bir yapı göstermektedir ve genotipler arasında geniş bir varyasyon söz konusudur.

Kurak koşullarda (T6), klorofil içeriği dağılımı biraz daha sıkışık hale gelmiş olup genotiplerin büyük çoğunluğu 35–43 birim aralığında yoğunlaşmıştır. En yüksek frekans yaklaşık 38–40 birim civarındadır. Dağılımda uç değerler daha sınırlı sayıda gözlenmekte, bu da stresin klorofil üretimi üzerinde dengeleyici bir etki yarattığını düşündürmektedir.

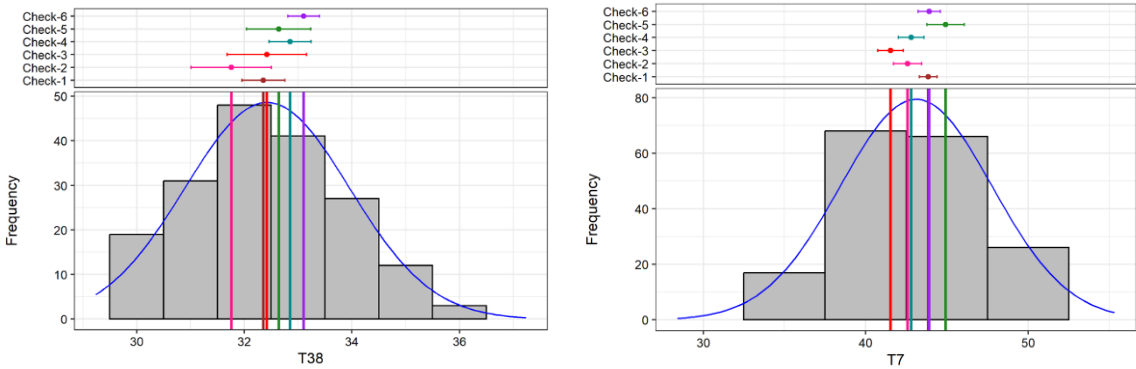


Şekil 4.16. Kontrol (T37) ve Kurak (T6) Koşulları altında yetişen genotiplerde **Klorofil İçeriği** karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri

Sonuç olarak, kurak koşullar altında klorofil içeriği değerleri belirli sınırlar içerisinde kalmakla birlikte, genotipler arası varyasyonun devam ettiği görülmüştür. Bu durum, bazı genotiplerin stres koşullarında fotosentetik kapasitelerini koruyabildiğini göstermektedir. Kuraklık altında klorofil içeriğini yüksek tutabilen genotipler, fizyolojik dayanıklılık bakımından avantajlı olup, kuraklık toleransı açısından seleksiyon programlarında değerlendirilmeye uygundur.

Yaprak sıcaklığı, bitkilerin su kaybı, terleme etkinliği ve stres seviyesi hakkında dolaylı bilgi sağlayan önemli bir fizyolojik parametredir. Kontrol koşullarında (T38), yaprak sıcaklığı genotiplerin büyük çoğunluğunda 31–34 °C aralığında yoğunlaşmıştır (Şekil 4.17). En yüksek frekans yaklaşık 32–33 °C civarında görülmektedir. Dağılım simetrik olup, genotipler arası farklar sınırlı düzeydedir.

Kurak koşullarda (T7), yaprak sıcaklığı değerleri belirgin biçimde artmış ve genotiplerin çoğu 39–44 °C aralığında yoğunlaşmıştır. En yüksek frekans yaklaşık 41–42 °C civarındadır. Maksimum sıcaklık değeri ise bazı genotiplerde 50 °C'ye kadar çıkmaktadır. Bu durum, kuraklık stresinin terleme mekanizmasını baskılayarak yaprak sıcaklığını artırdığını göstermektedir.



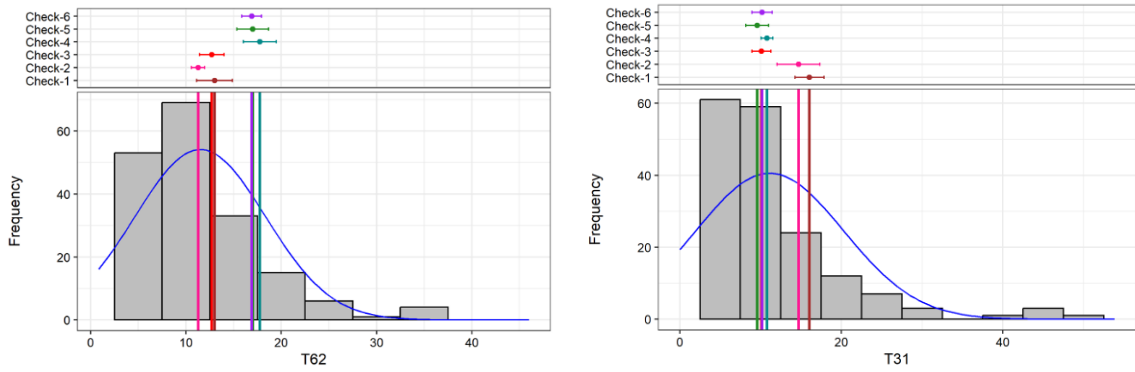
Şekil 4.17. Kontrol (T38) ve Kurak (T7) Koşulları altında yetişen genotiplerde **Yaprak Sıcaklığı** karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri

Sonuç olarak, kuraklık koşullarında yaprak sıcaklığında belirgin bir artış meydana gelmiştir. Bu artış, bitkilerde stomaların kapanmasıyla birlikte su kaybının azalması ve buna bağlı olarak

yaprak yüzeyinde sıcaklığın yükselmesiyle ilişkilidir. Yaprak sıcaklığını kurak koşullarda düşük düzeyde tutabilen genotipler, stres toleransı açısından öne çıkmakta ve bu özellikleri sayesinde ıslah programlarında öncelikli olarak değerlendirilebilecek potansiyele sahiptir.

Su kullanma etkinliği, bitkinin birim su tüketimi başına ürettiği biyokütleyle ifade eder ve özellikle kuraklık stresine dayanıklılık açısından kritik bir fizyolojik parametredir. Kontrol koşullarında (T62), su kullanma etkinliği genotiplerin çoğunda 10–20 g/L aralığında yoğunlaşmış olup, en yüksek frekans yaklaşık 12–14 g/L arasında gözlemlenmektedir (Şekil 4.18). Bazı genotiplerde bu değer 40 g/L'ye kadar çıkmaktadır, bu da sulama yapılan ortamlarda genetik potansiyelin tam olarak ortaya konabildiğini göstermektedir.

Kurak koşullarda (T31), su kullanma etkinliği genel olarak daha da artmış ve genotiplerin büyük kısmı yine 10–20 g/L aralığında yoğunlaşmıştır. Ancak dağılımın sağa daha fazla kaydığı ve yüksek su kullanma etkinliğine sahip genotip sayısının arttığı dikkat çekmektedir. Bu durum, su kıtlığı altında bazı genotiplerin suyu daha verimli kullanma yeteneği geliştirdiğini göstermektedir.



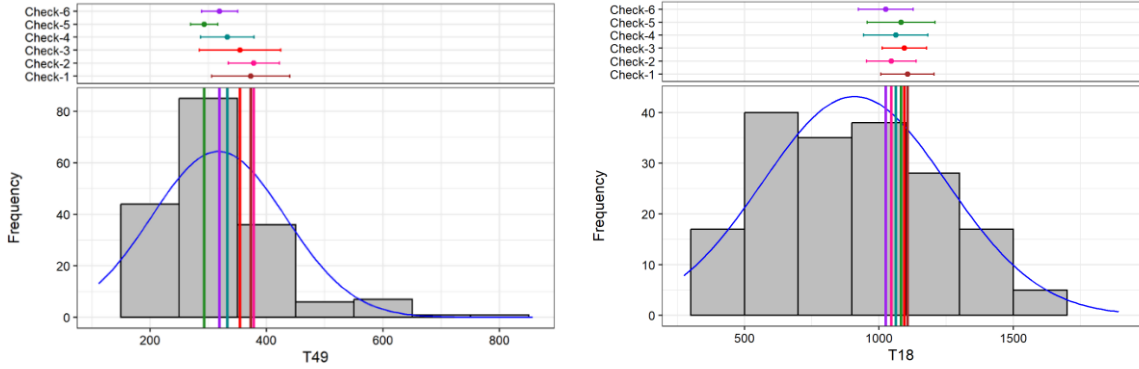
Şekil 4.18. Kontrol (T62) ve Kurak (T31) Koşulları altında yetişen genotiplerde **Su Kullanma Etkinliği (g/L)** karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri

Sonuç olarak, kuraklık koşulları altında bazı genotipler suyu daha etkin kullanma kapasitesine sahiptir. Bu genotipler, hem verim hem de su verimliliği açısından üstün performans gösterebilme potansiyeline sahiptir. Dolayısıyla, yüksek su kullanma etkinliği gösteren bireyler, kuraklığa dayanıklı domates çeşitlerinin geliştirilmesinde önemli adaylar olarak değerlendirilmelidir.

4.5.4. Biyokimyasal Karakterlerde Frekans Dağılımı

Prolin, bitkilerde özellikle kuraklık ve tuzluluk gibi stres koşullarında biriken önemli bir osmotik düzenleyici bileşiktir. Kontrol koşullarında (T49), yaprakta prolin içeriği genotiplerin büyük çoğunluğunda 200–400 g/FW aralığında yoğunlaşmıştır (Şekil 4.19). En yüksek frekans yaklaşık 300 g/FW civarındadır. Dağılım sağa çarpık olup, bazı genotiplerde bu değer 800 g/FW'ye kadar ulaşmaktadır. Bu durum, kontrol koşullarında genotipler arasında sınırlı bir prolin birikimi olduğunu göstermektedir.

Kurak koşullarda (T18), prolin içeriği belirgin şekilde artış göstermiştir. Genotiplerin çoğu 700–1200 g/FW aralığında toplanmıştır. En yüksek frekans yaklaşık 900 g/FW civarındadır. Bazı genotiplerde ise bu değer 1500 g/FW'ye kadar çıkmaktadır. Bu, prolinin kuraklık stresine karşı önemli bir yanıt mekanizması olarak aktive edildiğini göstermektedir.

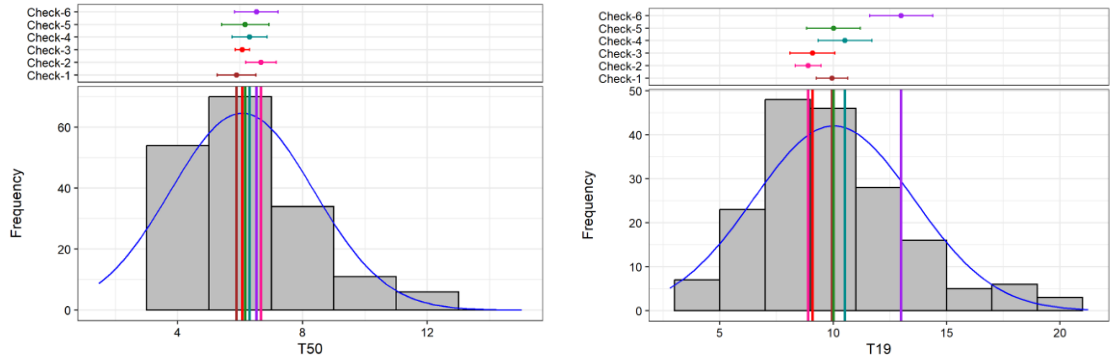


Şekil 4.19. Kontrol (T49) ve Kurak (T18) Koşulları altında yetişen genotiplerde **Yaprakta Prolin İçeriği (g/FW)** karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri

Sonuç olarak, kuraklık koşullarında yaprakta prolin içeriği önemli ölçüde artmış, bu da prolinin kuraklık stresine karşı bir koruyucu rol üstlendiğini doğrulamaktadır. Yüksek prolin birikimi gösteren genotipler, kuraklık stresine toleranslı bireyler olarak ön plana çıkmakta ve bu özellikleriyle stres toleransı odaklı ıslah programlarında önemli bir seleksiyon kriteri olarak değerlendirilebilmektedir.

Lipid peroksidasyonu, bitki dokularında hücre zarı bütünlüğünün bozulduğuna işaret eder ve oksidatif stresin önemli bir göstergesidir. Kontrol koşullarında (T50), genotiplerin büyük çoğunluğu 5–9 $\mu\text{mol/g FW}$ aralığında yoğunlaşmış olup, en yüksek frekans yaklaşık 7 $\mu\text{mol/g FW}$ civarındadır (Şekil 4.20). Dağılım simetrik yapı sergilemekte, maksimum değerler 12 $\mu\text{mol/g FW}$ seviyelerine kadar ulaşmaktadır. Bu durum, sulama altında oksidatif stresin düşük düzeyde seyrettiğini göstermektedir.

Kurak koşullarda (T19), lipid peroksidasyonu değerleri genel olarak artış göstermiştir. Genotiplerin çoğu 8–13 $\mu\text{mol/g FW}$ aralığında yoğunlaşmış, en yüksek frekans yaklaşık 10 $\mu\text{mol/g FW}$ civarında gözlenmiştir. Bazı genotiplerde bu değerler 20 $\mu\text{mol/g FW}$ 'ye kadar çıkmıştır. Bu artış, kuraklık stresinin hücresel düzeyde zarara yol açtığını ve serbest radikal üretimini artırdığını göstermektedir.

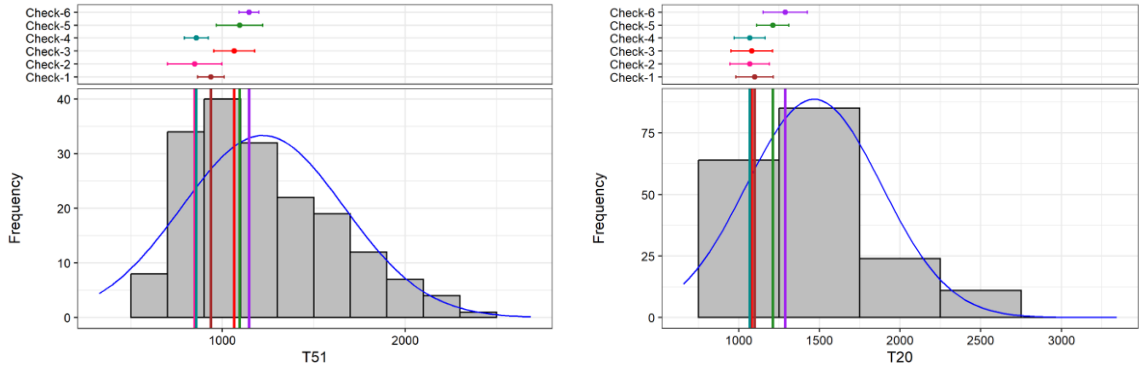


Şekil 4.20. Kontrol (T50) ve Kurak (T19) Koşulları altında yetişen genotiplerde **Yaprakta Lipid Peroksidasyonu (µmol/ g FW)** karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri

Sonuç olarak, kuraklık koşulları yaprakta lipid peroksidasyonu düzeyini artırarak hücre zarlarında oksidatif stresin yükseldiğini göstermektedir. Bu parametre, stres altında oluşan zararlanmanın biyokimyasal göstergesi olarak değerlendirilebilir. Kurak koşullarda düşük lipid peroksidasyonuna sahip genotipler, oksidatif stres toleransı açısından avantajlıdır ve bu özellikleriyle kuraklığa dayanıklı genotiplerin belirlenmesinde önemli bir biyokimyasal seleksiyon kriteri olarak kullanılabilir.

Kontrol koşullarında (sol grafik), domates genotiplerinin yaprak antioksidan içeriği genellikle 900–1400 ppm aralığında yoğunlaşmış ve en yüksek frekans yaklaşık 1000–1100 ppm seviyelerinde gözlemlenmiştir (Şekil 4.21). Normal dağılım eğrisi incelendiğinde, veri dağılımının sağa çarpık bir yapı sergilediği ve sınırlı sayıda genotipin 2000 ppm'nin üzerine çıktığı anlaşılmaktadır. Bu durum, normal sulama koşullarında genotiplerin büyük çoğunluğunun belirli bir antioksidan seviyesinde yoğunlaştığını, ancak bazı genotiplerin çevresel strese maruz kalmadan da yüksek antioksidan birikimi potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Kurak koşullar (sağ grafik) altında, yaprak antioksidan içeriği değerlerinde belirgin bir artış meydana gelmiş ve genotiplerin büyük çoğunluğu 1100–1600 ppm aralığında toplanmıştır. En yüksek frekans yaklaşık 1200–1300 ppm civarında gerçekleşmiş, bazı genotiplerde ise bu değerler 3000 ppm'ye kadar ulaşmıştır. Normal dağılım eğrisi, kontrol grubuna kıyasla daha geniş ve simetrik bir yayılım göstermekte olup, genetik varyasyonun stres koşullarında daha belirgin hale geldiğini göstermektedir. Bu durum, kuraklık stresinin oksidatif baskıyı artırarak bitkilerde antioksidan savunma sistemini daha aktif hale getirdiğini ve bazı genotiplerin bu duruma güçlü bir yanıt verebildiğini ortaya koymaktadır.



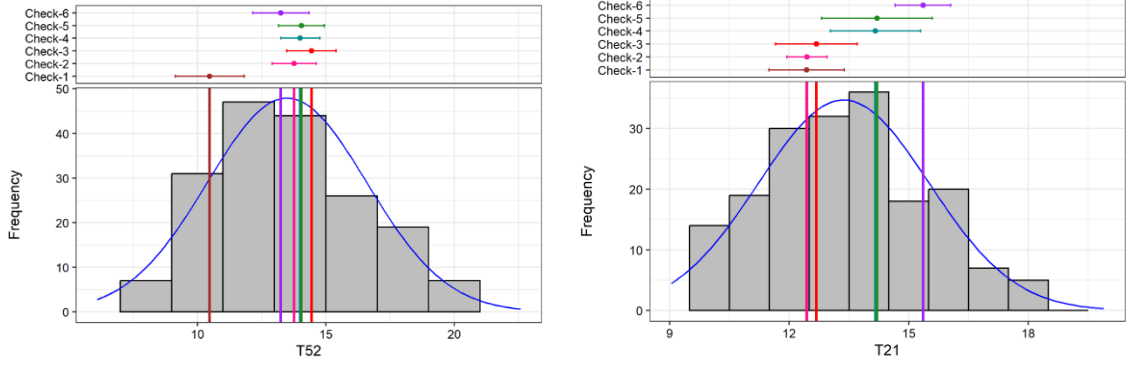
Şekil 4.21. Kontrol (T51) ve Kurak (T20) Koşulları altında yetişen genotiplerde **Yaprak Antioksidan İçeriği (ppm)** karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri

Her iki grafik birlikte değerlendirildiğinde, kurak koşulların antioksidan içeriği üzerinde uyarıcı bir etki yarattığı ve genotipler arası varyasyonun daha geniş bir aralığa yayıldığı görülmektedir. Kontrol koşullarında daha düşük ve sınırlı aralıkta kalan antioksidan değerleri, kuraklıkla birlikte artış göstermiş ve bazı bireylerde oldukça yüksek seviyelere ulaşmıştır.

