

Bazı Ayçiçeği Çeşitlerinin Farklı Ekim Zamanlarında Soğuk Stresine Tepkilerinin
Morfolojik ve Fizyolojik Parametreler Yardımıyla Belirlenmesi

Şaban Özgür Çetin

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Mayıs 2022

Determination of the Response of Some Sunflower Varieties Grown Under Different
Sowing Dates to Cold Stress by Morphological and Physiological Parameters

Şaban Özgür Çetin

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department of Field Crops

May 2022

Bazı Ayçiçeği Çeşitlerinin Farklı Ekim Zamanlarında Soğuk Stresine Tepkilerinin
Morfolojik ve Fizyolojik Parametreler Yardımıyla Belirlenmesi

Şaban Özgür Çetin

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı
Endüstri Bitkileri Bilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Prof. Dr. Mehmet Demir KAYA

Mayıs 2022

ETİK BEYAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Prof. Dr. Mehmet Demir KAYA danışmanlığında hazırlamış olduğum “Bazı Ayçiçeği Çeşitlerinin Farklı Ekim Zamanlarında Soğuk Stresine Tepkilerinin Morfolojik ve Fizyolojik Parametreler Yardımıyla Belirlenmesi” başlıklı YÜKSEK LİSANS tezimin özgün bir çalışma olduğunu; tez çalışmamın tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; tezimde verdiğim bilgileri, verileri akademik ve bilimsel etik ilke ve kurallara uygun olarak elde ettiğimi; tez çalışmamda yararlandığım eserlerin tümüne atıf yaptığımı ve kaynak gösterdiğimi ve bilgi, belge ve sonuçları bilimsel etik ilke ve kurallara göre sunduğumu beyan ederim. 25/05/2022

Şaban Özgür Çetin

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, ilkbahar geç donlarına toleranslı yağlık ayçiçeği çeşitlerinin belirlenmesinde kullanılabilecek bazı morfolojik ve fizyolojik özelliklerin incelenmesidir. Eskişehir koşullarında 2021 yılında yürütülen çalışmada, farklı firmalardan temin edilen sekiz adet yağlık ayçiçeği çeşidi (SY Gibraltar, Sanbro MR, LG59.580, LG50.609-SX, P64LE119, P64LE121, Duet CL ve Meteor CL) iki ekim zamanında (erken ekim 29 Mart ve normal ekim 16 Nisan) ekilmiştir. Deneme tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Bitki boyu, yaprak sayısı, klorofil oranı, yaprak oransal su içeriği, yaprak kuru madde oranı, elektrolit sızıntısı ve nispi zararlanma oranı özellikleri incelenmiştir. Bitkilerden alınan yaprak örnekleri farklı donma sıcaklıklarına (0, -2, -4 ve -6 °C) üç saat maruz bırakılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, ayçiçeği çeşitleri arasında incelenen tüm özellikler bakımından önemli farklılıklar belirlenmiştir. Erken ekimde daha yüksek bitki boyu, yaprak sayısı ve yaprak oransal su içeriği elde edilmiştir. Çeşitlerin yaprak oransal su içeriği, elektrolit sızıntısı ve nispi zararlanma oranları ekim zamanlarından önemli şekilde etkilenmiştir. Azalan donma sıcaklığı ayçiçeği çeşitlerinin elektrolit sızıntısını ve nispi zararlanma oranlarını artırmış ancak, ekim zamanlarına göre ayçiçeği çeşitlerinin donma sıcaklıkları farklılık göstermiştir. Genel olarak, ayçiçeğinde donma sıcaklığının erken ekimde yaklaşık -5 °C, normal ekim zamanında ise -8 °C olduğu, gelişme ilerledikçe don stresine toleransın azaldığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, ekim zamanının ve bitkilerin gelişim dönemlerinin don stresine toleransta önemli bir rol oynadığı ve erken ekim zamanında Sanbro MR, normal ekim zamanında ise P64LE121 çeşidinin don stresinden daha az etkilendiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Helianthus annuus* L., çeşit, ekim zamanı, don stresi, elektrolit sızıntısı

SUMMARY

The aim of this research is to examine some morphological and physiological characteristics that can be used to determine tolerant oily sunflower hybrids to late spring frost. In the study carried out in Eskişehir conditions in 2021, eight oily sunflower hybrids (SY Gibraltar, Sanbro MR, LG59.580, LG50.609-SX, P64LE119, P64LE121, Duet CL and Meteor CL) obtained from different seed companies were sown in two sowing dates (early sowing 29 March and normal sowing April 16). The experiment was established in randomized complete blocks according to the split-plot design with three replications. The plant height, number of leaves, chlorophyll rate, leaf relative water content, leaf dry matter ratio, electrolyte leakage and relative injury rate were investigated. The leaf samples taken from the plants were exposed to decreasing freezing temperatures (0, -2, -4, and -6 °C) for 3 hours. According to the results of the research, significant differences were determined among sunflower hybrids in terms of all the examined characteristics. Higher plant height, leaf number and leaf relative water content were obtained in early sowing. The leaf relative water content, electrolyte leakage and relative injury of sunflower hybrids were significantly affected by planting date. Decreasing frost temperatures improved the electrolyte leakage and relative injury of sunflower hybrids, but the freezing temperatures of hybrids varied with the sowing dates. In general, it was determined that the freezing temperature of sunflower was about -5 °C in early sowing, and at -8 °C in normal sowing time, the tolerance to frost stress reduced when development stages progressed. As a result, it can be said that sowing date and plant development stages played an important role in tolerance to frost stress. In addition, it was concluded that sunflower hybrids showed different responses to frost stress and Sanbro MR in early sowing and P64LE121 in normal sowing dates were less affected by frost stress than the other hybrids.

Keywords: *Helianthus annuus* L., hybrid, sowing date, frost, electrolyte leakage

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	vi
SUMMARY	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM	10
3.1 Materyal	10
3.1.1. Deneme arazisinin toprak özellikleri	12
3.1.2. Deneme alanının iklim özellikleri	12
3.2. Yöntem	13
3.3. Verilerin Elde Edilmesi	15
3.3.1. Bitki boyu (cm)	15
3.3.2. Yaprak sayısı (adet/bitki)	15
3.3.3. Klorofil oranı (SPAD)	15
3.3.4. Yaprak oransal su içeriği (%)	15
3.3.5. Yaprak kuru madde oranı (%)	16
3.3.6. Elektrolit sızıntısı (%)	16
3.3.7. Nispi zararlanma oranı (%)	17
3.4. Verilerin Analizi ve Değerlendirilmesi	17
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	18
4.1. Bitki Boyu	18
4.2. Yaprak Sayısı	19
4.3. Klorofil Oranı	21
4.4. Yaprak Oransal Su İçeriği	22

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
4.5. Yaprak Kuru Madde Oranı.....	23
4.6. Elektrolit Sızıntısı.....	25
4.7. Nispi Zararlanma Oranı.....	28
4.8. Regresyon Analizleri.....	31
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	36
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	39

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sekil

Sayfa

- 3.1. Denemenin kuruluğu (a), çıkış zamanında bitkilerin görüntüleri (b), laboratuvar analizleri (c) ve yaprak örneklerinin deney tüplerine aktarılması (d).....14
- 4.1. İncelenen ayçiçeği çeşitlerinin donma sıcaklığı-elektrolit sızıntısı ilişkisi.....31
- 4.2. İncelenen ayçiçeği çeşitlerinin donma sıcaklığı-nispi zararlanma oranı ilişkisi.....33
- 4.3. Ayçiçeğinde donma sıcaklığı-elektrolit sızıntısı ve nispi zararlanma oranı ilişkisi.....35



ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Deneme arazisinden alınan toprak numunelerinde yapılan toprak analiz sonuçları	12
3.2. Deneme alanına ait bazı iklim verileri.....	13
4.1. Farklı ekim zamanında incelenen yağlık ayçiçeği çeşitlerinin elde edilen bitki boyuna ait varyans analiz sonuçları.....	18
4.2. Farklı ekim zamanlarında incelenen bazı yağlık ayçiçeği çeşitlerinin bitki boyu ortalamaları.....	19
4.3. Farklı ekim zamanlarında bazı yağlık ayçiçeği çeşitlerinin yaprak sayısına ilişkin varyans analiz sonuçları.....	20
4.4. Farklı ekim zamanlarında incelenen yağlık ayçiçeği çeşitlerinin yaprak sayısı (adet/bitki) ortalamaları.....	20
4.5. Farklı ekim zamanlarında incelenen yağlık ayçiçeği çeşitlerinin klorofil oranına ilişkin varyans analiz sonuçları	21
4.6. Farklı ekim zamanlarında incelenen yağlık ayçiçeği çeşitlerinin klorofil oranı (SPAD) ortalamaları.....	22
4.7. Farklı ekim zamanlarında incelenen yağlık ayçiçeği çeşitlerinin yaprak oransal su içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	22
4.8. Farklı ekim zamanlarında incelenen yağlık ayçiçeği çeşitlerinin yaprak oransal su içeriği (%) ortalamaları.....	23
4.9. Farklı ekim zamanlarında incelenen yağlık ayçiçeği çeşitlerinin elde edilen yaprak kuru madde oranına ait varyans analiz sonuçları.....	24
4.10. Farklı ekim zamanlarında incelenen yağlık ayçiçeği çeşitlerinin yaprakta kuru madde oranı (%) ortalamaları.....	24
4.11. Erken ekim zamanında yağlık ayçiçeği çeşitlerinin farklı donma sıcaklıklarındaki elektrolit sızıntısına ilişkin varyans analiz sonuçları.....	25
4.12. Erken ekim zamanında incelenen ayçiçeği çeşitlerinin farklı donma sıcaklıklarındaki elektrolit sızıntısı ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) ortalamaları.....	26
4.13. Normal ekim zamanında yağlık ayçiçeği çeşitlerinin farklı donma sıcaklıklarındaki elektrolit sızıntısına ilişkin varyans analiz sonuçları	27

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.14. Normal ekim zamanında incelenen ayçiçeği çeşitlerinin farklı donma sıcaklıklarındaki elektrolit sızıntısı ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) ortalamaları	27
4.15. Erken ekim zamanında bazı ayçiçeği çeşitlerinin farklı donma sıcaklıklarındaki nispi zararlanma oranına ilişkin varyans analiz sonuçları	28
4.16. Erken ekim zamanında yağlık ayçiçeği çeşitlerinin farklı donma sıcaklıklarındaki nispi zararlanma oranı (%) ortalamaları	29
4.17. Normal ekim zamanında ayçiçeği çeşitlerinin farklı donma sıcaklıklarındaki nispi zararlanma oranına ilişkin varyans analiz sonuçları.....	29
4.18. Normal ekim zamanında ayçiçeği çeşitlerinin farklı donma sıcaklıklarındaki nispi zararlanma oranı (%) ortalamaları.....	30

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**Simgeler**

%	Yüzde
da	Dekar
ha	Hektar
g	Gram
mg	Miligram
kg	Kilogram
m	Metre
cm	Santimetre
mL	Mililitre
dS	desiSiemens
*	%5
**	%1
μ S	mikroSiemens
°C	Santigrat derece

Kısaltmalar

V.K.	Varyasyon kaynakları
S.D.	Serbestlik derecesi
K.T.	Kareler toplamı
K.O.	Kareler ortalaması
SPAD	Klorofil yoğunluğu
LS ₅₀	Letal sıcaklık
Y.A.	Yaş ağırlık
K.A.	Kuru ağırlık
Y.O.S.İ.	Yaprak oransal su içeriği
T.A.	Turgor ağırlığı
E.C.	Elektriksel iletkenlik

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Ülkemizin nüfusu son verilere göre 84 milyon'a ulaşmış durumdadır. Nüfus artışı ile birlikte ortaya çıkan daha fazla barınma ve ulaşım ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla tarım arazilerinden son 20 yılda 3,5 milyon hektar alan tarım dışına çıkmıştır (Anonim, 2022a). Dolayısıyla hem artan nüfusun beslenme ve giyim ihtiyaçlarının karşılanması hem de azalan tarım arazileri nedeniyle bitkisel üretimimiz büyük bir baskı altına girmiştir. Ayrıca, küresel ısınmanın neden olduğu olumsuz iklim koşulları ile dünya çapında yaşanan COVID-19 pandemisi bitkisel ve hayvansal üretimi sınırlandırmış veya ticaretini azaltmıştır. Elbette bu durumdan en fazla etkilenen ürün grubu yağ bitkileri olmuştur.

Bitkisel ürünler içerisinde yağ bitkileri üretiminin talebi karşılama oranı yetersiz kalmaktadır. 2020 yılında ülkemizde yağ bitkileri 894.957 ha alanda, 3,68 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Yağ bitkileri arasında ise en fazla ekiliş ve üretimi yapılan bitki ayçiçeğidir. Aynı yılda ayçiçeği ekim alanımız 720 bin hektar olarak gerçekleşmiş ve 2,06 milyon ton üretim ile yağ bitkileri içerisinde yaklaşık %82'lik pay almıştır (Anonim, 2022b). Ayçiçeği ekim alanlarının ise %92'si yağlık ve %8'i ise çerezlik ayçiçeği olarak değerlendirilmektedir. 2019-2020 döneminde bitkisel ürün yeterlilik durumlarına göre sıralandığında %60,1 ile ayçiçeği ve %4,7 ile soya en düşük yeterliliğe sahip ürünler olmuştur (Anonim 2022c). Yağ bitkileri üretiminden elde edilen bitkisel yağ miktarı ülkemizin yağ ihtiyacının ancak yarısını karşılayabilmektedir. Bu nedenle her geçen yıl ayçiçeği tohumu ithalatımız artarak 2020 yılında 1,14 milyon ton'a ulaşmıştır (Anonim, 2022ç). Dünya ayçiçeği ithalatının 2020/2021 pazarlama yılında %37'sini Türkiye tek başına gerçekleştirmiştir (Anonim, 2022d). Sonuç olarak yağ bitkileri üretimimiz yeterli olmadığı için ülkemiz net ithalatçı konumundadır.

Ayçiçeğinin adaptasyon kabiliyetinin yüksek olması, kuru ve sulu koşullarda yetiştirilebilmesi, mekanizasyona uygun olması ve tohumlarında yüksek oranda kaliteli yağ içermesi gibi önemli avantajları bulunmaktadır (Gürbüz vd., 2003). Bununla birlikte, ayçiçeğinin verimi ve yağ oranı kuru ve sulu alanlarda önemli derecede farklılık göstermektedir. Kuru koşullarda yağlık ayçiçeği verimi ortalama 220 kg/da iken, sulu koşullarda 331 kg/da olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2021). Ülkemizdeki yağlık ayçiçeği

ekim alanlarımızın 464.932 ha'ı (%73) kuru alanlarda, 172.196 ha'ı (%27) ise sulu alanlarda yapıldığı göz önüne alındığında, kuru koşullarda verimi artıracak tekniklerin geliştirilmesi ve sulanan alanların artırılması gerekmektedir (Anonim, 2022e). Eskişehir'de ise ayçiçeği tarımının %84'ü sulanarak yapılmakta ve 345 kg/da ortalama verim alınmaktadır (TÜİK, 2021).