Bu bulgular, kurak koşulların yaprak antioksidan içeriğini artırdığını, yani oksidatif stres koşullarında savunma sistemlerinin devreye girdiğini açıkça ortaya koymaktadır. Özellikle kurak ortamda yüksek antioksidan düzeyini sürdürebilen genotipler, kuraklığa karşı dayanıklılık açısından ön plana çıkmakta ve bu özellikleriyle biyokimyasal seleksiyon kriteri olarak ıslah çalışmalarında kullanıma potansiyeline sahiptir.

Kontrol koşullarında (sol grafik), yaprakta H_2O_2 (hidrojen peroksit) içeriği genotiplerin büyük çoğunluğunda 13–17 $\mu\text{mol/g DW}$ aralığında yoğunlaşmıştır. En yüksek frekans yaklaşık 15 $\mu\text{mol/g DW}$ civarında gözlenmiştir. Normal dağılım eğrisi, dengeli bir yayılım sergilemekte ve H_2O_2 düzeylerinin çevresel stresin az olduğu koşullarda sınırlı bir varyasyona sahip olduğunu göstermektedir. Bu, genotiplerin büyük kısmının oksidatif stres göstergesi olan H_2O_2 seviyelerini dar bir aralıkta tuttuğunu ve metabolik dengeyi koruyabildiğini ortaya koymaktadır.

Kurak koşullarında (sağ grafik), H_2O_2 içeriğinde dikkat çekici bir artış gözlenmiştir. Genotiplerin büyük bölümü 11–16 $\mu\text{mol/g DW}$ aralığında yoğunlaşmış olup, frekans eğrisi kontrol koşullarına göre biraz daha sola kaymış ancak benzer şekilde simetrik bir yayılım göstermektedir (Şekil 4.22). Ortalama değerlerde belirgin bir artış olmasa da özellikle alt ve üst sınırlarda daha fazla sayıda bireyin yer aldığı, dolayısıyla varyasyonun bir miktar arttığı görülmektedir. Kuraklık stresinin oksidatif hasarı tetiklediği ve buna bağlı olarak H_2O_2 birikiminin arttığı genotiplerde bu bileşiğin savunma yanıtı olarak rol aldığı düşünülmektedir.



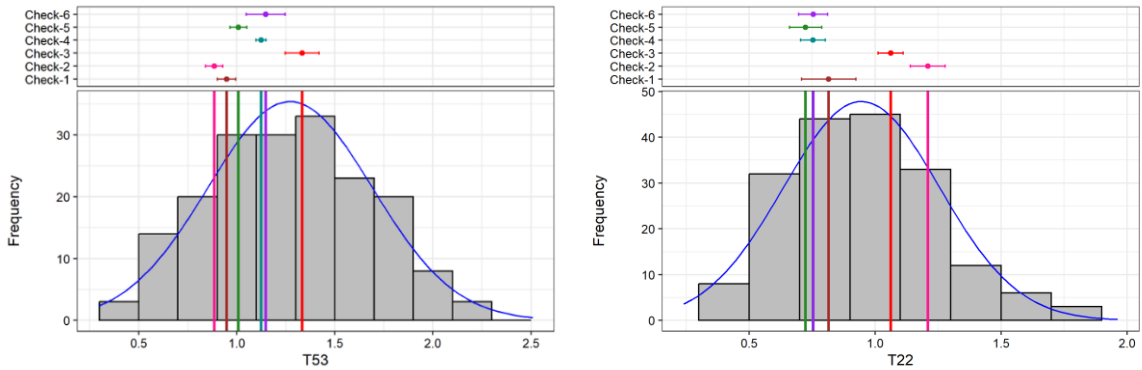
Şekil 4.22. Kontrol (T52) ve Kurak (T21) Koşulları altında yetişen genotiplerde **Yaprakta H₂O₂ İçeriği (µmol/ g DW)** karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri

Her iki grafik birlikte ele alındığında, kurak koşullar altında H₂O₂ içeriğinde hafif bir artış ve varyasyonda genişleme gözlenmektedir. Bu durum, oksidatif stresin kurak koşullarda daha belirgin hale geldiğini ve bazı genotiplerin buna farklı düzeyde yanıt verdiğini göstermektedir. Kontrol koşullarında H₂O₂ değerleri daha dar ve simetrik bir dağılım sergilerken, kurak koşullarda daha geniş ve heterojen bir yapı ortaya çıkmıştır.

Bu sonuçlar, kuraklık koşullarının yaprakta H₂O₂ birikimini artırdığını ve genotipler arasında oksidatif stres yanıtı açısından farklılıkların ortaya çıktığını göstermektedir. H₂O₂, düşük düzeylerde sinyal molekülü olarak görev alırken, yüksek birikimi hücre zarlarına zarar verebilecek düzeyde oksidatif stresin habercisidir. Bu nedenle, kuraklık altında H₂O₂ içeriğini kontrollü seviyelerde tutabilen genotipler, stresle başa çıkma kabiliyeti açısından avantaj sağlayabilir.

Kontrol koşullarında, genotiplerin Mg içerikleri genellikle %0,8–1,4 aralığında yoğunlaşmış ve en yüksek frekans %1,0–1,1 civarında gözlemlenmiştir (Şekil 4.23). Dağılım geniş ve dengeli bir yapı sergilemekte olup, genotipler arasında belirgin bir varyasyon olduğunu göstermektedir.

Kurak koşullarda, Mg içeriği genel olarak azalmış, genotiplerin çoğu %0,6–1,2 aralığında toplanmıştır. Dağılım eğrisi daha dar ve sola kaymış olup, bu durum kuraklık stresinin Mg alımını veya taşınmasını sınırladığını düşündürmektedir. Ayrıca, varyasyonun daralması, stres altında genotipler arası farkların azaldığını göstermektedir.

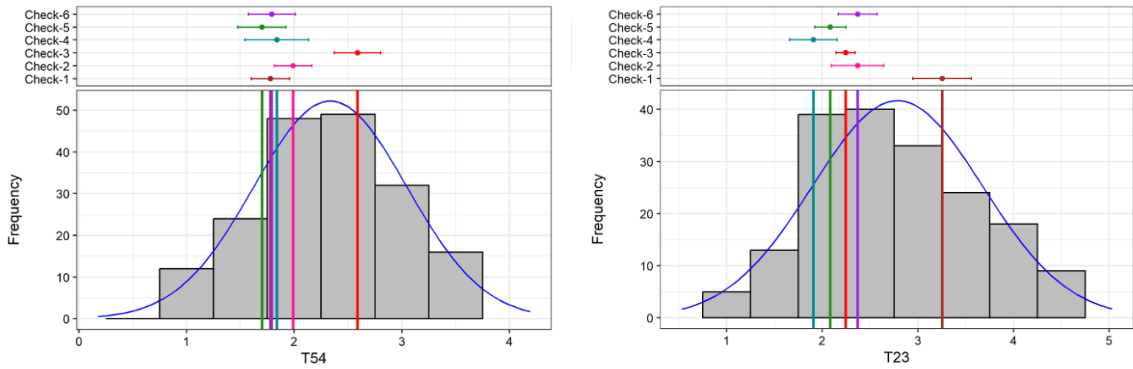


Şekil 4.23. Kontrol (T53) ve Kurak (T22) Koşulları altında yetişen genotiplerde **Yaprakta Mg İçeriği (%)** karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri

Her iki grafik birlikte değerlendirildiğinde, kuraklık koşullarının yaprak Mg içeriğinde düşüşe yol açtığı ve varyasyonu baskıladığı anlaşılmaktadır. Bununla birlikte, bazı genotiplerin kurak koşullarda dahi ortalamanın üzerinde Mg içeriğini koruyabildiği görülmüştür. Bu bireyler, besin elementi kullanım etkinliği yüksek ve kuraklığa tolerans gösterebilen genotipler olarak öne çıkmakta olup, seleksiyon açısından önem taşımaktadır.

Kontrol koşullarında (T54), genotiplerin yaprak potasyum içerikleri çoğunlukla %1,8–2,8 aralığında yoğunlaşmış, en yüksek frekans %2,3–2,5 civarında gözlenmiştir (Şekil 4.24). Dağılım simetrik bir yapı sergilemekte olup, genotipler arasında belirgin bir varyasyon olduğu görülmektedir. Referans (check) genotiplerin büyük kısmı bu dağılım aralığında ortalamaya yakın değerlerde konumlanmıştır. Bu durum, normal sulama altında K besin elementi düzeyinin genetik kontrol altında stabil seyrettiğini göstermektedir.

Kurak koşullarda (T23), potasyum içeriğinde genel bir artış eğilimi dikkat çekmektedir. Genotiplerin çoğu %2,3–3,3 aralığında toplanmış olup, en yüksek frekans yaklaşık %2,7–2,9 seviyelerinde gerçekleşmiştir. Dağılım eğrisi kontrol koşullarına göre sağa kaymış, bu da potasyum birikiminin kuraklık stresine karşı artış gösterdiğini göstermektedir. Kurak koşullarda referans çeşitlerin de ortalamanın üzerinde yer aldığı görülmektedir.



Şekil 4.24. Kontrol (T54) ve Kurak (T23) Koşulları altında yetişen genotiplerde **Yaprakta K İçeriği (%)** karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri

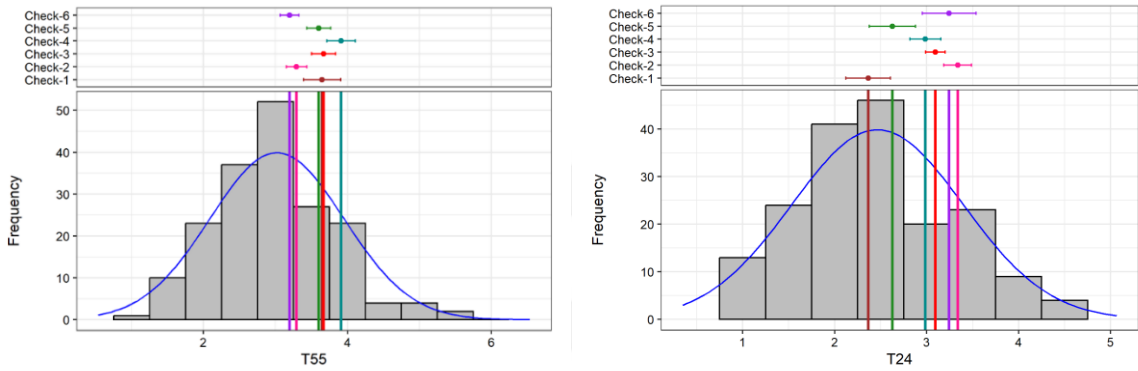
Her iki koşul birlikte değerlendirildiğinde, kuraklık koşullarında yaprak K içeriği artış göstermiştir. Bu durum, potasyumun hücre içi osmotik dengeyi sağlamadaki rolü ve stoma hareketlerini düzenleyici etkisiyle açıklanabilir. Özellikle kurak koşullarda K içeriğini yüksek tutabilen genotipler, su kaybını dengeleyerek stres altında daha iyi performans sergileyebilir.

Sonuç olarak, kurak koşullarda yaprakta artan K içeriği, bu elementin stresle başa çıkmadaki rolünü ortaya koymaktadır. Bu yönüyle, yüksek K düzeyini koruyabilen genotipler, kuraklık toleransı bakımından ıslah programlarında öncelikli olarak değerlendirilebilir.

Kontrol koşullarında (T55), yaprak Ca içeriği genotiplerin büyük çoğunluğunda %2,5–4,0 aralığında yoğunlaşmıştır. En yüksek frekans yaklaşık %3,2–3,5 civarındadır (Şekil 4.25). Dağılım simetrik ve dengeli bir yapı sergilemekte olup, şahit genotiplerin çoğu bu dağılımın merkezinde

konumlanmaktadır. Bu durum, sulama koşullarında kalsiyum alımının genotipler arasında görece homojen seyrettiğini göstermektedir.

Kurak koşullarında (T24), Ca içeriği değerleri genel olarak kontrol grubuna kıyasla daha düşük düzeylerde toplanmıştır. Genotiplerin çoğu %2,0–3,2 aralığında yoğunlaşmış ve dağılım eğrisi sola kayarak daha basık bir görünüm kazanmıştır. Bu değişim, kuraklık koşullarının kalsiyum taşınımını veya yaprak dokularında birikimini sınırladığını düşündürmektedir. Kontrollere ait dikey çizgiler, kurak koşullarda genellikle popülasyon ortalamasının üzerine konumlanarak bazı şahit çeşitlerin bu stres koşulunda bile yüksek Ca içeriğini sürdürebildiğini ortaya koymaktadır.



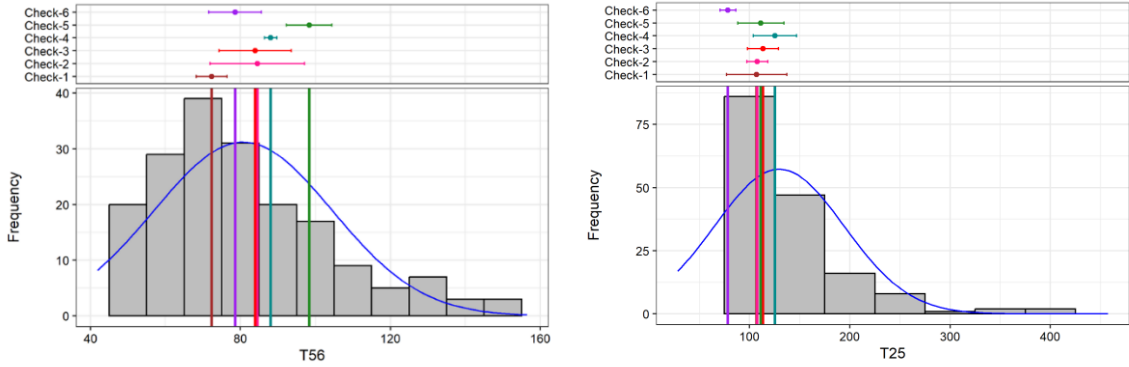
Şekil 4.25. Kontrol (T55) ve Kurak (T24) Koşulları altında yetişen genotiplerde **Yaprakta Ca İçeriği (%)** karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri

Karşılaştırmalı olarak değerlendirildiğinde, kurak koşullar Ca içeriğini azaltmakta ve varyasyon aralığını daraltmaktadır. Bu durum, kuraklık stresinin kalsiyum metabolizması üzerinde baskılayıcı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Ancak, kurak ortamda bile yüksek Ca düzeyini sürdürebilen genotiplerin bulunması, bu bireylerin hücre duvar stabilitesini ve sinyal iletimini koruyarak stresle başa çıkma potansiyeline sahip olduğunu düşündürmektedir.

Kontrol koşullarında (T56), genotiplerin yaprak Fe içerikleri genellikle 70–110 ppm aralığında yoğunlaşmış olup, en yüksek frekans yaklaşık 80–90 ppm civarında gözlemlenmiştir (Şekil 4.26). Dağılım eğrisi simetrik olmayan ve sağa çarpık bir yapı göstermekte, sınırlı sayıda genotipin 120 ppm'nin üzerine çıkabildiği görülmektedir. Bu durum, kontrollü sulama altında Fe birikiminin sınırlı varyasyonla gerçekleştiğini, ancak bazı bireylerin yüksek demir birikimi potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

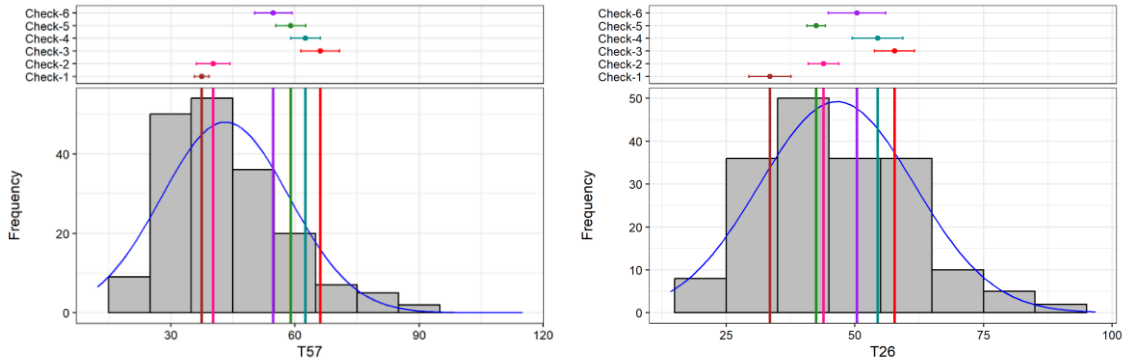
Kurak koşullarında (T25), Fe içeriği belirgin şekilde artış göstermiştir. Genotiplerin büyük bölümü 100–160 ppm aralığında toplanmış olup, en yüksek frekans 120–130 ppm civarında oluşmuştur. Dağılım eğrisi sağa kaymış ve daha geniş bir varyasyon sergilemiştir; bazı genotiplerde yaprak Fe içeriği 400 ppm'ye kadar ulaşmıştır. Kurak koşullarda yüksek Fe içeriğini sürdürebilen genotipler, özellikle fotosentez ve redoks reaksiyonları açısından avantajlı olabilir ve bu yönleriyle

kuraklığa dayanıklı genotiplerin belirlenmesinde önemli biyokimyasal göstergelerden biri olarak değerlendirilebilir.



Şekil 4.26. Kontrol (T56) ve Kurak (T25) Koşulları altında yetişen genotiplerde **Yaprakta Fe İçeriği (ppm)** karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri

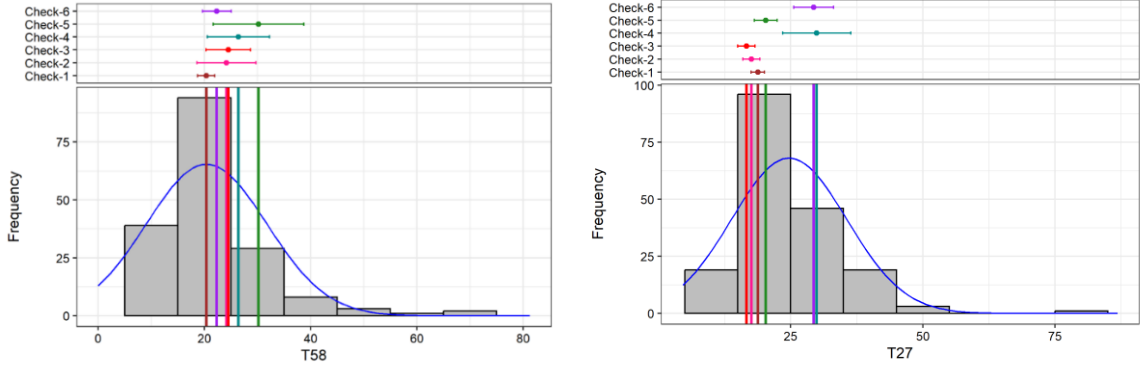
Karşılaştırmalı olarak değerlendirildiğinde, kurak koşullarda yaprak Fe içeriği hem artmış hem de genotipler arası varyasyon genişlemiştir. Bu değişim, kuraklıkla birlikte demir metabolizmasında farklı regülasyonların devreye girebildiğini düşündürmektedir.



Şekil 4.27. Kontrol (T57) ve Kurak (T26) Koşulları altında yetişen genotiplerde **Yaprakta Mn İçeriği (ppm)** karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri

Kontrol koşullarında (T58), genotiplerin yaprak Zn içerikleri büyük oranda 10–25 ppm aralığında yoğunlaşmış, en yüksek frekans ise 15–20 ppm düzeyinde gerçekleşmiştir (Şekil 4.28). Dağılım eğrisi sağa çarpık bir yapı sergilemekte olup, birkaç genotipte 40 ppm'nin üzerine çıkan değerler mevcuttur. Bu durum, Zn içeriğinde çoğu genotipin benzer seviyelerde kümелendiğini, ancak sınırlı sayıda yüksek birikim gösteren birey bulunduğunu göstermektedir.

Kurak koşullarında (T27), Zn içeriğinde genel olarak bir artış eğilimi gözlemlenmiştir. Değerler daha çok 20–35 ppm aralığında yoğunlaşmış, en yüksek frekans ise 25–30 ppm arasında oluşmuştur. Dağılım eğrisi yine sağa çarpık bir yapı gösterse de kontrol koşullarına göre genotipler arası varyasyon biraz daha belirgin hale gelmiştir.

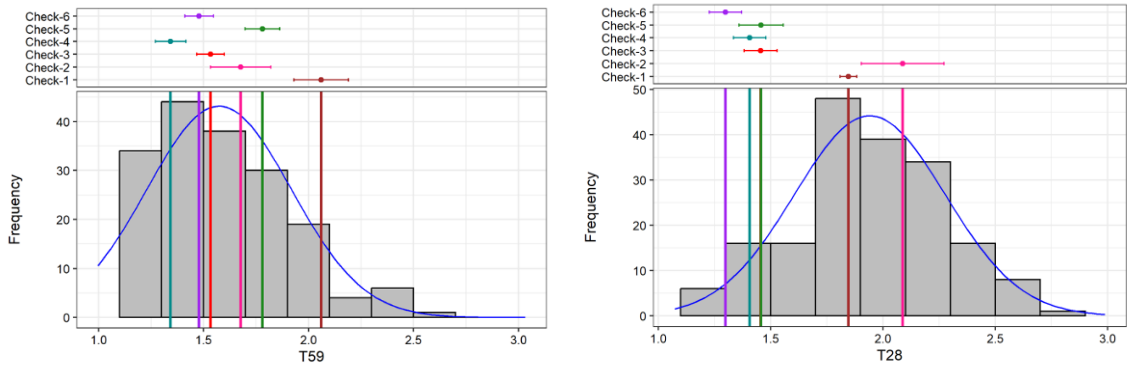


Şekil 4.28. Kontrol (T58) ve Kurak (T27) Koşulları altında yetişen genotiplerde **Yaprakta Zn İçeriği (ppm)** karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri

Karşılaştırmalı olarak değerlendirildiğinde, kurak koşullar Zn içeriğini artırmış ve genotipler arasında daha yüksek bir varyasyon ortaya çıkarmıştır. Sonuç olarak, bazı genotiplerin kurak koşullarda yüksek Zn içeriğini koruyabilmesi, stres toleransının fizyolojik bir göstergesi olarak değerlendirilebilir.

Kontrol koşullarında (T59), meyvede fruktoz içeriği genotiplerin büyük çoğunluğunda %1,4–1,9 aralığında yoğunlaşmış ve en yüksek frekans yaklaşık %1,6–1,7 düzeyinde gözlemlenmiştir (Şekil 4.29). Dağılım eğrisi sola yatık, dar bir yapıya sahiptir; bu durum, kontrollü koşullarda fruktoz içeriğinin daha sınırlı varyasyonla genotipler arasında benzer düzeylerde gerçekleştiğini göstermektedir. Şahit genotiplerin çoğu bu dağılımın merkezine yakın konumlanmıştır.

Kurak koşullarında (T28), fruktoz içeriğinde hafif bir artış gözlenmiş; dağılım %1,6–2,2 aralığına doğru kaymıştır. En yüksek frekans yaklaşık %1,8–2,0 arasında gerçekleşmiş olup, dağılım daha simetrik ve geniş bir yayılım göstermektedir. Bu durum, kuraklığın bazı genotiplerde fruktoz birikimini artırabileceğini ve varyasyonu genişletebildiğini göstermektedir.

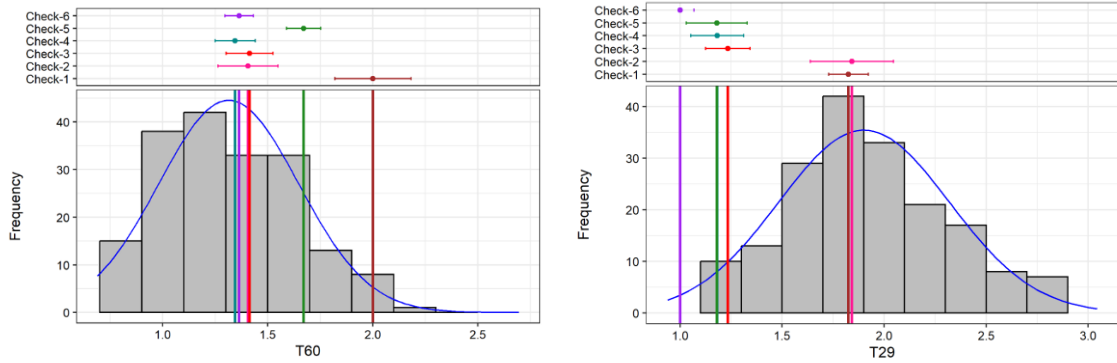


Şekil 4.29. Kontrol (T59) ve Kurak (T28) Koşulları altında yetişen genotiplerde **Meyvede Fruktoz İçeriği (%)** karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri

Karşılaştırmalı olarak, kurak koşullarda fruktoz içeriğinde genel bir artış ve varyasyon genişlemesi gözlenmiştir. Bu artış, kuraklık stresine yanıt olarak su kaybını dengelemek amacıyla osmotik düzenleyici rol oynayan çözünür şekerlerin (özellikle fruktoz) daha fazla birikmesiyle ilişkilendirilebilir. Sonuç olarak, kurak koşullarda fruktoz içeriğini yüksek tutabilen genotipler, hem tat kalitesini koruma hem de osmotik stres toleransı açısından öne çıkmaktadır.

Kontrol koşullarında (T60), genotiplerin glikoz içeriği ağırlıklı olarak %1,3–1,9 aralığında yoğunlaşmıştır (Şekil 4.30). En yüksek frekans, yaklaşık %1,5–1,6 düzeylerinde gerçekleşmiştir. Dağılım sola çarpık bir yapı sergilemekte olup, genotiplerin büyük bir kısmı düşük glikoz içeriğine sahiptir.

Kurak koşullarında (T29), glikoz içeriğinde belirgin bir artış gözlenmiş ve dağılım %1,6–2,4 aralığına kaymıştır. En yüksek frekans, %1,9–2,1 seviyelerinde oluşmuş olup, dağılım daha simetrik ve dengeli bir yayılım göstermektedir. Bu durum, kuraklık koşullarında glikoz birikiminin arttığını ve genotipler arası varyasyonun da genişlediğini göstermektedir.



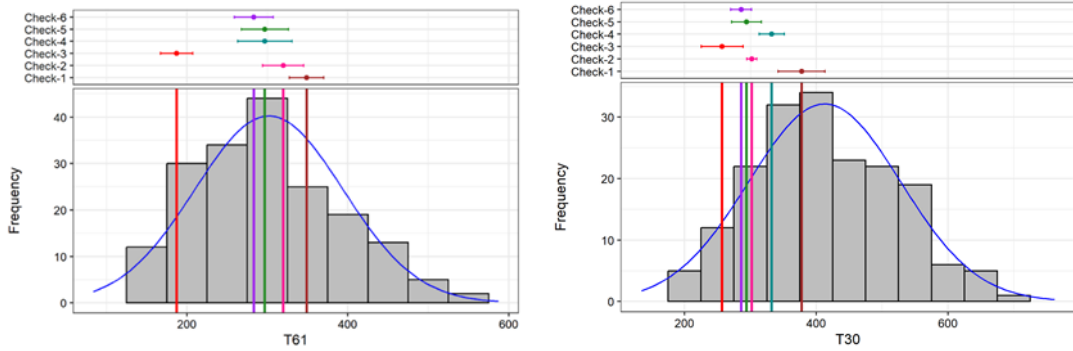
Şekil 4.30. Kontrol (T60) ve Kurak (T29) Koşulları altında yetişen genotiplerde **Meyvede Glikoz İçeriği (%)** karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri

Karşılaştırmalı olarak değerlendirildiğinde, kuraklık stresi meyvede glikoz içeriğini artırmış ve varyasyonu genişletmiştir. Bu artış, bitkinin osmotik dengesini koruma çabasıyla çözünür şeker birikimini artırmasıyla ilişkili olabilir. Sonuç olarak, kurak koşullarda glikoz içeriğini yüksek seviyede sürdürebilen genotipler, hem stres adaptasyonu hem de meyve kalitesi bakımından avantajlıdır.

Kontrol koşullarında (T62), yaprak toplam fenolik madde içeriği genotipler arasında genellikle 200–350 mg/100g FW aralığında yoğunlaşmıştır (Şekil 4.31). En yüksek frekans, yaklaşık 250–300 mg düzeyinde gerçekleşmiştir. Dağılım simetrik bir yapı göstermekte olup, genotipler arasında orta düzeyde varyasyon olduğu dikkat çekmektedir.

Kurak koşullarında (T30), fenolik madde içeriğinde belirgin bir artış gözlenmiş ve genotipler daha çok 350–450 mg/100g FW aralığında toplanmıştır. En yüksek frekans, yaklaşık 380–400 mg düzeyindedir. Dağılımın sağa kaydığı ve varyasyonun biraz daha genişlediği görülmektedir. Bu

durum, kuraklık stresinin fenolik bileşiklerin birikimini artırdığını ve bazı genotiplerin bu bileşiklere karşı daha yüksek bir savunma yanıtı geliştirdiğini göstermektedir.



Şekil 4.31. Kontrol (T62) ve Kurak (T31) Koşulları altında yetişen genotiplerde **Yaprakta Toplam Fenolik Madde İçeriği (mg/100gFW)** karakteri için karşılaştırmalı olarak frekans dağılım grafikleri

Karşılaştırmalı değerlendirmede, kurak koşullarda fenolik madde içeriğinin hem arttığı hem de genotipler arası varyasyonun genişlediği açıkça gözlenmektedir. Sonuç olarak, kuraklık stresine yanıt olarak fenolik madde birikimini artırabilen genotipler, oksidatif stres toleransı yüksek bireyler olarak öne çıkmaktadır. Bu özellik, hem fizyolojik dayanıklılığı artırması hem de yapraktan elde edilen fonksiyonel bileşiklerin içeriğini zenginleştirmesi bakımından önemlidir.

4.6. Özelliklerin Kontrol ve Kurak Koşullarda Karşılaştırılmasına Ait T-Testi Analizi Sonuçları

4.6.1. Morfolojik Özelliklerin Kontrol ve Kurak Koşullarda T-Test Sonuçları

Bitki boyu, kurak koşullarda önemli düzeyde azalmış ve bu fark istatistiksel olarak yüksek düzeyde anlamlı bulunmuştur. Kontrol grubu ortalama $143 \pm 38,6$ cm iken, kuraklık uygulamasında bu değer $119,8 \pm 29,4$ cm'ye düşmüştür (Çizelge 4.23). Bu durum, kuraklık stresinin bitki gelişimini ve boy uzamasını sınırladığını ve bitki morfolojisini doğrudan etkilediğini göstermektedir.

Bitki ağırlığı (g/bitki) bakımından da kurak koşullarda azalma gözlenmiş ve bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Kontrol koşullarında 2279 ± 934 g olan ortalama bitki ağırlığı, kurak koşullarda 2092 ± 892 g olarak belirlenmiştir. Bu azalma, kuraklığın biyokütle üretimi üzerindeki baskılayıcı etkisini ortaya koymaktadır. Ancak farkın göreceli olarak daha düşük olması, bazı genotiplerin kuraklığa karşı kısmi tolerans gösterdiğini düşündürmektedir.

Yaprak boyu, kurak koşullarda hafif bir artış göstermiştir (kontrol: $27,17 \pm 4,11$ cm; kurak: $28,13 \pm 4,51$ cm) ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu durum, bazı genotiplerin kuraklığa yaprak morfolojisini genişleterek ya da yaprak yapısını daha verimli hale getirerek adaptasyon geliştirmiş olabileceğini göstermektedir.

Yaprak eni, kurak koşullarda anlamlı düzeyde artış göstermiştir (kontrol: $19,77 \pm 4,45$ cm; kurak: $22,17 \pm 5,27$ cm) ve bu fark oldukça anlamlıdır. Bu artış, kuraklık stresine karşı su kaybını azaltmak amacıyla yaprak yüzey alanında şekilsel değişiklikler olabileceğine işaret etmektedir.

Çizelge 4.23. **Morfolojik Özelliklerin** kontrol ve kurak koşullarda karşılaştırması için **T-Testi Sonuçları**

Özellik	Kontrol $\pm$ St.Hata	Kurak $\pm$ St.Hata	p-value
Bitki Boyu (cm)	$143 \pm 38,6$	$119,8 \pm 29,4$	0**
Bitki Ağırlığı (g/bitki)	2279 ± 934	2092 ± 892	0,049*
Yaprak Boyu (cm)	$27,17 \pm 4,11$	$28,13 \pm 4,51$	0,032*
Yaprak Eni (cm)	$19,77 \pm 4,45$	$22,17 \pm 5,27$	0**

* P $\leq$ 0.05; ** P $\leq$ 0.01

4.6.2. Agronomik Özelliklerin Kontrol ve Kurak Koşullarda T-Testi Analizi Sonuçları

Meyve verimi (g/bitki) kurak koşullarda anlamlı düzeyde azalmış olup, kontrol koşullarında 1654 ± 71 g olarak ölçülen ortalama verim, kurak koşullarda 951 ± 54 g düzeyine gerilemiştir (Çizelge 4.24). Bu durum, kuraklık stresinin doğrudan verim kaybına neden olduğunu açıkça göstermektedir.

Meyve sayısı (adet/bitki) açısından ise kontrol ($31 \pm 1,8$ adet) ve kurak koşullar ($30,5 \pm 2,2$ adet) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu sonuç, kuraklık etkisinin meyve sayısından çok meyve büyüklüğü ve toplam biyokütle üzerinde etkili olduğunu düşündürmektedir.

Meyve verimi (g/m²) bakımından da kurak koşullarda ciddi bir düşüş yaşanmış ve bu fark yüksek düzeyde anlamlı bulunmuştur. Kontrol grubunda 4595 ± 199 kg/m² olan değer, kurak koşullarda 2643 ± 151 kg/m²'ye düşmüştür. Bu da tarla ölçeğinde önemli bir verim kaybını işaret etmektedir.

Meyve ağırlığı (g), kurak koşullarda önemli ölçüde azalmıştır (kontrol: $73,7 \pm 2,9$ g; kurak: $40,8 \pm 1,8$ g). Bu azalma, kuraklık nedeniyle meyve gelişiminin sınırlandırılmasına ve su kaybına bağlı biyokütle azalmasına bağlanabilir.

Meyve çapı (mm) ve **meyve boyu (mm)** da kuraklık koşullarında önemli ölçüde küçülmüştür. Meyve çapı kontrol grubunda $50,2 \pm 0,87$ mm iken kurak koşullarda $40,67 \pm 0,64$ mm'ye düşmüştür. Benzer şekilde meyve boyu da $40,54 \pm 0,7$ mm'den $33,93 \pm 0,57$ mm'ye gerilemiştir. Bu sonuçlar, kuraklık stresinin meyve morfolojisini ciddi biçimde etkilediğini ve özellikle meyve iriliğini sınırladığını ortaya koymaktadır.

Suda çözünür kuru madde (SÇKM, %) içeriği kontrol koşullarında $5,21 \pm 0,72$ iken kurak koşullarda $7,12 \pm 0,088$ olarak ölçülmüş ve bu fark istatistiksel olarak oldukça anlamlı bulunmuştur. SÇKM artışı, kuraklık koşullarında su içeriğinin azalmasına bağlı olarak çözünür maddelerin (şeker, asit, fenolikler vb.) meyvede daha yoğun hale gelmesiyle açıklanabilir.