Ayçiçeği oluşturduğu güçlü kök sistemi nedeniyle topraktaki suyu en iyi şekilde değerlendirmektedir. Vejetasyon süresince 500-600 mm'lik toplam yağışa gereksinim duyan ayçiçeğinin kuraklığa en hassas olduğu dönem çiçeklenme dönemidir (Kadayıfçı ve Yıldırım, 2000; Gürbüz vd., 2003; Göksoy vd., 2004). Ülkemizde en fazla ekiliş ve üretim yapılan Marmara ve İç Anadolu bölgelerinde Nisan ayında ekilen ayçiçeği Temmuz ayı başında çiçeklenmektedir. Bu dönemde genellikle yağış alınmadığı ve ayrıca hava sıcaklığının da yüksek olması kuraklığın olumsuz etkisini artırmaktadır. Bu nedenle, kurak alanlarda daha erkenci, kuraklığa toleransı yüksek yeni hibrit çeşitlerin geliştirilmesi ve erken ekim yapılması ayçiçeği verimini artıracak agronomik uygulamalardan en önemlileri olarak değerlendirilmektedir. Sonuç olarak, kısıtlı su kaynaklarının kullanımını optimize etmek için erken ekim zorunlu hale gelmektedir. Erken ekimin yapılabilmesi için bitkilerin çimlenme, çıkış ve fide gelişim dönemlerinde düşük sıcaklığa toleranslı olması gerekmektedir (Gutierrez vd., 2016).

Ayçiçeğinin erken gelişim dönemlerinde kısa süreli düşük sıcaklıklara toleranslı olduğu ancak gelişmenin ilerlemesiyle bu toleransın azaldığı bildirilmektedir. Kotiledon döneminde ayçiçeği fideleri -5 °C sıcaklıkta canlı kalabilmektedir. Bu dayanıklılık 6-8 yapraklı döneme kadar azalarak devam etmekte ve bu dönemde donma sıcaklığının üzerindeki düşük sıcaklıklarda bile bitkiler zarar görebilmektedir (Robinson, 1978). Bununla birlikte, ayçiçeğinde düşük sıcaklığa toleransın genetik faktörlere bağlı olarak değiştiği Hernandez vd. (2020) tarafından bildirilmiştir. Ayçiçeğinde soğuğa dayanıklı genetik kaynakların kışları sert iklim koşulları yaşanan, ilkbaharda ise soğuk olan dağlık alanlarda yetişen yabancı *Helianthus* türleri arasından bulunabileceği (Škorić, 2009; Tetreault vd., 2016; Houmanat vd., 2016) ayrıca, gelişmesinin her döneminde kuraklığa maruz kalan ayçiçeğinde kışa dayanıklı çeşitleri geliştirerek kuraklığın etkisinin azaltılmasının önemli bir strateji olabileceğini ve Fas'ta kışa dayanıklı bir ayçiçeği çeşidinin tescil edildiği ve bu çeşitten daha dayanıklı olan sonbaharda veya erken kış

aylarında ekilebilecek gen kaynaklarının da bulunduğunu Houmanat vd. (2016) tarafından bildirilmiştir.

Bitkilerin farklı abiyotik stres şartlarına tepkilerine ve tolerans seviyelerine göre sınıflandırılmasında bazı fizyolojik parametreler son yıllarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Nispi su içeriği, yaprak turgoru, elektrolit sızıntısı, hücre membran stabilitesi, klorofil içeriği ve enzim aktivitesi gibi bitkilerin kuraklık, tuzluluk, yüksek ve düşük sıcaklık vb. streslere tepkilerinin ortaya konulmasında oldukça kullanışlı özellikler olduğu bildirilmektedir (Farooq ve Azam, 2006; Fahad vd., 2017). Hücre membran stabilitesi ise, incelenen stres şartlarından kaynaklanan yaprak örneklerindeki elektrolit sızıntısındaki artışın ölçülmesine dayanan bir yöntemdir.

Son yıllarda küresel iklim değişikliğinin neden olduğu doğal afetler tüm bitkisel ürünleri etkilediği gibi ayçiçeği üretimi ve verimini de olumsuz etkilemektedir. Ayçiçeğinin ekim döneminde kuraklık, Mayıs ve Haziran aylarında don, dolu ve sel gibi tahmin edilmesi zor olan abiyotik stresler sıklıkla ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle yürütülen çalışmada, Eskişehir bölgesinde yaygın olarak yetiştirilen bazı yağlık ayçiçeği çeşitlerinin geç dönem don stresine toleranslarının bazı morfolojik ve fizyolojik parametreler yardımıyla belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Dünya genelinde yaşanan küresel iklim değışikliklerinin de etkisiyle son yıllarda ülkemizde başta kuraklık, sel baskınları ve don stresi gibi abiyotik faktörler bitkisel üretimi önemli ölçüde olumsuz etkilemektedir. Eskişehir’de 23 Mayıs 2020 tarihinde yaşanan don olayı nedeniyle ayçiçeği, şeker pancarı ve mısır gibi yazlık bitkilerde önemli zarara neden olmuştur. Bu nedenle ayçiçeğinde geç dönem don stresine toleranslı çeşitlerin belirlenmesi amacıyla bazı fizyolojik özelliklerin incelenmesi ve ekim zamanlarına göre ayçiçeğinde don stresine toleransın incelendiği araştırma konumuzla ilgili dünyada ve ülkemizde yapılan çalışmalar incelenmiştir. Ancak, bu konuyla ilgili sınırlı sayıda araştırma ve sonuçlarına ulaşılabilmıştır. Bu nedenle ayçiçeği dışındaki diğer bazı yazlık tarla bitkilerinde soğuğa dayanıklılıkla ilgili çalışmaları içeren kaynaklar sırasıyla özetlenmiştir.

Dix vd. (1993) ticari şeker pancarı çeşitleri olan Hilma ile soğuğa toleranslı olarak geliştirilen Monofeb ve Winter Hybrid 88619 tarla koşullarında ve sürgün kültüründe incelenmiştir. Tarla denemelerinde elektrolit sızıntısı ölçümleri Monofeb ve Winter Hybrid 88619 çeşitlerinin soğuğa toleransının yüksek olduğunu göstermiş, sürgün kültüründe ise düşük şeker (%1) ve hormon içermeyen ortamda çeşitler arasında önemli farklılıkların olduğunu belirlemişlerdir. Yüksek şeker (%3) ve benzyladenin içeren ortamda ise çeşitler arasında soğuğa tolerans bakımından farklılığın ortadan kalktığı bildirilmiştir.

Revilla vd. (2000) mısır bitkisinde çıkış döneminde ve erken gelişim döneminde soğuğa toleransını incelendikleri çalışmada, tarla koşullarında 2 lokasyonda ve laboratuvarında yetiştirilen mısır fidelerini farklı düşük sıcaklıklarda denemişlerdir. Mısırdaki soğuğa toleransın eklemeli dominant etki gösterdiğini, çıkış yüzdesinin hiçbir özellik ile ilişkili olmadığını ve soğuk koşullarda hem yüksek çıkış oranı hem de güçlü fide özelliğinin bir araya getirilebileceğini bildirmişlerdir.

Hewezi vd. (2006) farklı büyüme kapasitesine sahip iki ayçiçeği genotipinde (Santiago II ve Melody) düşük sıcaklık grubu için bitkiler, iki yapraklı döneme (ekimden yaklaşık 50 gün sonra) ulaşmaya kadar 15 °C ve iki yapraklı dönemden dört yapraklı döneme (ekimden yaklaşık 70 gün sonra) ulaşmaya kadar 7 °C; kontrol grubu için ise 25 /

20 °C (ışık / karanlık) sıcaklık kombinasyonlarını uygulamışlardır. Sonrasında 4 gün 15 °C ve 12 gün 4 °C azalan sıcaklık programı ile soğuk iklime alıştıran bitkilerin yapraklarından alınan diskler -3, -4 ve -5 °C sıcaklıklarına maruz bırakılmış ve don stres toleranslarını, hücre canlılığının bir göstergesi olan elektrolit sızıntılarını ölçerek belirlemişlerdir. Ölçümler sonucunda 0 °C'nin altındaki her üç sıcaklıkta da ayçiçeği bitkilerinin soğuk iklim alışma kapasitelerinin olmadığını, düşük sıcaklık stresine maruz kalan bitkilerin kontrol bitkilerine göre hücre canlılıklarının daha düşük olduğunu ve soğuk iklime alıştıran bitkilerde hücre canlılıklarının %89'dan (-3 °C) %77'ye (-4 °C) düştüğünü bildirmişlerdir.