Çizelge 4.24. **Agronomik Özelliklerin** kontrol ve kurak koşullarda karşılaştırması için **T-Testi Sonuçları**

Özellik	Kontrol $\pm$ St.Hata	Kurak $\pm$ St.Hata	p-value
Meyve Verimi (g/bitki)	1654 $\pm$ 71	951 $\pm$ 54	0**
Meyve Sayısı (adet/bitki)	31 $\pm$ 1,8	30,5 $\pm$ 2,2	0,886 ^{ns}
Meyve Verimi (kg/m²)	4595 $\pm$ 199	2643 $\pm$ 151	0**
Meyve Ağırlığı (g)	73,7 $\pm$ 2,9	40,8 $\pm$ 1,8	0**
Meyve Çapı (mm)	50,2 $\pm$ 0,87	40,67 $\pm$ 0,64	0**
Meyve Boyu (mm)	40,54 $\pm$ 0,7	33,93 $\pm$ 0,57	0**
SÇKM (%)	5,21 $\pm$ 7,12	7,12 $\pm$ 0,088	0**
Asitlik (%)	1,125 $\pm$ 0,038	1,479 $\pm$ 0,038	0**
pH	4,283 $\pm$ 0,027	4,245 $\pm$ 0,027	0,425 ^{ns}
EC (dS/m)	4,994 $\pm$ 0,054	5,78 $\pm$ 0,081	0**

^{ns} P > 0.05; * P <= 0.05; ** P <= 0.01

Asitlik (%): Kurak koşullarda asitlik önemli düzeyde artmış ve kontrol grubunda %1,125 $\pm$ 0,038 olan değer, kurak koşullarda %1,479 $\pm$ 0,038 olarak belirlenmiştir. Asitliğin artışı, meyve içi metabolizmanın değişmesine ve olgunlaşma süreçlerinin stres altında farklı işlemesiyle ilişkilendirilebilir.

pH değeri, kuraklık etkisine karşı duyarsız kalmış ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir. Bu durum, kuraklığın pH üzerinde doğrudan bir etki oluşturmadığını ya da farklı genotiplerin bu özelliği dengede tutabildiğini düşündürmektedir.

Elektriksel iletkenlik (EC, dS/m) değeri ise kurak koşullarda anlamlı düzeyde artış göstermiştir. Kontrol grubunda 4,99 $\pm$ 0,054 olan değer, kurak koşullarda 5,78 $\pm$ 0,081'e yükselmiştir. EC'deki artış, meyvede çözünmüş tuz ve iyon birikiminin arttığını ve bu durumun kuraklık stresine karşı osmotik dengenin sağlanmasında bir adaptasyon yanıtı olabileceğini göstermektedir.

4.6.3. Fizyolojik Özelliklerin kontrol ve Kurak Koşullarda T-Testi Analizi Sonuçları

Stoma iletkenliği, kurak koşullarda önemli düzeyde azalmıştır. Kontrol koşullarında 352,8 $\pm$ 7 mmol m⁻² s⁻¹ olan ortalama iletkenlik değeri, kurak koşullarda 183,1 $\pm$ 6,2'ye düşmüş ve bu fark istatistiksel olarak oldukça anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.25). Bu durum, kuraklık stresine yanıt olarak stomaların kapanmasıyla gaz alışverişinin sınırlandığını ve bitkinin su kaybını azaltmak için fizyolojik savunma geliştirdiğini göstermektedir.

Klorofil içeriği (SPAD değeri) açısından ise kurak koşullarda hafif fakat istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmiştir (kontrol: 38,86 $\pm$ 0,43; kurak: 40,31 $\pm$ 0,30). Bu artış, bazı genotiplerin kuraklık koşullarında klorofil stabilitesini koruyabildiğini veya strese karşı fotosentetik pigment üretimini artırabildiğini düşündürmektedir. Bu sonuç, kuraklığa tolerans açısından olumlu bir gösterge olabilir.

Çizelge 4.25. **Fizyolojik Özelliklerin** kontrol ve kurak koşullarda karşılaştırması için **T-Testi Sonuçları**

Özellik	Kontrol $\pm$ St.Hata	Kurak $\pm$ St.Hata	p-value
Stoma İletkenliği	352,8 $\pm$ 7	183,1 $\pm$ 6,2	0**
Klorofil İçeriği (SPAD)	38,86 $\pm$ 0,43	40,31 $\pm$ 0,3	0,006**
Yaprak Sıcaklığı (°C)	32,42 $\pm$ 0,12	43,1 $\pm$ 0,36	0**
Su Kullanma Etkinliği (g/L)	11,48 $\pm$ 0,51	11,12 $\pm$ 0,64	0,657 ^{ns}

^{ns} P > 0,05; * P <= 0,05; ** P <= 0,01

Yaprak sıcaklığı, kurak koşullarda belirgin şekilde artmış ve bu fark istatistiksel olarak yüksek düzeyde anlamlı bulunmuştur. Kontrol koşullarında 32,42 $\pm$ 0,12 °C olan yaprak sıcaklığı, kurak uygulamada 43,1 $\pm$ 0,36 °C'ye yükselmiştir. Bu durum, stomaların kapanmasıyla birlikte terlemenin azalması ve ısı birikiminin artması sonucu meydana gelmektedir. Yüksek yaprak sıcaklığı, fotosentez ve diğer fizyolojik süreçler üzerinde olumsuz etki oluşturabilir.

Su kullanma etkinliği (g/L) bakımından ise kontrol (11,48 $\pm$ 0,51) ve kurak (11,12 $\pm$ 0,64) uygulamaları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu durum, genotiplerin genel su kullanma kapasitesinin stres altında büyük ölçüde değişmediğini veya bazı genotiplerin farklı su yönetim stratejileri geliştirerek bu parametreyi dengeleyebildiğini düşündürmektedir.

4.6.4. **Biyokimyasal Özelliklerin Kontrol ve Kurak Koşullarda T-Testi Analizi Sonuçları**

Yaprakta prolin içeriği, kurak koşullarda yaklaşık üç kat artarak 317 $\pm$ 7,6 g/FW'den 912 $\pm$ 25 g/FW'ye yükselmiş ve bu artış yüksek düzeyde anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.26). Prolin birikimi, kuraklık stresine karşı yaygın bir osmoregülasyon mekanizmasıdır ve bu artış, genotiplerin strese karşı savunma geliştirdiğini göstermektedir.

Lipid peroksidasyonu (malondialdehit içeriği), kontrol grubunda 2,19 $\pm$ 0,16 μ mol/g FW iken, kurak koşullarda 3,56 $\pm$ 0,26 μ mol/g FW'ye yükselmiştir. Bu artış, kuraklıkla birlikte oluşan oksidatif stresin bir göstergesi olup, hücre zarlarında hasarın arttığını göstermektedir.

Yaprak antioksidan içeriği, kurak koşullarda anlamlı şekilde artmış (kontrol: 1221 $\pm$ 32 ppm; kurak: 1467 $\pm$ 30 ppm; p = 0,00) ve bu da bitkinin serbest radikallerle mücadele kapasitesinin arttığını göstermiştir.

H₂O₂ içeriği, kontrol ve kurak koşullarda benzer düzeyde olup (kontrol: 13,49 $\pm$ 0,21; kurak: 13,35 $\pm$ 0,15 μ mol/g DW) istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmamıştır (p = 0,59; p > 0,05). Bu sonuç, hidrojen peroksit düzeyinin sabit tutulduğunu veya kısa süreli strese stabil kaldığını gösterebilir.

Yaprak makro besin elementlerinden magnezyum (Mg) içeriği, kurak koşullarda anlamlı düzeyde azalmıştır (kontrol: 1,271 $\pm$ 0,028 %; kurak: 0,945 $\pm$ 0,021 %; p = 0,00). Benzer şekilde, **potasyum (K) içeriği** de kuraklıkta belirgin bir artış göstermiştir (p = 0,00), bu da K'un stomal

düzenleme ve osmotik denge üzerindeki rolünü desteklemektedir. **Kalsiyum (Ca) içeriği**, kontrol koşullarında $3,018 \pm 0,065$ % iken kurakta $2,465 \pm 0,063$ %'e düşmüş ve bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p = 0,00$), bu da hücre duvar stabilitesinin kuraklıkta zayıflayabileceğine işaret eder.

Çizelge 4.26. **Biyokimyasal Özelliklerin kontrol ve kurak koşullarda karşılaştırması için T-Testi Sonuçları**

Özellik	Kontrol $\pm$ St.Hata	Kurak $\pm$ St.Hata	p-value
Yaprakta Prolin İçeriği (g/FW)	317 $\pm$ 7,6	912 $\pm$ 25	0**
Yaprakta Lipid Peroksidasyonu (μmol/ g FW)	2,19 $\pm$ 0,16	3,56 $\pm$ 0,26	0**
Yaprak Antioksidan İçeriği (ppm)	1221 $\pm$ 32	1467 $\pm$ 30	0**
Yaprakta H₂O₂ İçeriği (μmol/ g DW)	13,49 $\pm$ 0,21	13,35 $\pm$ 0,15	0,59 ^{ns}
Yaprakta Mg İçeriği (%)	1,271 $\pm$ 0,028	0,945 $\pm$ 0,021	0**
Yaprakta K İçeriği (%)	2,338 $\pm$ 0,052	2,786 $\pm$ 0,062	0**
Yaprakta Ca İçeriği (%)	3,018 $\pm$ 0,065	2,465 $\pm$ 0,063	0**
Yaprakta Fe İçeriği (ppm)	80,7 $\pm$ 1,8	129,2 $\pm$ 5	0**
Yaprakta Mn İçeriği (ppm)	43,2 $\pm$ 1,1	46,4 $\pm$ 1,1	0,046*
Yaprakta Zn İçeriği (ppm)	20,4 $\pm$ 0,75	24,7 $\pm$ 0,76	0**
Meyvede Fruktöz İçeriği (%)	1,572 $\pm$ 0,028	1,94 $\pm$ 0,025	0**
Meyvede Glikoz İçeriği (%)	1,312 $\pm$ 0,03	1,899 $\pm$ 0,03	0**
Yaprakta Toplam Fenolik Madde İçeriği (mg/100gFW)	301,7 $\pm$ 6,4	412 $\pm$ 8,5	0**

^{ns} P > 0,05; * P <= 0,05; ** P <= 0,01

Mikro besin elementlerinden demir (Fe) ve çinko (Zn) içerikleri kurak koşullarda önemli düzeyde artmış ($p = 0,00$) olup, bu durum oksidatif stres savunması ve enzimatik aktivitelerle ilişkilendirilebilir. **Manganez (Mn)** içeriği de istatistiksel olarak anlamlı bir artış göstermiştir ($p = 0,046$; $p \leq 0,05$), ancak bu artış diğer mikro elementlere göre daha sınırlıdır.

Fruktöz ve glikoz içerikleri, kurak koşullarda sırasıyla $1,57 \pm 0,028$ 'den $1,94 \pm 0,025$ 'e ve $1,31 \pm 0,03$ 'ten $1,89 \pm 0,03$ 'e yükselmiş, bu farklar yüksek düzeyde anlamlı bulunmuştur. Bu artış, su kaybıyla birlikte şekerlerin konsantrasyonunun artması veya metabolik adaptasyonun bir sonucu olabilir.

Son olarak, **toplam fenolik madde içeriği**, kurak koşullarda $301,7 \pm 6,4$ 'ten $412 \pm 8,5$ mg/100g FW'ye yükselmiş ve bu fark anlamlı bulunmuştur. Fenolik bileşikler, oksidatif stresin azaltılmasında ve hücresel savunmanın desteklenmesinde rol oynamaktadır.

Biyokimyasal analiz sonuçları, kuraklık stresinin domates genotipleri üzerinde derin bir biyokimyasal yeniden yapılanma süreci başlattığını göstermektedir. Özellikle prolin birikimi, lipid peroksidasyonundaki artış, antioksidan kapasitenin yükselmesi ve fenolik maddelerdeki artış, bitkinin stresle başa çıkma stratejilerini yansıtmaktadır. Bu bulgular, kuraklığa dayanıklı genotiplerin seçiminde biyokimyasal göstergelerin güçlü bir araç olabileceğini ve bu parametrelerin özellikle

oksidatif stres ve osmotik denge mekanizmalarının değerlendirilmesinde dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

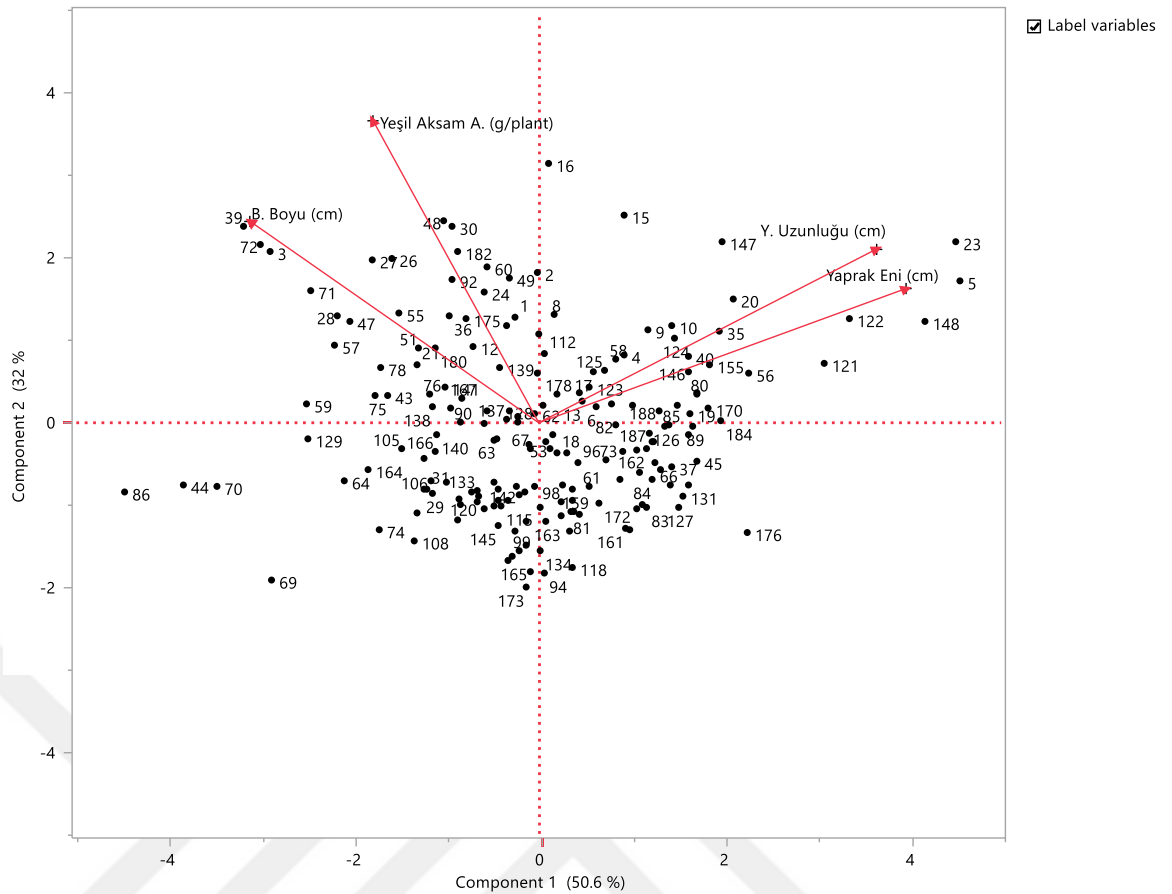
Kusvuran ve Dasgan (2017) domatesin kuraklık stresine karşı gösterdiği fizyolojik ve biyokimyasal tepkileri inceledikleri bir çalışmada, olanum lycopersicum türüne ait iki genotip olan Tom-163 (kuraklığa duyarlı) ve Tom-143 (kuraklığa toleranslı) üzerinde farklı kuraklık stres seviyeleri (S1: alan kapasitesinin %100'ü – Kontrol; S2: %50 – Orta düzey stres; S3: %0 – Şiddetli stres) uygulanmıştır. Sonuçlar, kuraklık stresinin her iki genotipte de sürgün taze ağırlığı, sürgün yüksekliği, yaprak sayısı ve alanı, relatif su içeriği gibi parametrelerde azalmaya yol açtığını, ancak bu azalmaların Tom-163'te daha belirgin olduğunu göstermiştir. Ayrıca, antioksidan enzim aktiviteleri (süperoksit dismutaz, katalaz, askorbat peroksidaz, glutatyon redüktaz) Tom-143'te daha yüksek artış göstermiştir. Lipid peroksidasyon seviyesi, malondialdehit içeriği ile ölçülmüş ve Tom-143'ün bu parametrede daha az etkilenmiş olduğu bulunmuştur. Toplam fenolik ve flavonoid içerikleri, S2 ve S3 koşullarında artış göstermiş ve en yüksek artış Tom-143'te S3 uygulaması altında gözlemlenmiştir. Bu bulgular, antioksidan savunma sistemlerinin, osmolytlerin ve ikinci metabolitlerin domatesin kuraklık stresine karşı koruyucu mekanizmalarında önemli rol oynadığını göstermektedir.

4.7. Kurak ve Kontrol Koşullarda Temel Bileşen Analizi (PCA) Sonuçları

4.7.1. Morfolojik Özelliklere Ait Temel Bileşen Analiz Sonuçları

Kontrol koşullarında yetiştirilen bitkilerde gerçekleştirilen Temel Bileşen Analizi (PCA) sonuçlarına göre, genotipler arasında morfolojik özelliklere dayalı önemli varyasyonlar tespit edilmiştir. Analizde kullanılan ilk iki bileşen toplam varyansın %82,55'ini açıklamakta olup, bu durum analizde değerlendirilen değişkenlerin büyük bir kısmının bu iki bileşenle temsil edildiğini göstermektedir (Şekil 4.32). Birinci bileşen (PC1), varyansın %50,57'sini açıklarken; ikinci bileşen (PC2) %31,98'ini açıklamaktadır.

PC1 ekseninde en yüksek pozitif yükler Yaprak Eni (%0,61293) ve Yaprak Uzunluğu (%0,56291) özelliklerinde gözlemlenmiş, bu durum bu iki özelliğin genotipler arası ayırıcı belirleyici olduğunu göstermektedir. PC2 ekseninde ise en yüksek pozitif yük Yeşil Aksam Ağırlığı (%0,71189) ile ilişkilendirilmiş, bu da biyokütle üretiminin genetik varyasyonun önemli bir bileşeni olduğunu ortaya koymaktadır. Bitki Boyu özelliği ise negatif PC1 ve pozitif PC2 yönünde konumlanmış, yani bu özelliğin diğerlerinden bağımsız bir varyasyon gösterdiği söylenebilir.



Şekil 4.32. Kontrol uygulamasında genotip $\times$ morfolojik özellik ilişkilerinin pca biplot ile gösterimi

Grafikte genotipler bu iki bileşene göre farklı alanlara dağılmıştır. Örneğin; 16, 23 ve 5 numaralı genotipler hem yaprak büyüklüğü hem de yeşil aksam ağırlığı açısından üst düzey değerlere sahiptir. 39, 28 ve 30 numaralı genotiplerin ise bitki boyu yüksek, fakat yapraksal büyüme değerleri daha düşüktür. Buna karşılık, 86, 44, 70 ve 69 gibi genotipler tüm özellikler bakımından düşük değerlere sahip olup, alt sol kadranda konumlanmışlardır.

Sonuç olarak, PCA analizi morfolojik özellikler temelinde genotipler arası farklılıkları başarılı şekilde ortaya koymuş ve özellikle yaprak eni, yaprak uzunluğu ve yeşil aksam ağırlığı gibi karakterlerin varyasyona en fazla katkı sağlayan parametreler olduğunu göstermiştir. Bu özellikler yönünden üstün değerlere sahip genotipler, yüksek biyokütle üretimi ve fotosentetik kapasite bakımından avantajlı olabilir ve seleksiyon programlarında öncelikli olarak değerlendirilebilir.

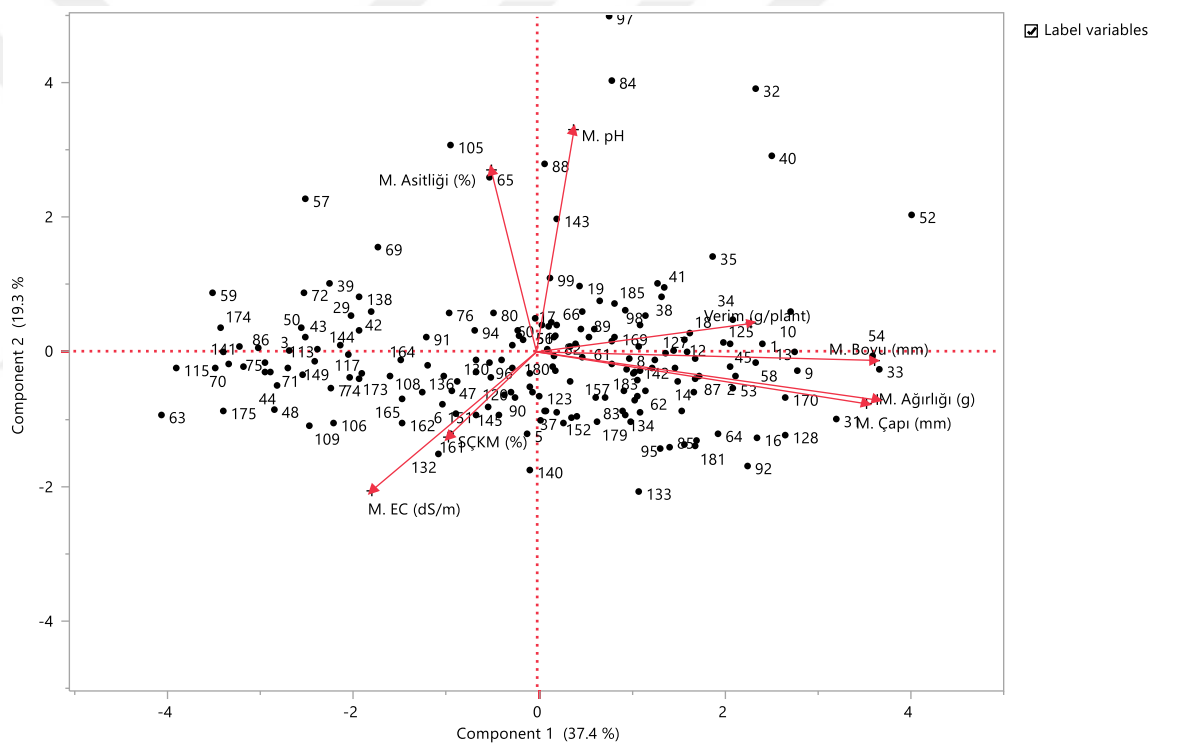
Kurak koşullarda yetiştirilen bitkilerde gerçekleştirilen Temel Bileşen Analizi (PCA) sonuçlarına göre, birinci ve ikinci bileşenler toplam varyansın %84,24'ünü açıklamaktadır (PC1: %58,96; PC2: %25,28) (Şekil 4.33). Bu durum, incelenen morfolojik karakterlerin büyük bir kısmının bu iki bileşen tarafından temsil edilebildiğini ve genotipler arası varyasyonun anlamlı düzeyde özetlenebildiğini göstermektedir.

Birinci bileşende (PC1), Yaprak Eni (%0,57587) ve Yaprak Uzunluğu (%0,54217) pozitif yönlü yüksek katkı sağlamıştır. Bu da bu karakterlerin kurak koşullarda genotipler arasındaki temel

4.7.2. Agronomik Özelliklere Ait Temel Bileşen Analiz Sonuçları

PCA analizine göre, incelenen meyve kalite ve verim karakterlerine ait toplam varyansın %56,72'si ilk iki bileşen (PC1 ve PC2) tarafından açıklanmıştır. Birinci bileşen (PC1) %37,44, ikinci bileşen (PC2) ise %19,27 oranında varyans açıklamaktadır (Şekil 4.34). Bu da incelenen karakterlerin büyük kısmının bu iki bileşenle temsil edilebildiğini göstermektedir.

PC1 bileşeninde en yüksek pozitif yük değerleri meyve ağırlığı (0.523), meyve çapı (0.508), meyve boyu (0.519) ve verim (0.330) değişkenlerinde görülmüştür. Bu durum, bu karakterlerin aynı yönlü varyans gösterdiğini ve PC1 bileşeninde birlikte etkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca bu özelliklerin verim üzerinde doğrudan etkili olduğu ve birlikte değerlendirilmesi gerektiği sonucunu desteklemektedir. Aynı eksen de negatif yüklere sahip olan EC (-0.252) ve SÇKM (-0.135) özellikleri, bu bileşenle ters yönlü ilişki göstermektedir.



Şekil 4.34. Kontrol uygulamasında genotip × agronomik özellik ilişkilerinin pca biplot ile gösterimi

İkinci bileşen (PC2) incelendiğinde, pH (%0.566) ve asitlik (%0.536) karakterleri en yüksek pozitif yüke sahip olup kalite özellikleri açısından farklı bir varyans yönünü temsil etmektedir. Bu eksen de asitlik ve pH'nın birlikte hareket ettiği, buna karşılık meyve verimi gibi diğer özelliklerden bağımsız varyasyon gösterdiği anlaşılmaktadır. EC ise bu bileşende negatif yüklü olarak yer almış, pH ile ters yönlü bir ilişki göstermiştir.

Biplot grafiği incelendiğinde, meyve ağırlığı, çapı ve boyunun birbirine yakın yönelimler gösterdiği ve bu karakterlerin aynı grupta kümelendiği gözlemlenmiştir. Bu grup aynı zamanda verim ile aynı yönlü yer alarak bu üç morfolojik özelliğin verimi belirleyen temel faktörlerden biri

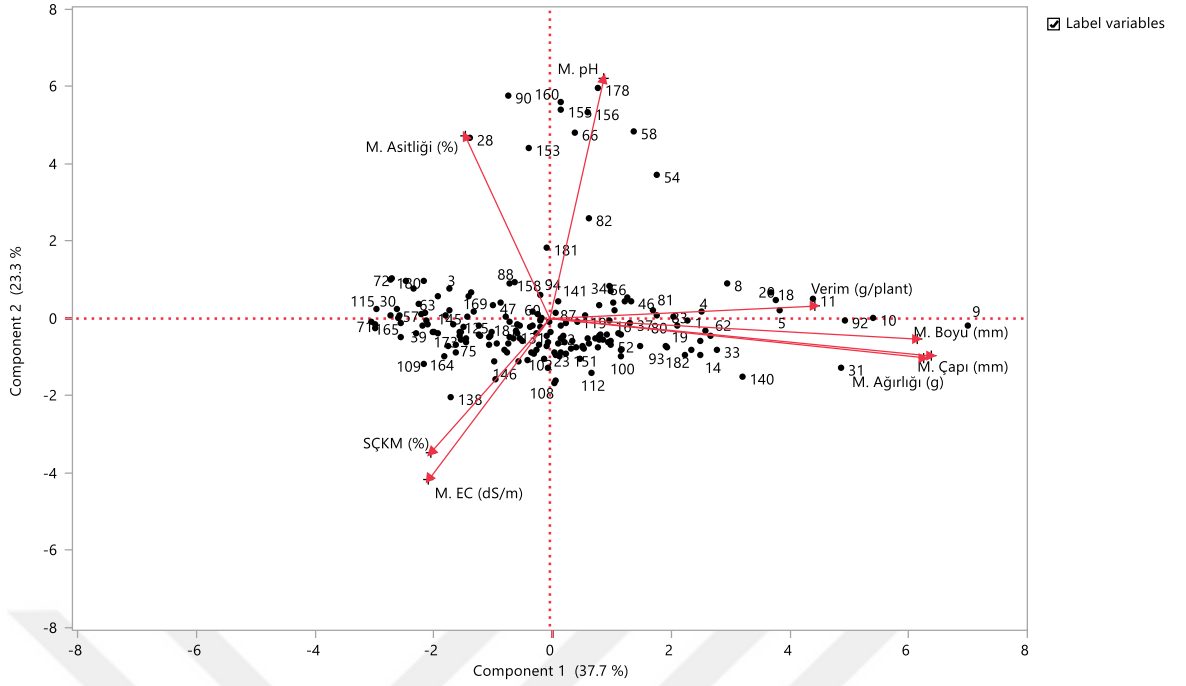
olduğunu ortaya koymaktadır. Buna karşılık pH ve asitlik özellikleri grafikte yukarı yönlü farklı bir ekseninde konumlanmış, SÇKM ve EC ise daha zayıf ve ters yönlü yük değerleriyle ayrılmıştır.

Bu sonuçlar, domatestte meyve kalitesi ile ilgili parametrelerin farklı varyans kaynaklarına sahip olduğunu; verim ile meyve büyüklüğü parametrelerinin (ağırlık, çap, boy) pozitif ilişkili olduğunu, pH ve asitlik gibi kalite göstergelerinin ise bu gruptan ayrı bir varyasyon oluşturduğunu göstermektedir. Özellikle yüksek verim sağlayan genotiplerin daha büyük ve ağır meyve yapısına sahip olduğu, buna karşılık kalite parametreleri bakımından farklı yönelimler gösterebildiği anlaşılmaktadır.

Kuraklık koşulları altında gerçekleştirilen Temel Bileşen Analizi sonucunda, toplam varyansın %60,93'ü ilk iki bileşen (PC1 ve PC2) tarafından açıklanmıştır (Şekil 4.35). Birinci bileşen (PC1) %37,66, ikinci bileşen (PC2) ise %23,26 oranında varyansı temsil etmektedir. Bu oranlar, kurak koşullar altında incelenen özelliklerin büyük bir kısmının ilk iki bileşen ile yeterli düzeyde açıklanabildiğini göstermektedir.

PC1 bileşenine en yüksek pozitif katkıyı meyve ağırlığı (0.525), meyve çapı (0.513), meyve boyu (0.504) ve verim (0.364) göstermiştir. Bu durum, kurak koşullarda bu özelliklerin aynı varyans yönü içerisinde birlikte hareket ettiğini ve verim ile pozitif ilişkili olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda bu karakterlerin, verimi belirlemede temel bileşen olduğu ve seçim kriteri olarak öne çıktığını ortaya koymaktadır.

PC2 bileşeni ise pH (0.596) ve asitlik (0.492) özelliklerinden yüksek katkı almış olup, bu iki kalite parametresi farklı bir varyasyon eksenini temsil etmektedir. Bu sonuç, kurak koşullarda pH ve asitliğin meyve büyüklüğü ve verim parametrelerinden bağımsız olarak değiştiğini göstermektedir. Bu ayrışma, kalite parametrelerinin kuraklığa genotip bazlı tepkilerini ortaya koymak açısından önem arz etmektedir.



Şekil 4.35. Kuraklık uygulamasında genotip $\times$ morfolojik özellik ilişkilerinin pca biplot ile gösterimi

Biplot grafiği incelendiğinde, meyve ağırlığı, çapı ve boyunun birbirine paralel yönelimler gösterdiği ve bu özelliklerin verimle yüksek korelasyona sahip olduğu gözlemlenmiştir. Bu üç morfolojik parametrenin genotiplerin verim potansiyelini belirlemede güçlü bir etkiye sahip olduğu, PCA analizinde açıkça ortaya konmuştur. Öte yandan pH ve asitlik özellikleri farklı bir yönelime sahip olup, kalite açısından farklı varyasyon eksenleri ile ifade edilmiştir. SÇKM ve EC ise bu bileşenlerde daha zayıf etkiler göstermekte olup, genotipler arasında farklı dağılımlar ortaya koymuştur.

Bu sonuçlar, kuraklık stresinin verim ile ilişkili morfolojik özelliklerde varyasyonu belirginleştirdiğini; pH, asitlik, SÇKM gibi kalite parametrelerinin ise daha bağımsız değişkenler olarak ayrıştığını göstermektedir. Dolayısıyla PCA analizi, kurak koşullarda verimi artırmaya yönelik seleksiyon sürecinde meyve büyüklüğü ile ilgili karakterlerin öncelikli değerlendirilmesi gerektiğini; kalite özelliklerinin ise farklı yönlerden ele alınarak dengeli genotip seçimi yapılması gerektiğini göstermektedir.

4.7.3. Fizyolojik Özelliklere Ait Temel Bileşen Analiz Sonuçları

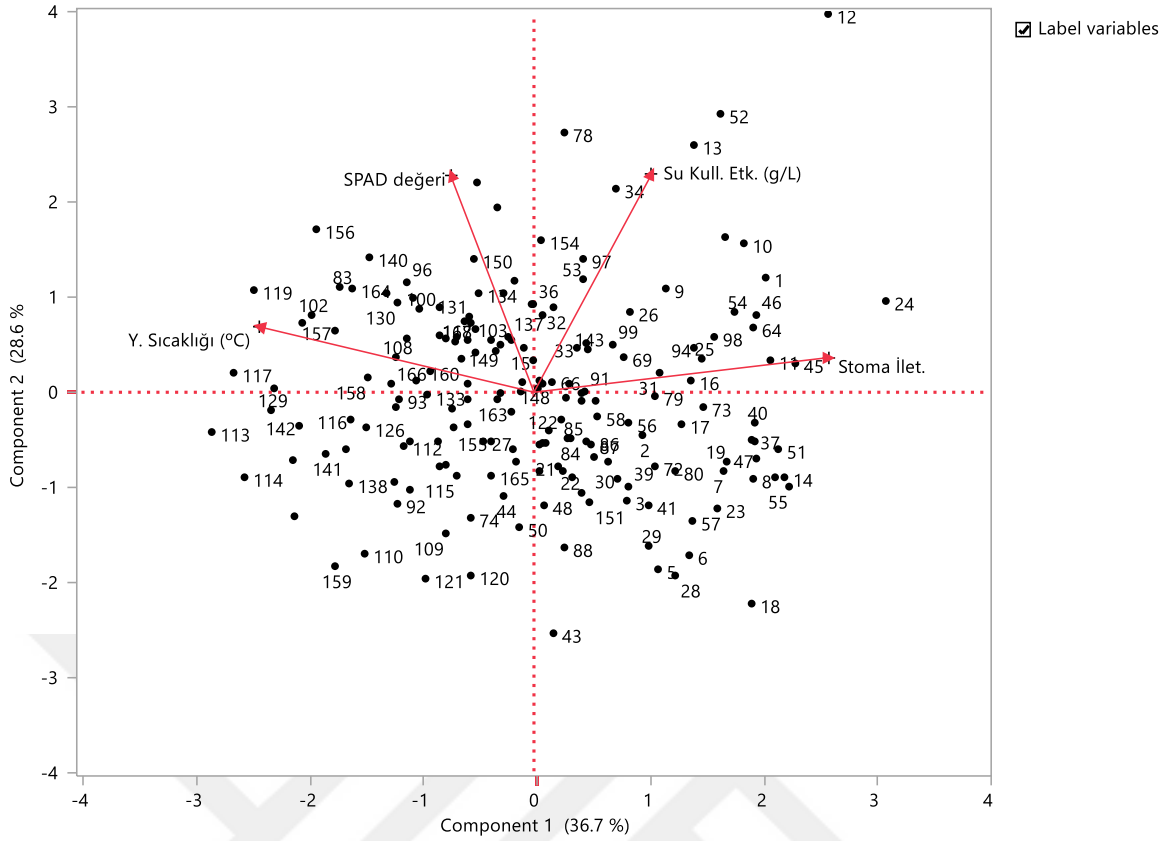
Birinci temel bileşen (PC1) varyansın %36,73'ünü, ikinci bileşen (PC2) ise %28,57'sini açıklamakta olup, ilk iki bileşen toplamda varyansın %65,3'ünü yansıtmaktadır (Şekil 4.36). Bu oran, incelenen fizyolojik özelliklerin varyasyonlarının büyük oranda bu iki bileşenle ifade edilebildiğini göstermektedir.

PCA yüklemeleri incelendiğinde, stoma iletkenliği (0.689) ve yaprak sıcaklığı (0.641) PC1'e en yüksek pozitif katkıyı sunarken, SPAD değeri negatif katkı sağlamıştır (-0.194). PC2'ye en yüksek katkıyı ise SPAD değeri (0.685) ve su kullanma etkinliği (0.690) sağlamıştır. Bu durum, kuraklık altında stoma iletkenliği ve yaprak sıcaklığının genotipler arasında fizyolojik varyasyonun ana belirleyicileri olduğunu, ancak klorofil içeriği (SPAD) ve su kullanım etkinliğinin de ikinci eksen boyunca genotipleri ayırt etmede önemli rol oynadığını göstermektedir.

Biplot düzleminde vektörlerin yönelimi ve uzunluğu dikkate alındığında, stoma iletkenliği vektörünün belirgin şekilde sağ ekseninde konumlandığı ve yüksek varyasyon gösterdiği, bazı genotiplerin bu özelliğe göre ayrıştığı gözlemlenmektedir. Örneğin, 145 ve 116 numaralı genotipler stoma iletkenliği ile doğrudan ilişkili alanda konumlanmış olup, yüksek stomatal açıklık oranlarına sahip olabilecekleri düşünülmektedir.

Benzer şekilde, SPAD değeri ve su kullanma etkinliği birbirine yakın yönelimli olup, kurak koşullarda bazı genotiplerin bu iki özelliği birlikte optimize edebildiğini göstermektedir. Örneğin 3, 52 ve 78 numaralı genotipler bu doğrultuda öne çıkmakta ve kurak koşullarda klorofil içeriğini ve su verimliliğini birlikte sürdürebilme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Yaprak sıcaklığı parametresi ise negatif PC1 yönünde konumlanmış olup, stoma iletkenliği ile ters ilişkili bir eğilim sergilemektedir. Bu durum, stomatal kapanma sonucu terlemenin azalmasına bağlı olarak yaprak sıcaklığının arttığına işaret etmektedir. Bu ilişkinin varlığı, su açığı stresine karşı fizyolojik bir adaptasyon stratejisi olarak değerlendirilebilir.