Allinne vd. (2009) ayçiçeğinde soğuğa toleransla ilişkili fizyolojik özellikleri ve bu özelliklerin değişiminde rol oynayan genomik bölgeleri araştırdıkları çalışmada, 98 rekombinant kendilenmiş hattın soğuk tolerans tepkilerini belirlemek için ikisi geç (Şubat ve Mart) ve biri zamanında (Nisan) olmak üzere üç farklı ekim zamanı denemişlerdir. Geç ekim yapılan ayçiçeklerinde klorofil içeriği ve bitki kuru ağırlığı değerlerinin zamanında ekim yapılan ayçiçeklerine göre daha düşük olduğu, fakat elektrolit sızıntısı değerlerinin ise yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Klorofil içeriği, elektrolit sızıntısı ve bitki kuru ağırlığı değerlerini sırasıyla, Nisan ekiminde 31,8 SPAD, %21,6 ve 3,87 g/bitki; Mart ekiminde 29,4 SPAD, %23,6 ve 2,40 g/bitki; Şubat ekiminde ise 27,9 SPAD, %25,7 ve 0,67 g/bitki olarak bildirmişlerdir. Soğuğa toleransla ilgili bitkinin erken gelişim dönemlerindeki özelliklerinin membran zararlanması, klorofil içeriği ve bitki kuru ağırlığı olduğunu belirlemişlerdir. Ekim zamanları arasında önemli farklılıklar belirlenmiş, klorofil içeriği ve yaprak alanının genetik olarak soğuğa toleransla ilgili olduğu belirlenmiştir.

Skoric (2009) ayçiçeği yetiştiriciliğinde karşılaşılan abiyotik streslere karşı bitkide etkili olan direnç mekanizmalarını araştırdığı çalışmasında, erken ekim ile birlikte bitkinin 2-3 yapraklı döneme gelmesinden sonra yaşanabilecek soğuk stresine karşı bitkinin daha fazla direnç gösterebileceğini, daha soğuk ve daha yüksek rakımlı bölgelerde ayçiçeği yetiştiriciliğinin yapılabilmesi için bitkinin olgunluk döneminde soğuk stresine daha fazla maruz kalması gerektiğini bildirmiştir.

Hajmohammadnia Ghalibaf vd. (2010) dört ulusal (Rasoul, Shirin, IC ve 7233) ve dört yabancı (Afshari, Paolina, Rhizofort ve Laetitia) olmak üzere toplamda sekiz şeker

pancarı çeşidinde don zararını elektrolit sızıntı ölçümleriyle inceledikleri çalışmada, laboratuvar şartlarında 4-5 yapraklı döneme gelen bitkileri termogradyan dondurucuya aktarmışlar ve sekiz farklı don stres sıcaklığı (0, -2, -4, -6, -8, -10, -12 ve -16 °C) uygulamışlardır. Şeker pancarı çeşitlerinin hücre membran stabilitesini elektrolit sızıntısı ile belirlemişler ve elektrolit sızıntı yüzdesine göre yaprak örneklerinin letal sıcaklık 50 (LS₅₀) değerlerini tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda elektrolit sızıntısı ve LS₅₀ bakımından don stres sıcaklıkları ve çeşitler arasında önemli farklılıkların bulunduğunu, sıcaklığın -4 °C'nin altına düştüğünde tüm çeşitlerin elektrolit sızıntı değerlerinin arttığını ve çeşitler arasında IC çeşidinin en yüksek, 7233 çeşidinin ise en düşük don stres toleransı gösterdiklerini rapor etmişlerdir.

Hejnák vd. (2014) ayçiçeğinin erken vejetatif gelişme dönemi başında donma sıcaklığına fizyolojik tepkilerini inceledikleri çalışmada, iki gerçek yapraklı dönemde ayçiçeği bitkileri -3 °C ve -5 °C düşük sıcaklığa 12 saat maruz bıraktıktan sonra 2, 4 ve 6 saat sonunda ölçümler yapmışlardır. Araştırma sonunda, genotipler arasında donma sıcaklığına tepkilerin farklı olduğu, soğuk uygulamasından sonra yaprak elektrolit sızıntısında artış ve osmotik potansiyelde azalış olduğunu belirlemişlerdir.

Moliterni vd. (2015) ılıman bölgelerde şeker pancarı fidelerinin düşük sıcaklık stresinde (<0 °C) büyük ölçüde zarar gördüğünü ve özellikle kuraklık ve hastalıktan kaçmak için erken ekimlerde düşük sıcaklık zararına sıklıkla karşılaştırıldığını bildirmişlerdir. Yürüttükleri çalışmada şeker pancarında düşük sıcaklık stresinde ortaya çıkan birçok metabolik olayları düzenleyen çok sayıda genin bulunduğunu belirlemişlerdir.

Gutierrez vd. (2016) Arjantin'de *Helianthus petiolaris* türüne ait dokuz popülasyonun erken büyüme dönemindeki soğuk stres toleranslarını bazı morfolojik ve fizyolojik parametrelerindeki değişimi inceledikleri çalışmada, bitkileri dört yapraklı döneme gelinceye kadar sera koşullarında gündüz periyodu için 26 °C (18 saat) ve gece periyodu için 20 °C (6 saat) sıcaklıklarda yetiştirmişlerdir. Yetiştirilen bitkileri beş gruba ayırmışlardır. Birinci grup bitkilerini, kontrol grubu olarak değerlendirmişler ve 26/20 °C (gündüz/gece) sıcaklıklarda bekletmişlerdir. İkinci grup bitkilerini, soğuk iklime alıştırmak için bitki büyüme kabininde sırasıyla 7/5 °C (gündüz/gece) 3 gün, 5/2 °C (gündüz/gece) 3 gün ve 2/0 °C (gündüz/gece) 3 gün süresince kademeli olarak düşen sıcaklık ve sabit süre

kombinasyonlarını uyguladıktan sonra bitkileri -2 °C'lik dondurucu stres sıcaklığına 3 saat süresince maruz bırakmışlardır. Üçüncü grup bitkilerini, sera koşullarında 26/20 °C (gündüz/gece) sıcaklıklarda 9 gün sonra soğuk iklime alıştırmadan bitkileri -2 °C'lik dondurucu stres sıcaklığına 3 saat süresince maruz bırakmışlardır. Dördüncü grup bitkilerini, ikinci grup bitkilerinden seçmişler ve akabinde bitkilerin iyileşmesi için sera koşullarında 26/20 °C (gündüz/gece) sıcaklıklarda 1 hafta, beşinci grup bitkilerini, üçüncü grup bitkilerinden seçmişler ve akabinde bitkilerin iyileşmesi için sera koşullarında 26/20 °C (gündüz/gece) sıcaklıklarda 1 hafta bekletmişlerdir. Gruplar arasında bitki boyu, elektrolit sızıntısı ve klorofil içeriği değerlerinin sırasıyla, 1,8-7,7 cm, %11,3-64,7 ve 24,7-29,9 SPAD arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Birinci grup bitkilerin bitki boyu 7,7 cm, elektrolit sızıntısını %11,3 ve klorofil içeriğini 29,9 SPAD; ikinci grup bitkilerin bitki boyunu 1,8 cm, elektrolit sızıntısını %37,7 ve klorofil içeriğini 24,7 SPAD; üçüncü grup bitkilerin bitki boyunu 3,5 cm, elektrolit sızıntısını %64,7, klorofil içeriğini 28,5 SPAD; dördüncü grup bitkilerin bitki boyunu 6,6 cm, elektrolit sızıntısını %21,8 ve klorofil içeriğini 27,0 SPAD; beşinci grup bitkilerin ise bitki boyunu 4,6 cm, elektrolit sızıntısını %49,4 ve klorofil içeriğini 28,4 SPAD olarak rapor etmişlerdir.

Houmanat vd. (2016) 2014 yılında Fas'ın sert kış şartları yaşanan, Ocak ve Şubat aylarında en düşük -5 °C'lik sıcaklık kaydedilen Annoceur bölgesinde 46 ayçiçeği genotipinin erken kış ekimi ile bazı morfolojik özelliklerini inceledikleri çalışmada, bitki boyunu 75-200 cm, yaprak sayısını 17-38 adet/bitki, klorofil içeriğini 0,89-11,31 SPAD, dal sayısı 0-6 adet/bitki, bin tane ağırlığı 12,4-83,6 g ve yağ oranının %21,83-46,85 arasında kaydetmişlerdir. İncelenen özellikler bakımından çeşitler arasında önemli farklılıklar olduğu ve don sıcaklığına toleransın genetik faktörler tarafından kontrol edildiği bildirilmiştir.

Tetreault vd. (2016) çok yıllık bir ayçiçeği türü olan *Helianthus maximiliani*'nin Man-5 (Manitoba), KS (Kansas) ve TX-2 (Teksas) popülasyonlarının düşük sıcaklık toleransı yaprak örneklerinin elektrolit sızıntısı ölçümleriyle değerlendirmişlerdir. Ortam sıcaklığında bulunan bitkileri soğuk iklime alıştırmak için 6 gün süresince 4 °C sıcaklıkta tutmuşlardır. Soğuk iklim alıştırması yapılmayan bitkilerin yaprak örneklerini -4 °C ve -5 °C, soğuk iklim alıştırması yapılan bitkilerin yaprak örneklerini ise -5 ve -6 °C donma sıcaklıklarında 3 saat süresince tutmuşlar ve birinci elektrolit sızıntı ölçümlerini,

sonrasında ölçümü yapılan örneklerin hücre parçalanmasını ve donma kaynaklı doku zararlanmasını en üst düzeye çıkarmak için 24 saat süresince -20 °C' de tutmuşlar ve ikinci elektrolit sızıntı ölçümlerini kaydetmişler. Kaydedilen her iki elektrolit sızıntısı ile nispi elektrolit sızıntısını belirlemişlerdir. Soğuk iklim alıştırmaları yapılmadığında hem -4 °C' de, hem de -5 °C' de Man-5 popülasyonun diğer popülasyonlara göre daha düşük elektrolit sızıntısı verdiğini tespit etmişlerdir. Soğuk iklim alıştırmaları yapıldığında ise en düşük elektrolit sızıntısını -6 °C sıcaklıkta Man-5 ve TX-2 popülasyonlarında gerçekleştiğini, fakat -5 °C'de popülasyonlar arasında önemli bir farkın olmadığını rapor etmişlerdir. KS ve TX-2 popülasyonlarının Man-5 popülasyonuna göre daha düşük don toleransı gösterdiğini, en yüksek don toleransını ise hem soğuk iklime alıştırmış hem de soğuk iklime alıştırmamış koşullar altında Man-5 popülasyonunda gerçekleştiği sonucuna varmışlardır.

Wijewardana vd. (2016) mısır hibritlerinin soğuğa toleransının büyüme ve fizyolojik parametrelerle belirlenmesi amacıyla yürüttükleri çalışmada, 21 ticari hibrit mısır çeşidini optimum koşullarda ekiminden 15 gün sonra, gündüz/gece sıcaklığını 29/21 °C (optimum), 25/17 °C (orta düşük sıcaklık) ve 21/13 °C (düşük sıcaklık) stresine maruz bırakmışlardır. Sürgün, kök ve fizyolojik parametreler ekimden 32-34 gün sonra belirlenmiştir. Çalışmada soğuğa toleranslı 2 çeşit ile soğuğa hassas 2 çeşit tespit edilmiştir. Mısırdaki soğuğa tolerans ile ilişkili karakterlerin toplam kuru madde oranı, yaprak kuru madde oranı, yaprak alanı ve su kullanım etkinliği olduğu belirlenmiştir.

Hnličková vd. (2017) tarla koşullarında düşük sıcaklıklara dayanıksız dört (C33, C98, C124 ve C148) rekombinant kendilenmiş ve düşük sıcaklıklara dayanıklı bir (2603) yabancı olmak üzere toplamda beş ayçiçeği genotipinde, donma sıcaklıklarına karşı gösterilen direnç ve toleransı klorofil floresan, nispi elektrolit sızıntısı ve ozmotik potansiyel gibi fizyolojik mekanizmalar ile olan ilişkilerini inceledikleri çalışmada, iklimlendirme kabininde ayçiçeği fidelerini 6-8 yapraklı olduğu dönemde -3 °C sıcaklığa 10 saat süreyle maruz bırakmışlardır. Kontrol grubu bitkilerine göre nispi elektrolit sızıntı değerlerinde önemli derecede artışın kaydedildiğini ve C98 ayçiçeği hattında bu artışın %58 oranında gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, çeşitlerin düşük sıcaklığa farklı tepkiler verdiği, 2603 nolu genotipinin diğer genotiplerden daha toleranslı olduğunu bildirmişlerdir.

Kulan vd. (2019) ayçiçeği çeşitlerinin düşük sıcaklık stresine çimlenme ve fide gelişim dönemindeki tepkilerini inceledikleri çalışmada, ayçiçeği çeşitlerinin düşük sıcaklıklarda farklı performans gösterdiklerini, P64LE121, P63MM54 ve P63LE113 çeşitlerinin daha yüksek ve hızlı çimlenme süresi, Bosfora, SY Santos and SY Barbati çeşitlerinin ise daha yüksek fide gelişim özellikleri verdiklerini bildirmiştir.

Hernandez vd. (2020) genetik olarak varyasyon gösteren yabani, kültürü yapılan ve yabani × kültür hibrit ayçiçeği genotiplerinin erken gelişim döneminde ekstrem sıcaklıklara (don ve yüksek sıcaklık) toleransını araştırdıkları çalışmada, incelenen genotipler 2-4 yapraklı döneme geldiklerinde iklimlendirme kabininde -2, -2,5 ve -4 °C (2-4 saat) ve yüksek sıcaklık için 52 °C ve 54 °C (2-3 saat) maruz bırakılmışlardır. Tarla denemeleri don sıcaklığı için kış ortasında 3,8 °C (32 gün), yüksek sıcaklık için ısı çadırında 43,5 °C (10 gün) sıcaklıklarda gerçekleştirmişlerdir. Yabani genotiplerin kültürü yapılan ayçiçeği genotiplerine göre hem laboratuvar hem de tarla denemelerinde daha yüksek don toleransı, kültürü yapılan ayçiçeği genotiplerinin ise laboratuvar denemelerinde daha fazla yüksek sıcaklık toleransı gösterdiğini bildirmiştir. Tarla denemelerinde yüksek sıcaklık toleransı bakımından genotipler arasında farklılığın bulunmadığını, yabani × kültür hibritlerin ekstrem sıcaklıklara orta derecede tolerans gösterdiklerini belirlemişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Ülkemizde üretimi yapılan bazı yağlık ayçiçeği çeşitlerinin ilkbahar geç don stresine toleransının farklı fizyolojik parametreler yardımıyla belirlenmesi amacıyla 2021 yılında tarla ve laboratuvar denemeleri yürütülmüştür. Araştırma, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme arazilerinde ve Tarla Bitkileri Bölümü Tohum Bilimi ve Teknolojisi Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

3.1 Materyal

Araştırmada materyal olarak farklı tohum firmalarından temin edilen sekiz adet yağlık hibrit ayçiçeği çeşitleri kullanılmıştır. Kullanılan çeşitlerin özellikleri sırasıyla aşağıda özetlenmiştir.