Şekil 4.36. Kontrol uygulamasında genotip $\times$ fizyolojik özellik ilişkilerinin pca biplot ile gösterimi

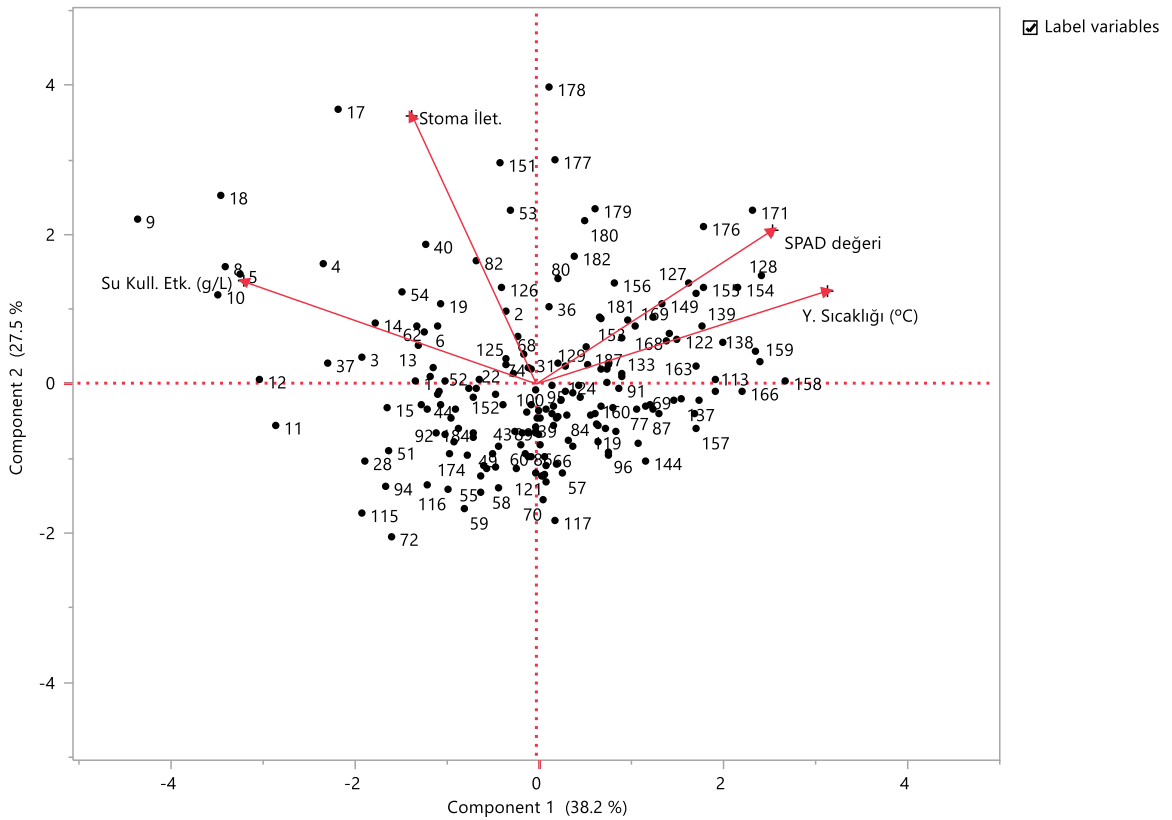
Sonuç olarak, kurak koşullarda fizyolojik özelliklerin PCA analizi, genotipler arasında belirgin farklılıklar olduğunu ve bazı genotiplerin yüksek stoma iletkenliği, SPAD değeri ve su kullanma etkinliği gibi özellikleri birlikte optimize ederek kuraklık toleransı açısından avantaj sağladıklarını göstermektedir. Bu parametreler, kuraklığa dayanıklı genotiplerin seçiminde önemli fizyolojik belirteçler olarak değerlendirilebilir.

Şekilde sunulan PCA biplot analizi, kurak koşullarda domates genotiplerinin dört farklı fizyolojik özelliğe (SPAD değeri, stoma iletkenliği, yaprak sıcaklığı ve su kullanma etkinliği) göre dağılımını ortaya koymaktadır (Şekil 4.37). PCA sonuçlarına göre birinci temel bileşen (PC1), varyansın %38,16'sını, ikinci bileşen (PC2) ise %27,51'ini açıklamakta olup, toplamda bu iki bileşen genotipler arası varyasyonun %65,67'sini yansıtmaktadır. Bu durum, değerlendirilen özelliklerin genetik farklılıkları ayırt etmede yüksek açıklayıcılığa sahip olduğunu göstermektedir.

Biplot grafiğinde yer alan değişken vektörlerinin yönü ve uzunlukları, söz konusu fizyolojik özelliklerin varyans üzerindeki etkisini ve genotiplerle olan ilişkisini yansıtmaktadır. Yaprak sıcaklığı (Y. Sıcaklığı) ve SPAD değeri, PC1 boyunca yüksek pozitif yük değerleri (sırasıyla 0,59257 ve 0,47493) ile en belirgin katkıyı sunan özelliklerdir. Bu durum, bu iki özelliğin genotip varyasyonunu belirlemede önemli rol oynadığını göstermektedir.

Stoma iletkenliği, PC2’de yüksek pozitif yük değeri (0,79201) ile en yüksek katkıyı yapan değişkendir. Bu özellik, genotiplerin kuraklık stresine verdiği fizyolojik yanıtları ayırt etmede belirleyici bir faktör olarak öne çıkmaktadır.

Öte yandan, su kullanma etkinliği (WUE) PC1’de negatif yönde konumlanmış (-0,59606), yani bu eksen de yer alan genotiplerin bu özellik bakımından daha düşük değere sahip olduğu anlaşılmaktadır. WUE’nin bu şekilde konumlanması, kuraklık koşullarında bu parametrenin bazı genotiplerde fotosentetik verimlilik ve stomal kontrol ile ters yönde ilişkili olabileceğini düşündürmektedir.



şekil 4.37. Kuraklık uygulamasında genotip $\times$ fizyolojik özellik ilişkilerinin pca biplot ile gösterimi

Genotipler PCA düzleminde bu fizyolojik özelliklere göre ayrırmakta olup, örneğin 171, 139, 123 gibi numaralı genotiplerin hem yüksek SPAD değeri hem de yaprak sıcaklığına sahip olduğu; 17, 40 ve 178 gibi genotiplerin ise daha yüksek stoma iletkenliğine yöneldiği görölmektedir. Öte yandan, 9, 5, 4 ve 10 numaralı genotiplerin negatif PC1 yönünde konumlanmaları, bu genotiplerin daha yüksek su kullanma etkinliğine sahip olabileceklerini göstermektedir.

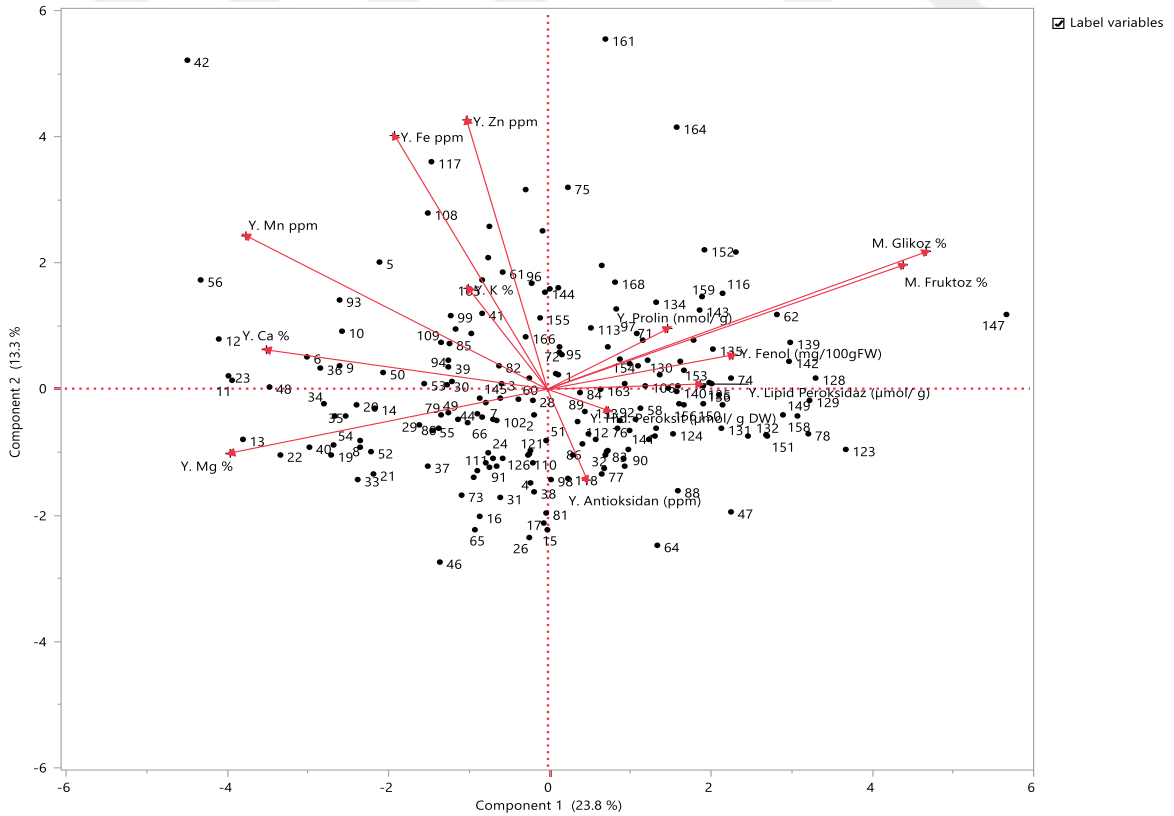
Kurak koşullarda yapılan PCA analizi, SPAD değeri, yaprak sıcaklığı ve stoma iletkenliği gibi fizyolojik özelliklerin genotipler arası varyasyonu açıklamada güçlü faktörler olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle PC1 ve PC2’nin toplamda %65,67 varyansı açıklaması, bu dört özelliğin sečilim sürecinde kullanışlı olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, yüksek SPAD değeri ve

optimum stoma iletkenliğine sahip genotiplerin, fotosentetik kapasiteyi koruyarak kuraklığa daha toleranslı bireyler olarak öne çıkabilecekleri değerlendirilmektedir.

4.7.4. Biyokimyasal Özelliklere Ait Temel Bileşen Analiz Sonuçları

Bu PCA (Temel Bileşenler Analizi) grafiği, domates genotiplerinin kontrol koşullarında biyokimyasal parametrelere göre sınıflandırılmasına olanak sağlamaktadır (şekil 4.38). Analiz sonuçlarına göre, birinci temel bileşen (PC1) %23,83; ikinci temel bileşen (PC2) ise %13,32 varyans açıklama oranına sahip olup, birlikte toplam varyansın %37,15'ini temsil etmektedir. Bu durum, analiz edilen biyokimyasal özelliklerin genotipler arasında anlamlı bir varyasyon gösterdiğini ve PCA'nın genotip-özellik ilişkilerinin belirlenmesinde etkili olduğunu göstermektedir.

Biplot grafiğinde incelendiğinde, meyvede glikoz içeriği (%), fruktoz içeriği (%) ve fenolik madde içeriği (mg/100g FW) vektörleri PC1 boyunca sağ tarafa doğru yönelmiş olup, bu özelliklerin PC1 bileşeni ile pozitif ve güçlü ilişkili olduğu anlaşılmaktadır. Glikoz ve fruktoz içeriği vektörlerinin uzunluğu ve yönü, bu parametrelerin varyansın açıklanmasında yüksek katkı sağladığını göstermektedir. Bu bağlamda, sağ üst çeyrekte yer alan genotiplerin bu içerikler bakımından öne çıktığı ve olasılıkla kurak koşullarda yüksek karbonhidrat birikimi ile adaptasyon sağladığı değerlendirilmektedir.

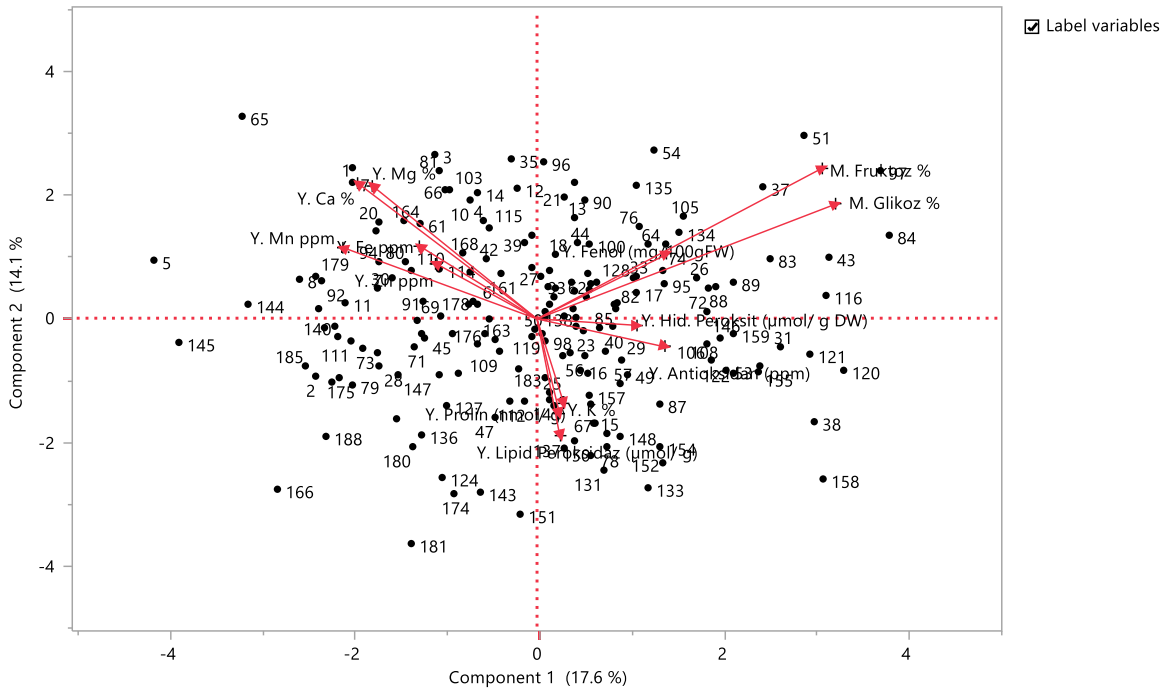


Şekil 4.38. Kontrol uygulamasında genotip × biyokimyasal özellik ilişkilerinin pca biplot ile gösterimi

Ayrıca, yaprakta Zn, Mn ve Fe içeriği (ppm) gibi mikro elementler PC2 yönünde yüksek yüklerle sahiptir. Özellikle yaprakta Mn içeriği vektörü hem uzunluğu hem de PC2 yönünde yüksek pozitif yük taşıması açısından dikkat çekicidir. Bu, bazı genotiplerin kuraklık altında mikro element birikimi bakımından daha avantajlı olabileceğini ve bu parametrelerin genetik ayırıcılıkta kullanılabileceğini göstermektedir.

Yaprakta prolin ($\mu\text{mol/g FW}$) ve lipid peroksidasyon ($\mu\text{mol/g FW}$) gibi stres belirteçleri ise daha çok PC1 ve PC2 eksenlerinin kesişim noktasında konumlanmakta, bazı genotiplere yakın yerleşimleriyle kuraklığa biyokimyasal tepki profillerini yansıtmaktadır. Özellikle prolin birikimi, vektör yönü itibarıyla bazı genotiplerle yüksek korelasyon göstermekte olup, bu durum prolinin kuraklık toleransının önemli bir biyobelirteci olarak değerlendirilebileceğini ortaya koymaktadır.

Kuraklık koşullarında domates genotiplerinin biyokimyasal karakteristiklerine ilişkin temel bileşen analizi (PCA), varyasyonun açıklanmasında önemli bir içgörü sunmaktadır. Grafik üzerinde yer alan bileşenlerden birincisi (PC1), toplam varyansın %17,63'ünü açıklarken; ikinci bileşen (PC2) %14,09'luk bir katkı sağlamaktadır (Şekil 4.39). Böylece, ilk iki bileşen toplamda varyansın %31,72'sini temsil etmektedir.



Şekil 4.39. Kuraklık uygulamasında genotip $\times$ biyokimyasal özellik ilişkilerinin pca biplot ile gösterimi

Biplot grafiği incelendiğinde, meyvede fruktoz ve glikoz içeriklerinin PC1 yönünde güçlü pozitif yükleme gösterdiği ve birbirlerine yakın yönlerde konumlandığı görülmektedir. Bu durum, kuraklık koşullarında bu iki çözünür karbonhidratın birlikte artış eğiliminde olduğunu ve genotiplerin karbon metabolizmasındaki değişimlerin bu iki parametre üzerinden takip edilebileceğini düşündürmektedir. Aynı şekilde, yaprak fenolik madde içeriği de bu eksene paralel

şekilde uzanarak, bu bileşenle pozitif ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu parametrelerin genotip ayrımında etkili olduğu ve birlikte kümelenmiş bazı genotiplerde yüksek düzeyde ifade edildiği anlaşılmaktadır.

Öte yandan, yaprak prolin içeriği, hidrojen peroksit (H_2O_2) ve lipid peroksidasyon düzeylerinin vektör yönleri incelendiğinde, bu parametrelerin benzer doğrultuda PC2 eksenine yakın yer aldığı ve birbirleriyle ilişkili olarak varyasyonu etkilediği görülmektedir. Bu durum, stres koşullarında oksidatif stres belirteçleri ile osmotik dengeyi sağlayan parametreler arasında pozitif bir ilişki olabileceğini göstermektedir. Ayrıca yaprak antioksidan kapasitesi de bu grup içerisinde yer almakta olup, genotiplerin strese verdiği biyokimyasal yanıtların bir bileşeni olarak ön plana çıkmaktadır.

Bazı mikro element içeriklerinin (Fe, Mn, Zn) PCA üzerinde daha farklı yönlerde ve daha kısa vektörlerle temsil edilmesi, bu parametrelerin varyans açıklayıcılığının görece düşük olduğunu ve genotipler arası farklılığı sınırlı düzeyde yansıttığını göstermektedir.

Sonuç olarak bu analiz, kuraklık altında özellikle çözünür şekerler (fruktoz ve glikoz), fenolik maddeler, prolin ve oksidatif stres parametrelerinin genotip ayrımında belirleyici olduğunu ortaya koymuştur. Bu parametrelerin PCA düzleminde belirgin dağılım sergilemesi, kuraklığa dayanıklılık açısından seleksiyon çalışmalarında öncelikli olarak dikkate alınması gereken biyokimyasal göstergeler olduklarını desteklemektedir.