Duet CL ayçiçeği çeşidinin yüksek adaptasyon kabiliyetine sahip, stres şartlarına dayanıklı, yağ oranı %42-48, yağ kompozisyonu oleik asit bakımından zengin (%80<), mildiyönün PL6 ırkına dayanıklılığı yüksek, imidazoline grubu herbisite dayanıklı, 145-165 cm bitki boyuna sahip May-Agro Toh. San. ve Tic. A.Ş. tarafından tescil ettirilen erkenci bir çeşit olduğu bildirilmektedir (Anonim, 2022f).

Meteor CL çeşidi, May-Agro Toh. San. ve Tic. A.Ş. tarafından tescil ettirilmiş, yağ oranı %44-46 olan, eğik ve dış bükey tabla yapısına sahip, orobanşın 8 ırkına ve mildiyönün PL6 ırklarına yüksek derecede dayanıklı, imidazoline grubu herbisite dayanıklı ve adaptasyon kabiliyeti yüksek bir çeşit olduğu bildirilmiştir (Anonim, 2022g).

P64LE119 çeşidi Granstar (Tribenuron methyl) yabancı ot ilacına karşı toleranslı, orobanşın bilinen ırklarına karşı toleranslı, yüksek yağ oranı ve yüksek verim potansiyeline sahip, kuraklığa karşı toleranslı, toprak seçiciliği olmayan, farklı toprak tiplerine iyi adaptasyon gösteren Pioneer Toh. Dağ. ve Paz. Ltd. Şti. tarafından tescil ettirilmiş bir çeşittir (Anonim, 2022ğ).

P64LE121 çeşidi Pioneer Tohum Dağ. ve Paz. Ltd. Şti. tarafından tescil ettirilen kuraklığa karşı toleranslı, orobanş ve mildiyönün bilinen ırklarına karşı toleranslı, yüksek yağ oranı ve yüksek verim potansiyeline sahip, orta olum grubunda bulunan, toprak seçiciliği bulunmayan eğik tabla yapısı sayesinde kuş zararı ve güneş yanıklığına karşı kendisini koruyabilen bir çeşit olduğu bildirilmektedir (Anonim, 2022h).

LG50.609-SX ayçiçeği çeşidi Limagrain Tohum Islah ve Üretim San. Tic. A.Ş. tarafından tescil ettirilen, Tribenuron methyl (Granstar) herbisitine toleranslı, yüksek yağ oranı ve yüksek verim potansiyeline sahip, orobanşın (*Orobancha* spp.) bilinen ırk ve yeni görülen ırklarına yüksek toleranslı, mildiyö ve kuraklığa karşı yüksek seviyede toleranslı, çıkış ve sürme gücü yüksek gelişimi hızlı bir çeşit olduğu bildirilmektedir (Anonim, 2022i).

LG59.580 çeşidi Tribenuron methyl herbisit kullanımına uygun, çok yüksek verim potansiyeline sahip, orobanş otunun bilinen ırklarına yüksek, mildiyö hastalığına toleranslı, kuraklığa karşı yüksek, orobanşa toleranslı, orta erkenci olum grubunda bulunan, eğik tabla yapısına sahip ve hektolitre ağırlığı yüksek olup, Limagrain Tohum Islah ve Üretim San. Tic. A.Ş. tarafından tescil ettirilen bir çeşittir (Anonim, 2022i).

SY Gibraltar Syngenta Tarım San. ve Tic. A.Ş. tarafından tescil ettirilen kurak koşullarda yüksek verim ve yağ oranına sahip, adaptasyon kabiliyeti yüksek, çıkış ve sürme gücü yüksek, mildiyöye ve orobanş otuna karşı toleranslı, eğik tabla yapısına sahip ve hektolitre ağırlığı yüksek olan bir çeşit olduğu bildirilmektedir (Anonim, 2022j).

Sanbro MR erkenci, geç ekim ve ikinci ürün yetiştiriciliğine uygun, kurağa karşı toleranslı, adaptasyon kabiliyeti yüksek, çıkış ve sürme gücü yüksek, mildiyö ırklarına karşı toleranslı, kendine döllenme kabiliyeti yüksek, tabla ortasına kadar tane doldurabilme özelliğine sahip ve hektolitre ağırlığı yüksek olan Syngenta Tarım San. ve Tic. A.Ş. tarafından tescil ettirilmiş bir çeşittir (Anonim, 2022k).

3.1.1. Deneme arazisinin toprak özellikleri

Bu çalışma, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma ve deneme arazisinde yer almakta olup, 790 metre rakımda bulunmaktadır. Deneme alanına ait toprak analiz sonuçları Çizelge 3.1’ de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme arazisinden alınan toprak numunelerinde yapılan toprak analiz sonuçları

Derinlik	Su ile doymuş toprakta	Kireç CaCO ₃	Toplam tuz	Organik madde	Bitkiye yararlı besin maddeleri (kg/da)		Bünye sınıfı
cm	pH	%	%	%	P ₂ O	K ₂ O	-
0-20	7,51	6,5	0,3	1,82	4,85	314	Tınlı
20-40	7,62	6,3	0,2	1,74	6,57	304	Tınlı

Çizelge 3.1’de görüldüğü gibi, deneme arazisi toprağının kireç bakımından orta ve organik madde düzeyinin az olduğu belirlenmiştir. Toprakta bulunan bitkiye yararlı besin elementlerinden fosfor bakımından yeterli düzeyde olduğu, toprak reaksiyonunun hafif alkali, tuz düzeyinin zararsız ve potasyum bakımından zengin olduğu görülmektedir. Deneme alanı iyi drenaja sahip, tınlı bünye sınıfında ve tarla taban suyu sorunu bulunmamaktadır.

3.1.2. Deneme alanının iklim özellikleri

Çalışmanın yürütüldüğü 2021 yılındaki, erken ekim zamanından örnek alım zamanına kadar olan yetiştirme periyodundaki iklim özellikleri, en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklığı (°C), en düşük, en yüksek ve ortalama toprak sıcaklığı, hava nispi nemi (%) ve yağış (mm) miktarları Çizelge 3.2’ de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Deneme alanına ait bazı iklim verileri

Aylar	Hava sıcaklığı (°C)			Toprak sıcaklığı sıcaklığı (°C)			Nispi nem (%)	Yağış (mm)
	En yüksek	En düşük	Ort.	En yüksek	En düşük	Ort.		
Mart	19,8	-6,72	3,6	6,8	3,2	4,6	73,1	65,8
Nisan	29,2	-1,30	10,2	13,3	4,8	8,3	68,4	71,4
Mayıs	32,5	-0,37	16,6	16,1	12,4	14,2	56,9	54,8

Çizelge 3.2 incelendiğinde, en düşük sıcaklık -6,72 °C ile Mart ayında ölçülmüş, Mart ayı ortalama sıcaklığı ise 3,6 °C olmuştur. En yüksek sıcaklık değeri 32,5 °C ile Mayıs ayında ölçülmüş, ortalama sıcaklık ise 16,6 °C olarak gerçekleşmiştir. Toprak sıcaklığı ise beklendiği gibi en düşük 4,6 °C ile Mart ayında, ortalama en yüksek toprak sıcaklığı ise 14,2 °C Mayıs ayında ölçülmüştür. Hava nispi nemi ise genel olarak yağış miktarına bağlı olarak değişmekle birlikte, en yüksek %73,1 ile Mart ayında, en düşük ise %56,9 ile Mayıs ayında gerçekleşmiştir. Yağış miktarları bakımından ise en yüksek yağış 74,4 mm ile Nisan ayında en düşük yağış ise 54,8 mm ile Mayıs ayında alınmıştır.

3.2. Yöntem

Deneme arazisi sonbaharda pulluk ile 20-25 cm derinliğinde işlendikten sonra kazayağı ile sürüm gerçekleştirilmiş ve toprak bu şekilde kışı geçirmiştir. İlkbaharda ise taban gübresi olarak 20 kg/da diamonyum fosfat (DAP, 18-46-0) uygulanmış, daha sonra uygulanan gübreyi toprağa karıştırmak, yabancı otları yok etmek için kazayağı + tırmık ile işlenmiştir. Ekimden hemen önce rotovator çekilerek toprak ekime hazır hale getirilmiştir. Ekim planına göre 22,4 m × 2 m boyutlarında parseller oluşturularak 70 cm sıra arası mesafeye sahip markörler yardımıyla sıralar hazırlanmıştır. Açılan sıralara erken ekimi temsil edecek şekilde 29/03/2021 tarihinde birinci ekim, 25 cm sıra üzeri mesafeye el ile ekimi gerçekleştirilmiştir. Normal ekim zamanı olan 16/04/2021 tarihinde yine daha önceden oluşturulan parseller üzerine aynı ekim sıklığı ile tohumlar ekilmiştir. Geç ekim zamanını temsilen 02/05/2021 tarihinde ekim yapılmış olsa da istenilen düzeyde çıkış elde edilemediği için bu ekim zamanı değerlendirilmeye alınmamıştır.



Şekil 3.1. Denemenin kuruluşu (a), çıkış zamanında bitkilerin görüntüleri (b), laboratuvar analizleri (c) ve yaprak örneklerinin deney tüplerine aktarılması (d).

Deneme tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre sekiz adet yağlık ayçiçeği çeşidi kullanılarak üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Araştırmada ana parsellere ekim zamanları (erken ekim 29 Mart 2021 ve normal ekim 16 Nisan 2021) ve alt parsellere ise ayçiçeği çeşitleri yerleştirilmiştir.

Her iki ekim zamanında da ölçüm ve gözlemler, Eskişehir koşullarında 23 Mayıs 2020 yılında gerçekleşen don olayı göz önüne alınarak 25 Mayıs 2021 tarihinde yapılmıştır.

3.3. Verilerin Elde Edilmesi

Ayçiçeği bitkisinde geç dönem don stresine toleranslarının belirlenmesi amacıyla aşağıdaki ölçüm ve gözlemler yapılmıştır.

3.3.1. Bitki boyu (cm)

Çalışmada, örnek alım döneminde her çeşit ve bitkiden toprak seviyesinden itibaren bitki boyu cetvel yardımıyla ölçülmüş ve santimetre olarak belirlenmiştir.

3.3.2. Yaprak sayısı (adet/bitki)

Çalışmada, örnek alma döneminde her çeşit ve tekerrürden tesadüfen seçilen 5 bitkideki yaprak sayısı adet olarak sayılmış ve bitkilerin gelişim durumları Schneiter ve Miller (1981)'e göre belirlenmiştir.

3.3.3. Klorofil oranı (SPAD)

Çalışmada, her çeşit ve tekerrürün gelişimini tamamlamış bitkinin üst kısmından üçüncü yaprağından, örnek alma döneminde yaprakların klorofil içeriği "Konica Minolta SPAD 502 model" portatif klorofil metre kullanılarak SPAD olarak ölçülmüştür.

3.3.4. Yaprak oransal su içeriği (%)

Çalışmada her çeşit ve tekerrürden tesadüfen seçilen beş bitkinin gelişimini tamamlamış üstten ikinci yaprağından, 10 adet 1 cm çapında disk alınarak yaş ağırlıkları (YA) alınmış ve 50 mL' lik falcon tüplerin içerisinde 4 saat saf su içerisinde bekletilip tartılarak turgor ağırlığı (TA) belirlenmiştir. Turgor ağırlığı belirlenen disk örnekleri etüvde 24 saat 80 °C sıcaklıkta kurutulup ağırlıkları (KA) tartılmıştır. Aşağıda bulunan formül yardımıyla yaprak oransal su içeriği yüzde (%) olarak hesaplanmıştır (3.1).

$$Y.O.S.İ. (\%) = \frac{Y.A.-K.A.}{T.A.-K.A.} \times 100 \quad (3.1)$$

Y.A.: Yaş ağırlık (g) K.A.: Kuru ağırlık (g) T.A.: Turgor ağırlığı (g)

3.3.5. Yaprak kuru madde oranı (%)

Yaprak oransal su içeriği hesaplanırken kullanılan yaprak örneklerinin yaş ağırlığı ve kuru ağırlığından yararlanarak, aşağıdaki formül yardımıyla yüzde olarak hesaplanmıştır (3.2).

$$\text{Kuru madde oranı (\%)} = \frac{\text{Örnek kuru ağırlığı (g)}}{\text{Örnek yaş ağırlığı (g)}} \times 100 \quad (3.2)$$

3.3.6. Elektrolit sızıntısı (%)

Örnek alım döneminde her tekerrür ve çeşitten tesadüfen seçilen 5 adet bitkinin üstten üçüncü yaprağından 1 cm çapında 10 adet disk alınarak daha önceden 15 mL saf su ve suyun donmasını engellemek amacıyla 15 mL mono etilen glikol bulunan 50 mL' lik cam deney tüplerine konulmuştur. Buharlaşıma ve istenmeyen materyal girişini engellemek için cam deney tüplerini ağzı streç film yardımıyla kapatılmıştır. Tamamen karanlık ortam şartlarında her çeşit ve tekerrür, sırası ile kontrol (20 °C), 0, -2, -4 ve -6 °C sıcaklıklardaki inkübatörlere yerleştirilmiş ve istenilen sıcaklık seviyesine düştükten sonra 3 saat bekletilmiştir. Süre sonunda çıkarılan örnekler 25 °C sabit sıcaklığa ayarlanmış inkübatörde 24 saat bekletilmiştir. Örneklerin elektriksel iletkenlik (EC) değerleri (T₁) WTW marka 3.15 model EC metre ile ölçüldükten sonra 121 °C'de 20 dakika otoklavlanmıştır. Otoklavdan alınan örnekler, sıcaklığı 25 °C'ye düşürüldükten sonra EC değerleri (T₂) tekrardan ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlardan aşağıda bulunan formül yardımıyla elektrolit sızıntısı (ES) µS/cm/g olarak belirlenmiştir (3.3).

$$\text{Elektrolit sızıntısı (\%)} = \frac{T_1}{T_2} \times 100 \quad (3.3)$$

T₁: Otoklavlanma öncesi EC değeri T₂: Otoklavlanma sonrası EC değeri

3.3.7. Nispi zararlanma oranı (%)

Elektrolit sızıntısından elde edilen verilerden yararlanılarak aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmıştır (Gulen ve Eris, 2003) (3.4).

$$\text{Nispi zararlanma oranı (\%)} = \frac{ES_{(t)} - ES_{(k)}}{100 - ES_{(k)}} \times 100 \quad (3.4)$$

$ES_{(k)}$: Kontrole ait elektrolit sızıntısı (%) $ES_{(t)}$: Uygulamaya ait elektrolit sızıntısı (%)

3.4. Verilerin Analizi ve Değerlendirilmesi

Araştırmanın tarla denemeleri ekim zamanları ana parsellere, çeşitler alt parsellere gelecek şekilde tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine üç tekerrürlü olarak kurulmuş ve analiz edilmiştir. Ayçiçeği çeşitlerinin donma sıcaklıklarına tepkilerini belirlemek amacıyla öncelikle her çeşidin tüm tekerrürlerinden yapraklar toplanmış ve sonrasında yapraklardan alınan örnekler tesadüfi kontrol (20 °C), 0, -2, -4 ve -6 °C sıcaklıklara üç tekerrürlü olarak dağıtılmıştır. Elde edilen veriler faktöriyel deneme desenine göre ekim zamanları ayrı olacak şekilde analiz edilmiştir. Ortalamalar arasında belirlenen farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ve ekim zamanları bakımından belirlenen farklılıkların önem durumları ise t-testi kullanılarak %5 önem düzeyinde saptanmıştır (Düzgüneş vd., 1987). İstatistiksel analizler MSTAT-C (Michigan State University, version 2.10) istatistik programı kullanılarak yapılmıştır.