Rafique ve ark, (2024) tarafından yapılan çalışmada domates genotiplerinin morfolojik ve biyokimyasal meyve özellikleri açısından çeşitliliği detaylı bir şekilde incelenmiştir. Ayub Tarım Araştırma Enstitüsü'nde yapılan analizlerde, meyve büyüklüğü, lokul sayısı, meyve formu indeksi, meyve rengi, kuru madde içeriği, toplam şeker içeriği, toplam asidite, likopen ve C vitamini içeriği gibi önemli özellikler belirli genotiplerle ilişkilendirilmiştir. Bu özellikler, domatesin verim ve kalite özelliklerini daha iyi anlamak adına büyük önem taşımaktadır. Temel bileşen analizi (PCA) ile yapılan incelemede, dört ana bileşen belirlenmiş ve bu bileşenler toplam varyasyonun %93.74'ünü açıklamıştır. İlk bileşen, C vitamini, lokul sayısı ve meyve formu indeksi gibi önemli kalite göstergelerini içermektedir. İkinci bileşende, kuru madde içeriği ve toplam asidite öne çıkarken, üçüncü bileşen likopen, meyve kütlesi ve meyve rengi ile ilişkilendirilmiştir. Dördüncü bileşende ise toplam şeker içeriği en belirgin faktör olarak yer almaktadır. Bu bulgular, domatesin kalitesini ve verimini belirleyen temel özelliklerin genetik çeşitliliğini anlamada ve bu özellikler üzerinden yapılacak ıslah programlarında önemli bir temel oluşturacaktır. Ayrıca, PCA analizi, bu genetik çeşitliliğin nasıl bir yapıya sahip olduğunu daha net bir şekilde ortaya koymuş ve bu bilgilerin, gelecekteki ıslah çalışmalarında hedeflenebilecek ana bileşenleri belirlemede kullanılabilir olduğunu göstermektedir.

4.8. Kurak Koşullarda Domates Genptiplerinde 31 Özellik Arasındaki Korelasyon Analizi Sonuçları

Verim, bitki boyu ($r = 0,307^*$), yeşil aksam ağırlığı ($r = 0,424^{**}$), meyve sayısı ($r = 0,628^{**}$), meyve ağırlığı ($r = 0,296^*$) ve meyve çapı ($r = 0,275^*$) ile pozitif ve anlamlı korelasyon göstermektedir (Çizelge 4.27). Bu durum, özellikle kuraklık koşullarında verimliliğin morfolojik özelliklerle yakından ilişkili olduğunu ve bu özelliklerin seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Ayrıca verim ile yapraktaki prolin içeriği arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki gözlenmiştir ($r = -0,306^*$). Bu ilişki, stres durumunda artan prolin seviyelerinin, genellikle düşük verimle ilişkili olduğunu göstermektedir. Su kullanma etkinliği değeri; verim ile ($r = 0,409^{**}$), meyve sayısı ile ($r = 0,354^*$), meyve çapı ($r = 0,364^*$), meyve ağırlığı ($r = 0,325^*$) ve fenolik madde içeriği ($r = 0,229^*$) ile pozitif ve anlamlı korelasyon göstermektedir. Bu, suyu daha verimli kullanan genotiplerin aynı zamanda daha yüksek verim ve kalite özellikleri sergilediğini ortaya koymaktadır.

Stoma iletkenliği, bitki boyu ($r = 0,273^*$) ve yeşil aksam ağırlığı ($r = 0,325^*$) ile anlamlı ve pozitif yönde ilişkili bulunmuştur. Bu durum, fotosentez kapasitesinin yüksek olduğu genotiplerin, daha fazla stomal açıklığa sahip olduğunu ve bu özelliğin kuraklık toleransında önemli bir fizyolojik parametre olduğunu göstermektedir. Yaprak prolin içeriği ile Lipid peroksidasyonu arasında pozitif korelasyon gözlenmiştir ($r = 0,151$), ancak istatistiksel olarak önem düzeyine ulaşmamıştır. Lipid peroksidasyonu ile antioksidan madde içeriği arasında da anlamlı olmayan zayıf ilişkiler gözlenmiştir. Ancak bu değişkenlerin genotip bazlı değişimi, stresle başa çıkma mekanizmalarının çeşitliliğine işaret etmektedir. Yaprak antioksidan içeriği ile meyve glikoz içeriği ($r = 0,289^*$) ve fenolik madde içeriği ($r = 0,229^*$) arasında anlamlı pozitif korelasyon bulunmuştur. Bu da kuraklık stresine karşı gelişen savunma mekanizmalarının ürün kalitesiyle doğrudan ilişkili olabileceğini göstermektedir. Yaprakta kalsiyum içeriği, su kullanma etkinliği ile ($r = 0,267^*$) ve meyve çapı ile ($r = 0,279^*$) anlamlı pozitif ilişki göstermiştir. Bu, kalsiyumun kuraklık stresinde hücre duvarı stabilitesi ve su ilişkileri açısından önemli bir rol oynayabileceğini desteklemektedir. Sonuç olarak, kuraklık koşulları altında verimlilik, morfolojik ve fizyolojik özelliklerle doğrudan ilişkili olup; özellikle verim, su kullanma etkinliği ve meyve ile ilgili niteliklerin birbirleriyle pozitif korelasyon göstermesi, bu karakterlerin birlikte seleksiyona tabi tutulabileceğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, biyokimyasal parametrelerin (prolin, fenolik madde, antioksidan vb.) verimle dolaylı ilişkiler göstermesi, bu özelliklerin stres belirteci olarak kullanılabileceğine işaret etmektedir.

Çizelge 4.27. Kurak koşullarda domates genotiplerinde 31 özellik arasındaki korelasyon değerleri

	BB	YA	YU	YG	SI	SPAD	YS	MA	MÇ	MB	SÇKM	Asitlik	pH	EC	Verim(g/b)	MS	Verim(kg/ha)	Prolin	LP	Antiok.	H2O2	Mg	K	Ca	Fe	Mn	Zn	MF	MG	YTF
YA	0,464**																													
YU	-0,433**	-0,162*																												
YG	-0,549**	-0,200**	0,798**																											
SI	-0,065	0,085	0,273**	0,235**																										
SPAD	-0,265**	-0,245**	0,069	0,086	0,024																									
YS	-0,271**	-0,433**	0,121	0,153*	-0,008	0,274**																								
MA	-0,192**	-0,116	0,417**	0,294**	0,256**	-0,093	0,12																							
MÇ	-0,260**	-0,144	0,470**	0,354**	0,267**	-0,047	0,206**	0,908**																						
MB	-0,442**	-0,278**	0,601**	0,514**	0,262**	-0,053	0,165*	0,743**	0,741**																					
SÇKM	-0,194**	-0,303**	-0,138	-0,065	-0,231**	0,182*	0,266**	-0,084	-0,082	-0,123																				
Asitlik	-0,03	-0,053	-0,069	-0,14	0,024	0,119	0,046	-0,166*	-0,144*	-0,179*	-0,01																			
pH	0,01	-0,006	0,141	0,074	0,128	0,044	0,054	0,049	0,051	0,039	-0,348**	0,52**																		
EC	0,065	0,051	-0,285**	-0,249**	-0,133	-0,036	0,02	-0,124	-0,087	-0,249**	0,213**	-0,1	-0,434**																	
Verim(g/b)	-0,098**	0,254**	0,347**	0,243**	0,235**	-0,161*	-0,298**	0,436**	0,368**	0,445**	-0,331**	-0,112	0,028	-0,122																
MS	0,303**	0,345**	-0,222**	-0,237**	-0,088	-0,155*	-0,454**	-0,374**	-0,503**	-0,359**	-0,173**	0,02	-0,007	0,007	0,363**															
Verim(kg/ha)	-0,098**	0,254**	0,347**	0,243**	0,235**	-0,161*	-0,298**	0,436**	0,368**	0,445**	-0,331**	-0,112	0,028	-0,122	1**	0,363**														
Prolin	-0,253**	-0,29**	-0,058	0	-0,129	0,209**	0,41**	-0,159*	-0,133	-0,172*	0,433**	0,123	-0,036	0,139	-0,306**	-0,21**	-0,306**													
LP	-0,165*	-0,14	0,007	0,059	-0,141	0,152*	0,114	-0,238**	-0,224**	-0,176*	0,263**	0,041	0,009	-0,026	-0,262**	0,013	-0,262**	0,242**												
Antiok	-0,156*	-0,169*	0,079	0,121	0,11	0,092	0,174*	-0,006	0,021	-0,007	0,183*	-0,018	-0,024	0,007	-0,084	-0,102	-0,084	-0,059	0,221**											
H2O2	-0,108	-0,155*	0,055	0,055	0,097	0,02	0,137	0,003	-0,027	0,053	0,087	-0,039	0,043	-0,138	-0,14	-0,169*	-0,14	0,005	0,028	0,152*										
Mg	-0,114	0,101	0,162*	0,26**	0,129	-0,089	-0,253**	0,134	0,045	0,169*	-0,19**	0,029	0,039	-0,086	0,364**	0,179*	0,364**	-0,201**	-0,133	-0,09	-0,042									
K	-0,082	-0,115	-0,076	0,008	0,026	0,199**	0,099	-0,022	-0,002	-0,12	0,171**	0,105	0,071	-0,089	-0,28**	-0,227**	-0,28**	0,156*	0,138	0,138	0,112	0,06								
Ca	0,005	0,192**	0,161*	0,178*	0,036	0,057	-0,222**	0,074	0,021	0,092	-0,185*	0,022	0,06	-0,033	0,266**	0,191**	0,266**	-0,172*	-0,041	-0,158*	-0,165*	0,441**	-0,183*							
Fe	-0,215**	-0,162*	0,091	0,139	0,004	0,123	0,212**	-0,006	-0,009	0,058	0,137	0,193**	0,049	0,059	0,035	-0,058	0,035	0,135	-0,129	0,083	0,078	0,147	-0,026	0,078						
Mn	-0,16*	-0,027	-0,08	0,039	-0,154*	0,029	-0,008	-0,196**	-0,211**	-0,167**	0,118	0,178*	-0,026	0,215**	-0,113	0,123	-0,113	0,179*	0,066	-0,037	-0,032	0,247**	-0,004	0,32**	0,431**					
Zn	-0,166*	0,009	0,103	0,203**	0,017	0,036	-0,034	-0,07	-0,032	0,08	-0,077	0,028	-0,022	-0,042	0,085	0,091	0,085	-0,08	-0,095	-0,04	0,051	0,102	-0,06	0,02	0,193**	0,184*				
MF	0,11	-0,005	-0,101	-0,101	-0,139	-0,095	-0,062	0,047	0,001	0	0,362**	0,011	-0,04	-0,12	0,054	0,06	0,054	-0,047	-0,119	0,133	0,135	0,01	-0,097	-0,033	-0,057	-0,131	-0,032			
MG	0,017	-0,1	-0,043	-0,056	-0,112	0,024	0,116	0,101	0,099	0,038	0,432**	0,069	0,041	-0,201**	-0,056	-0,098	-0,056	0,056	-0,08	0,187*	0,133	-0,105	0,03	-0,128	-0,02	-0,131	-0,051	0,89**		
YTF	0,217**	0,135	-0,268**	-0,31**	-0,161*	-0,067	-0,134	-0,205**	-0,242**	-0,331**	0,231**	0,203**	0,004	0,198**	0,007	0,284**	0,007	0,06	0,038	0,035	-0,008	-0,045	-0,172*	0,05	-0,053	-0,046	-0,176*	0,299**	0,167*	
SKE	-0,099	0,254**	0,347**	0,244**	0,234**	-0,161*	-0,299**	0,435**	0,367**	0,445**	-0,332**	-0,112	0,027	-0,123	1**	0,364**	1**	-0,307**	-0,264**	-0,085	-0,139	0,365**	-0,279**	0,267**	0,035	-0,112	0,085	0,054	-0,056	0,007

*: 0,05 ‘e göre önemli

**: 0,01 ‘e göre önemli

İşaret yoksa özellikler arasında önemli bir ilişki yoktur.

BB (Bitki boyu), YA (Yeşil aksam ağırlığı), YU (Yaprak uzunluğu), YG (Yaprak genişliği), Sİ (Stoma iletkenliği), YS (Yaprak sıcaklığı), MA (Meyve Ağırlığı), MÇ (Meyve çapı), MB (Meyve Boyu), SKÇM (Suda çözünebilir kuru madde), Asitlik (Meyve suyunda asitlik), pH (Meyve suyunda pH), EC (Meyve suyunda EC), MS (Meyve sayısı), Prolin (Yaprakta prolin içeriği), LP (Yaprakta Lipid Peroksidasyonu), Antiok. (Yaprakta Antioksidan İçeriği), H₂O₂ (Yaprakta Hidrojen Peroksit İçeriği), Mg (Yaprakta Magnezyum İçeriği), K (Yaprakta Potasyum İçeriği), Ca (Yaprakta Kalsiyum İçeriği), Fe (Yaprakta Demir İçeriği), Mn (Yaprakta Mangan İçeriği), Zn (Yaprakta Çinko İçeriği), MF (Meyvede Fruktöz İçeriği), MG (Meyvede Glikoz İçeriği), (Yaprakta Toplam Fenolik Madde İçeriği), SKE (Su Kullanma Etkinliği)

Rasheed ve ark. (2023), tarafından yapılan bir çalışmada domatestte verim ve verimle ilişkili özellikler için genetik varyasyon, kalıtım derecesi ve genetik ilerleme ve korelasyon analizleri yapılmıştır. Bu amaçla, sekiz domates ebeveyni ve bunların 15 melez veya hibritleri, ilgili özellikleri incelemek amacıyla değerlendirilmiştir. İncelenen tüm özellikler için önemli varyasyonlar gözlemlenmiştir. Çiçek sayısı ve tek meyve ağırlığı (g), Verim (kg) ile yüksek derecede anlamlı bir korelasyona sahipken, Çiçeklenme zamanı ise verim (kg) ile anlamlı pozitif bir ilişki göstermektedir ve bu özellikler verim (kg)'i artırmak için seçilebilir. 15 hibrit arasında, Nagina $\times$ Continental, Pakit $\times$ Continental ve Roma $\times$ BSX-935 yüksek verimli hibritler olarak belirlenmiş ve ileri değerlendirme ve analiz için seçilmiştir. Bu bulgular, en iyi performans gösteren hibritlerin tohum üretimini artırmak ve yüksek verimli çeşitler geliştirmek için kullanılabileceğini ortaya koymuştur.





5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanan yerel domates çeşitleri ile ticari ve yabancı genotiplerin yer aldığı toplam 182 domates genotipi, kuraklık koşullarında gösterdikleri agronomik, fizyolojik ve biyokimyasal yanıtlar bakımından fenotipik olarak karakterize edilmiştir. Mersin Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü'nde iki yıl süreyle yürütölen sera denemelerinde, genotiplerin kurak stres altındaki tepkileri kontrol koşulları ile karşılaştırmalı olarak değeriendirilmiş ve stres tolerans düzeyleri çok yönlü analizlerle belirlenmiştir. Yapılan değeriendirmelerde; kuraklık stresinin bitki boyu, bitki ağırlığı, meyve verimi, yaprak klorofil içeriğı, prolin, toplam çözünebilir şeker, fenol ve MDA (malondialdehit) gibi biyokimyasal parametreler üzerinde önemli etkiler oluşturduğu tespit edilmiştir. Kurak koşullarda bazı genotiplerin bu parametrelerde anlamlı düzeyde performans sergilediğı belirlenmiş, bu durum söz konusu genotiplerin stres adaptasyon yeteneklerinin güçlü olduğunu ortaya koymuştur. Tartılı derecelendirme analizleri ve temel bileşen (PCA) analizleri ile genotipler arasında kuraklığa tolerans düzeyine göre ayrışma sağlanmış ve belirli genotiplerin birden fazla stres parametresinde üstün özellik gösterdiği saptanmıştır. Özellikle bazı yerel genotiplerin hem verim hem de fizyolojik ve biyokimyasal özellikler bakımından yüksek stres toleransı sergilemesi, bu genetik kaynakların ileri ıslah programlarında kullanılabilecek değeri materyaller olduğunu göstermektedir.

Bu bağlamda, çalışmada elde edilen sonuçlar, kuraklık stresine karşı dayanıklı domates genotiplerinin belirlenmesi açısından önemli bilgiler sunmuş; yerel genetik kaynakların sürdürülebilir domates üretimi ve kuraklığa dayanıklı yeni çeşitlerin geliştirilmesi için taşıdığı potansiyeli ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular doğrultusunda, stres koşullarına adaptasyon kapasitesi yüksek genotiplerin ileri moleküler analizlerle desteklenerek, marker destekli seleksiyon ve ıslah programlarında kullanılmaları önerilmektedir.

Bu tez çalışmasında elde edilen bulgular, domates genotiplerinin kuraklık stresine karşı farklı düzeylerde tolerans geliştirebildiğini ortaya koymuştur. Bu doğrultuda, stres koşullarında üstün performans sergileyen genotiplerin, domates ıslah programlarında ebeveyn materyal olarak değeriendirilmesi, kuraklığa dayanıklı yeni çeşitlerin geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Özellikle yerel domates genotiplerinin hem genetik çeşitliliğinin korunması hem de iklim değerişikliğine dayanıklı üretim sistemlerinin oluşturulması açısından stratejik bir potansiyel sunduğı düşünülmektedir. Bu genetik kaynakların ulusal gen bankalarında muhafaza edilmesi ve karakterizasyon çalışmalarına dahil edilerek aktif ıslah materyali olarak kullanılması önerilmektedir. Ayrıca, kuraklık stresine karşı tolerans gösteren genotiplerde gözlemlenen fizyolojik ve biyokimyasal tepkilerin moleküler düzeyde incelenmesi, bu tepkilerin altında yatan genetik ve transkriptomik mekanizmaların daha ayrıntılı olarak anlaşılmasını sağlayacaktır. Bu amaçla, gen ekspresyon analizleri, QTL haritalama veya genom çapında ilişkilendirme analizleri (GWAS) gibi ileri düzey moleküler çalışmaların yürütölmesi faydalı olacaktır. Serada elde edilen verilerin, farklı

ekolojik bölgelerde tarla koşullarında yapılacak çok çevreli denemelerle doğrulanması, genotiplerin çevresel adaptasyon yeteneklerinin daha gerçekçi şekilde değerlendirilmesine olanak sağlayacaktır. Böylece, kuraklığa toleranslı genotiplerin üretim potansiyeli geniş çevresel koşullarda test edilerek, çeşit adaylarının tescil sürecine katkı sağlanabilecektir. Islah programlarında sadece verim kriteri değil, aynı zamanda kuraklık stresine karşı belirleyici olan klorofil içeriği, prolin birikimi, fenolik bileşikler ve su kullanım etkinliği gibi fizyolojik ve biyokimyasal parametrelerin de çoklu seleksiyon indekslerine dahil edilmesi önerilmektedir. Bu sayede daha bütüncül ve etkin bir genotip seçimi gerçekleştirilebilecektir.

Son olarak, küresel iklim değişikliğine karşı dirençli üretim sistemlerinin oluşturulabilmesi için kuraklığa dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesinin yanı sıra, hassas sulama sistemleri, toprak koruma uygulamaları ve stres adaptasyonunu artıran agronomik stratejilerin de birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu çerçevede, iklim akıllı tarım yaklaşımlarının benimsenmesi, sürdürülebilir domates üretimi açısından önemli bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır.

KAYNAKLAR

- Abbass K, Tanveer A, Huaming S, Khatiya A.A., 2021. Impact of financial resources utilization on firm performance: a case of SMEs working in Pakistan.
- Akhoundnejad, Y. 2016. Domateste Yüksek Sıcaklığa Dayanıklılığın Fizyolojik ve Tarımsal Açından İncelenmesi (Doktora Tezi) Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- Akhoundnejad, Y., Daşgan, H.Y., 2020. Photosynthesis, transpiration, stomatal conductance of some melon (*Cucumis melo* L.) genotypes under different drought stress. *Fresenius Environmental Bulletin* 12: 10974-10979.
- Agong, S. G., Schittenhelm, S., & Friedt, W. (2001). Genotypic variation of Kenyan tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) germplasm. *Journal of food technology in Africa*, 6(1), 13-17.
- Ali, A. A. M., Romdhane, W. B., Tarroum, M., Al-Dakhil, M., Al-Doss, A., Alsadon, A.A., 2021. Analysis of salinity tolerance in tomato introgression lines based on morpho-physiological and molecular traits. *Plants* 10, 2594. doi:10.3390/plants10122594.
- Alves, A. A., & Setter, T. L. (2004). Response of cassava leaf area expansion to water deficit: cell proliferation, cell expansion and delayed development. *Annals of Botany*, 94(4), 605-613.
- Anonim : <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Son erişim tarihi: 30.06.2025).
- Bashir, S. S., Hussain, A., Hussain, S. J., Wani, O. A., Zahid Nabi, S., Dar, N. A., Baloch, F. S., & Mansoor, S., 2021. Plant drought stress tolerance: understanding its physiological, biochemical and molecular mechanisms. In *Biotechnology and Biotechnological Equipment* (Vol. 35, Issue 1, pp. 1912–1925). Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/13102818.2021.2020161>.
- Bailey-Serres, J., Parker, J. E., Ainsworth, E. A., Oldroyd, G. E., & Schroeder, J. I. (2019). Genetic strategies for improving crop yields. *Nature*, 575(7781), 109-118.
- Balint, Z., Mutua, F., Muchiri, P., & Omuto, C. T. 2013. Monitoring Drought with the Combined Drought Index in Kenya. In *Developments in Earth Surface Processes* (Vol. 16, pp. 341-356). Elsevier.
- Bayram, M., Daşgan, H.Y., 2020. Useful Parameters and Correlations for Screening of Tomatoes to Salt Tolerance under Field Conditions *Russian Journal of Agricultural Sciences* 46 (5), 451–458.
- Bhatt, R., Singh, P., Hossain, A. et al. Rice–wheat system in the northwest Indo-Gangetic plains of South Asia: issues and technological interventions for increasing productivity and sustainability. *Paddy Water Environ* 19, 345–365 (2021).
- Campestrini, L. H., Melo, P. S., Peres, L. E., Calhelha, R. C., Ferreira, I. C., & Alencar, S. M. (2019). A new variety of purple tomato as a rich source of bioactive carotenoids and its potential health benefits. *Heliyon*, 5(11).

- Conti, V., Romi, M., Parri, S., Aloisi, I., Marino, G., Cai, G., Cantini, C., & Alamillo, J. M., 2021. Morpho-Physiological Classification of Italian Tomato Cultivars (*Solanum lycopersicum* L.) According to Drought Tolerance during Vegetative and Reproductive Growth. <https://doi.org/10.3390/plants>.
- Chiappero, J., del Rosario Cappellari, L., 2019. Plant growth-promoting rhizobacteria improve the antioxidant status in *Mentha piperita* grown under drought stress leading to an enhancement of plant growth and total phenolic content. *Ind. Crops Prod.* 139, 111553.
- Çakan, M., Temur, B., Ersoy, L., Daşgan, H., & Akhoundnejad, Y., 2024. Responses of Different Stresses on Tomato. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11(1), 56–63. <https://doi.org/10.35193/bseufbd.1238375>.
- Dasgupta, A., & Klein, K. (2014). Antioxidants in food, vitamins and supplements: prevention and treatment of disease. Academic Press.
- Dere, S., Kuvşuran, S., & Daşgan, H. Y., 2022. Does drought increase the antioxidant nutrient capacity of tomatoes? *International Journal of Food Science and Technology*. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16008>.
- Egea, I., Estrada, Y., Flores, F. B., & Bolarín, M. C., 2022. Improving production and fruit quality of tomato under abiotic stress: Genes for the future of tomato breeding for a sustainable agriculture. In *Environmental and Experimental Botany* (Vol. 204). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2022.105086>
- Etesami, H., Alikhani, H.A., 2015. Indole-3-acetic acid and 1-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase: Bacterial traits required in rhizosphere. In: Maheshwari, D.K. (Ed.), Rhizoplane and/Or Endophytic Competence By Beneficial Bacteria. In: *Bacterial Metabolites in Sustainable Agroecosystem*, Springer International Publishing, Cham, pp. 183–258.
- Gampe, D., Nikulin, G., Ludwig, R., 2016. Using an ensemble of regional climate models to assess climate change impacts on water scarcity in European river basins. *Sci Total Environ* 573:1503–1518.
- Gogoi, A., Tripathi, B., 2019. <https://www.indiaspend.com/42-indias-land-area-underdrought-worsening-farm-distress-in-election-year/>.
- Henareh, M., Dursun, A., & Mandoulakani, B. A. (2015). Genetic diversity in tomato landraces collected from Turkey and Iran revealed by morphological characters. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 14(2), 87-96.
- Huang, S., 2004. Global trade patterns in fruits and vegetables. USDAERS Agriculture and Trade Report No. WRS-04–06.
- Hussain, S., Khalid MF, Saqib M, Ahmad S, Zafar W, Rao MJ, Morillon R, Anjum MA (2018) Drought tolerance in citrus rootstocks is associated with better antioxidant defense mechanism. *Acta Physiol Plant* 40(8):13.

- Jactel, H., Koricheva, J., Castagneyrol, B., (2019). Responses of forest insect pests to climate change: not so simple. *Current opinion in insect science*.
- Jaleel, C.A., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Al-Juburi, H.J., Somasundaram, R., Panneerselvam, R., 2009. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. *Int J Agric Biol* 11(1):100–105
- Karami, E., 2012. Climate change, resilience and poverty in the developing world. Paper presented at the Culture, Politics and Climate change conference.
- Kaur, G., & Asthir, B. (2017). Molecular responses to drought stress in plants. *Biologia plantarum*, 61, 201-209.
- Khan, M. I. R., Fatma, M., Per, T. S., Anjum, N. A., & Khan, N. A. (2015). Salicylic acid-induced abiotic stress tolerance and underlying mechanisms in plants. *Frontiers in plant science*, 6, 462.
- Klunklin, W., & Savage, G., 2017. Effect on quality characteristics of tomatoes grown under well-watered and drought stress conditions. *Foods*, 6(8), 1–10. <https://doi.org/10.3390/foods6080056>.
- Kusvuran, Ş., Dasgan, H.Y., 2017. Drought induced physiological and biochemical responses in *Solanum lycopersicum* genotypes differing to tolerance, *Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus* 16(6): 19-27.
- Lipczynska-Kochany E. (2018) Effect of climate change on humic substances and associated impacts on the quality of surface water and groundwater: A review. *Sci Total Environ*. Nov 1;640-641:1548-1565. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.05.376. Epub 2018 Jun 18. PMID: 30021320.
- Lesk, C., Rowhani, P., & Ramankutty, N. (2016). Influence of extreme weather disasters on global crop production. *Nature*, 529(7584), 84-87.
- Mafakheri, A., Siosemardeh, A., Bahramnejad, B., Struik, P., C., Sohrabi, Y. (2010). Effect of drought stress on yield, proline and chlorophyll contents in three chickpea cultivars. *Australian Journal of Crop Science* 4 (2010) 8. 4.
- Mahurtale, R.M., Gawli, K. and Nagmote, A. (2023). Genetic variability, heritability and genetic advance in tomato (*Lycopersicon esculentum* M. *International Journal of Statistics and Applied Mathematics* 2023; SP-8(5): 605-607.
- Mahajan, S., & Tuteja, N. (2005). Cold, salinity and drought stresses: an overview. *Archives of biochemistry and biophysics*, 444(2), 139-158.
- Markham, K. K., & Greenham, K. (2021). Abiotic stress through time. *New Phytologist*, 231(1), 40-46.
- Medyouni, I., Zouaoui, R., Rubio, E., Serino, S., Ahmed, H. Ben, & Bertin, N., 2021. Effects of water deficit on leaves and fruit quality during the development period in tomato plant. *Food Science and Nutrition*, 9(4), 1949–1960. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2160>.

- Mihiretu, A., Okoyo, E.N., Lemma, T., 2021. Awareness of climate change and its associated risks jointly explain context-specific adaptation in the Arid-tropics. Northeast Ethiopia SN Social Sciences 1(2):1–18.
- Mittler, R. (2006). Abiotic stress, the field environment and stress combination. Trends in plant science, 11(1), 15-19.
- Musa, T. L., & Kolawole, O. S., 2024. Influence of Drought Stress on The Fruit and Yield Quality of Three Different Varieties of Tomato (*Lycopersicum esculentum* L.). *Fudma Journal Of Sciences*, 8(3), 332–337. <https://doi.org/10.33003/fjs-2024-0803-2360>.
- Mutlu, S., A. Kir, C. Balkan, B. İçer ve A. Küçük. 2007. Sebze Genetik Kaynakları. Tagem/ Ta/ Bb/ 9813 – 02–003. Bitki Genetik Kaynakları Ara Sonuç Raporu.
- Niyazova, N. N., & Huseynova, I. M., 2024. The Antioxidant Defense System of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Varieties under Drought Stress and upon Post-Drought Rewatering. *Biochemistry (Moscow)*, 89(6), 1146–1157. <https://doi.org/10.1134/S0006297924060130>.
- Nonami, H. (1998). Plant water relations and control of cell elongation at low water potentials. *Journal of Plant Research*, 111, 373-382.
- Osei, M. K., K. O., Bonsul, A. Agyeman, and H. S. Choi. 2014. Genetic diversity of tomato germplasm in Ghana using morphological characters. *International Journal of Plant & Soil Science* 3(3):220-231s.
- Ortiz, A.M.D., Outhwaite, C.L., Dalin, C., Newbold, T., 2021. A review of the interactions between biodiversity, agriculture, climate change, and international trade: research and policy priorities. *One Earth* 4(1):88–10.
- Patanè, C., Siah, S., Pellegrino, A., Cosentino, S. L., & Siracusa, L. (2021). Fruit yield, polyphenols, and carotenoids in long shelf-life tomatoes in response to drought stress and rewatering. *Agronomy*, 11(10). <https://doi.org/10.3390/agronomy11101943>
- Pautasso, M., Döring, T. F., Garbelotto, M., Pellis, L., & Jeger, M. J., 2012. Impacts of climate change on plant diseases—opinions and trends. *European Journal of Plant Pathology*, 133, 295-313.
- Perera, K., De Silva, K., Amarasinghe, M., 2018. Potential impact of predicted sea level rise on carbon sink function of mangrove ecosystems with special reference to Negombo estuary, Sri Lanka. *Global Planet Change* 161:162-171.
- Phillips, J.D., 2018 Environmental gradients and complexity in coastal landscape response to sea level rise. *CATENA* 169:107–118.
- Qaryouti, M. M., H. H. Hamdan, M. A. Edwan, O. M. Hurani, and M. A. Al-Dabbas. 2007. Evaluation and characterization of Jordanian tomato landraces. *Dirasat, Agricultural Sciences* 34 (1-2):44-57.

- Rasheed, A., Ilyas, M., Khan, T.N., Mahmood, A., Riaz, U., Chattha, M.B., Al Kashgry, N.A.T., Binothman, N., Hassan, M.U., Wu, Z., Qari, S.H., 2023. Study of genetic variability, heritability, and genetic advance for yield-related traits in tomato (*Solanum lycopersicon* MILL.). *Front Genet.* 2023 Jan 4;13:1030309. doi: 10.3389/fgene.2022.1030309. PMID: 36685955; PMCID: PMC9845701.
- Rafique, A., Abideen, Z.U., Usama, M., Khan, N., Hussain, A. (2024). Identification Of Key Traits Influencing Tomato Genotype Performance Using Principal Component Analysis. A Case Report And Review Of Literature, Biomedical and Clinical Research.3(3);DOI:10.31579/2834-8486/020.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., Chapin, F.S., Lambin, E.F., 2009. A safe operating space for humanity. *Nature*, 461, 472–475.
- Salehi-Lisar, S. Y., & Bakhshayeshan-Agdam, H. (2016). Drought stress in plants: causes, consequences, and tolerance. *Drought stress tolerance in plants*, Vol 1: physiology and biochemistry, 1-16.
- Sivakumar, R., Nandhitha, G., & Nithila, S. (2017). Impact of Drought on Chlorophyll, Soluble Protein, Absciscic Acid, Yield and Quality Characters of Contrasting Genotypes of Tomato (*Solanum lycopersicum*). *British Journal of Applied Science & Technology*, 21(5), 1–10. <https://doi.org/10.9734/bjast/2017/34347>.
- Singla, J., Krattinger, S. G., Wrigley, C. W., Faubion, J., Corke, H., & Seetharaman, K. (2016). Biotic stress resistance genes in wheat.
- Shaffril, H.A.M., Krauss, S.E., Samsuddin, S.F., 2018. A systematic review on Asian's farmers' adaptation practices towards climate change. *Sci Total Environ* 644:683–695.
- Shukla, P. R., Skea, J., Slade, R., Al Khouradajie, A., van Diemen, R., McCollum, D., Pathak, M., Some, S., Vyas, P., Fradera, R., Belkacemi, M., Hasija, A., Lisboa, G., Luz, S., Malley, J., (2022). Climate change 2022: Mitigation of climate change. Contribution of working group III to the sixth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 10, 9781009157926.
- Sönmez, K. 2014. Likopen, β -Karoten ve morfolojik özellikler bakımından yerel sofralık domateslerde genotip x çevre interaksyonu. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara.
- Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G. K., Alexander, L. V., Allen, S. K., Bindoff, N. L., ... & Xie, S. P. (2013). Technical summary. In *Climate change 2013: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 33-115). Cambridge University Press.
- Stoleru, V., Inculet, S. C., Mihalache, G., Cojocaru, A., Teliban, G. C., & Caruso, G. (2020). Yield and nutritional response of greenhouse grown tomato cultivars to sustainable fertilization and irrigation management. *Plants*, 9(8), 1053.

- Terzopoulos, P. J., S. A. Walters, and P. J. Bebelli. 2009. Evaluation of Greek tomato landrace populations for heterogeneity of horticultural traits, *J. Hort. Sci.* 74 (1): 24-29.
- Taiz L, Zeiger E (2006). *Plant Physiology*. (2nd ed.), Sinauer Associates Publishers, Sunderland, pp. 617-634.
- Teker Yıldız, M., & Akı, C., 2025. Evaluation of Physiological and Biochemical Responses of Four Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Cultivars at Different Drought Stress Levels. *Agronomy*, 15(3), 653. <https://doi.org/10.3390/agronomy15030653>
- Thornton, P.K., Lipper, L., 2014. How does climate change alter agricultural strategies to support food security? (Vol. 1340): Intl Food Policy Res Inst.
- Toscano, S., Farieri, E., Ferrante, A., Romano, D., 2016. Physiological and biochemical responses in two ornamental shrubs to drought stress. *Front. Plant Sci.* 7, 645. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00645>.
- Usman, M., & Makhdam, M. S. A. (2021). What abates ecological footprint in BRICS-T region? Exploring the influence of renewable energy, non-renewable energy, agriculture, forest area and financial development. *Renewable Energy*, 179, 12-28.
- Yadav Sardar Vallabhbhai Patel, A., & Shami Sardar Vallabhbhai Patel, V., 2023. *Morphological Characterization of Tomato Genotypes (Solanum lycopersicum L.) under Drought Conditions*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34455.75689>
- Yuan, X., Li, S., Chen, J., Yu, H., Yang, T., Wang, C., Huang, S., Chen, H., & Ao, X., 2024. Impacts of Global Climate Change on Agricultural Production: A Comprehensive Review. In *Agronomy* (Vol. 14, Issue 7). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/agronomy14071360>.
- Zlatev, Z., & Lidon, F. C. (2012). An overview on drought induced changes in plant growth, water relations and photosynthesis. *Emirates Journal of Food & Agriculture (EJFA)*, 24(1).
- Zandalinas, S. I., Sengupta, S., Fritsch, F., Azad, R. K., Nechushtai, R., & Mittler, R. (2021). The impact of multifactorial stress combination on plant growth and survival. *New Phytologist*, 230(3), 1034-1048. <https://doi.org/10.1111/nph.17232>.
- Zaidi, N. W., Dar, M. H., Singh, S., Singh, U.S., (2014). Trichoderma Species as Abiotic Stress Relievers in Plants. *Biotechnology and Biology of Trichoderma*, Elsevier Chapter 38 - Pages 515-525, ISBN 9780444595768, <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59576-8.00038-2>.

ÖZGEÇMİŞ

Ayşe MÜCAHİTOĞLU, İlk, Orta ve Lise öğrenimini Mersin’de tamamladı. Mayıs 2013 tarihinde Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü’nden mezun oldu. Eylül 2013’te aynı bölümde Yüksek Lisans eğitime başladı ve 2015 yılının Aralık ayında yüksek lisans eğitimini başarı ile tamamladı. 2016 yılında YLSY programını kazanarak 2018 yılında İngiltere Nottingham Üniversitesi’nde ikinci yüksek lisans eğitime başladı ve 2019 yılında mezun oldu. 2020 yılı Mart ayında Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü’nde mühendis olarak göreve başlamıştır ve hala buradaki görevine devam etmektedir. 2020 yılı Eylül ayında Çukurova Üniversitesi Bahçe Bitkileri Ana Bilim dalında doktora eğitime başladı. Evli ve bir çocuk annesidir.