Ayçiçeği çeşitlerin donma sıcaklıklarının tespitinde regresyon analizi ile donma sıcaklıkları ile elektrolit sızıntısı ve nispi zararlanma arasındaki ilişkiyi açıklayan ikinci dereceden polinomial denklemler ($y = a + bx - cx^2$) kullanılmıştır (Kara ve Ağdağ, 1995; Özer ve Peker, 1998). Denklemden,

y: Elektrolit sızıntısı ($\mu\text{S/cm/g}$) x: Donma sıcaklığı (°C),

a, b ve c ise verilerin modele uyarlanmasıyla elde edilen sabitlerdir.

Ayrıca hesaplanan regresyon denklemleri yardımıyla, donma sıcaklığının maksimum değerine $X_{\max} = -b/2a$ eşitliği ile ulaşılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Yağlık ayçiçeği çeşitlerinin ilkbahardaki geç don stresine toleranslarının bazı fizyolojik parametreler yardımıyla belirlenmesi amacıyla 2021 yılında Eskişehir’de yürütülen bu çalışmada, iki ekim zamanında ekilen sekiz adet ayçiçeği çeşidinde, bitki boyu, yaprak sayısı, klorofil oranı, yaprak oransal su içeriği, kuru madde, iyon sızıntısı ve nispi zararlanma oranları incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar ayrı başlıklar halinde sırasıyla açıklanmıştır.

4.1. Bitki Boyu

İncelenen yağlık ayçiçeği çeşitlerinin iki farklı ekim zamanındaki bitki boyu ortalamaları ile yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı ekim zamanında incelenen yağlık ayçiçeği çeşitlerinin elde edilen bitki boyuna ait varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F Değeri
Genel	47	3451,3	-	-
Blok	2	1,0	0,5	0,4
Ekim zamanı (A)	1	2699,7	2699,7	2338,8**
Hata₁	2	2,3	1,2	-
Çeşit (B)	7	467,2	66,7	19,2**
A×B	7	183,5	26,2	7,5**
Hata₂	28	97,6	3,5	-

** : %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.1 incelendiğinde, bitki boyu bakımından incelenen yağlık ayçiçeği ekim zamanları ve çeşitler arasındaki farklılıklar ile ekim zamanı × çeşit etkisi %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ekim zamanlarına göre yağlık ayçiçeği çeşitlerinin bitki boyu ortalamaları ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı ekim zamanlarında incelenen bazı yağlık ayçiçeği çeşitlerinin bitki boyu ortalamaları

Çeşitler	Ekim Zamanı		Ortalama
	29 Mart	16 Nisan	
SY Gibraltar	44,3 ^c	28,1 ^{g*}	36,2 ^e
Sanbro MR	49,5 ^b	32,7 ^{ef}	41,1 ^b
LG50.609-SX	55,1 ^a	38,1 ^d	46,6 ^a
LG59.580	51,1 ^b	30,4 ^{fg}	40,8 ^{bc}
P64LE119	45,2 ^c	32,3 ^{ef}	38,8 ^{cd}
P64LE121	42,6 ^c	30,3 ^{fg}	36,4 ^{de}
Duet CL	42,1 ^c	35,2 ^{de}	38,7 ^{cd}
Meteor CL	49,9 ^b	33,0 ^{ef}	41,5 ^b
Ortalama	47,5 ^a	32,5 ^b	

*: Harfler %5 düzeyinde farklı grupları göstermektedir. t-değeri (hesaplanan %1) = 12,85

İki ekim zamanında incelenen yağlık ayçiçeği çeşitlerinin bitki boyları Çizelge 4.2’de görülmektedir. Erken ekimde en uzun bitki boyu 55,1 cm ile LG50.609-SX çeşidinden, en kısa bitki boyu ise 42,1 cm ile Duet CL çeşidinden elde edilmiştir. Normal ekim zamanında ise en uzun bitki boyu yine LG50.609-SX çeşidinde 38,1 cm olarak, en kısa bitki boyu ise 30,3 cm ile P64LE121 çeşidinde belirlenmiştir. 29 Mart tarihinde ekilen ayçiçeği çeşitlerinin bitki boyu 16 Nisan tarihinde ekilen bitkilere kıyasla %31.5 daha uzun olduğu ölçülmüştür. Ahmed vd. (2015) erken ekilen ayçiçeği bitkisinin bitki boyunun normal ekime kıyasla daha yüksek olduğunu bildirmiş ve bu sonuçlar araştırmaları bulgularımızı desteklemektedir.

4.2. Yaprak Sayısı

İki ekim zamanında ekilen bazı yağlık ayçiçeği çeşitlerinin yaprak sayısı ortalamaları ile yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3’te verilmiştir.

Yaprak sayısına ait verilerle yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, ayçiçeği ekim zamanları arasındaki farklılıklar %5 düzeyinde, çeşit ve ekim zamanı × çeşit etkisi %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Farklı ekim zamanlarında bazı yağlık ayçiçeği çeşitlerinin yaprak sayısına ilişkin varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F Değeri
Genel	47	90,0	-	-
Blok	2	0,05	0,03	0,05
Ekim zamanı (A)	1	43,6	43,59	92,6*
Hata₁	2	0,94	0,47	-
Çeşit (B)	7	36,6	5,23	32,5**
A×B	7	4,32	0,62	3,84**
Hata₂	28	4,50	0,16	-

*, **: %5 ve %1 düzeyinde önemli

Ekim zamanlarına göre incelenen ayçiçeği çeşitlerinin yaprak sayıları ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.4'te özetlenmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı ekim zamanlarında incelenen yağlık ayçiçeği çeşitlerinin yaprak sayısı (adet/bitki) ortalamaları

Çeşitler	Ekim Zamanı				Ortalama
	29 Mart	Gelişme Dönemi	16 Nisan	Gelişme Dönemi	
SY Gibraltar	10,86 ^c	V ₁₁	7,99 ^{hi*}	V ₈	9,43 ^{de}
Sanbro MR	11,81 ^b	V ₁₂	9,43 ^{ef}	V ₉	10,62 ^b
LG50.609-SX	12,67 ^a	V ₁₃	10,33 ^{cd}	V ₁₀	11,50 ^a
LG59.580	10,48 ^{cd}	V ₁₀	8,66 ^{gh}	V ₈	9,57 ^{cd}
P64LE119	9,47 ^{ef}	V ₉	7,57 ⁱ	V ₇	8,52 ^f
P64LE121	10,00 ^{de}	V ₁₀	8,09 ^{hi}	V ₈	9,05 ^e
Duet CL	10,48 ^{cd}	V ₁₀	9,52 ^{ef}	V ₉	9,99 ^c
Meteor CL	10,00 ^{de}	V ₁₀	8,90 ^{fg}	V ₉	9,45 ^{de}
Ortalama	10,72 ^a		8,81 ^b		

*: Harfler %5 düzeyinde farklı grupları göstermektedir. t-değeri (hesaplanan %1) = 6,57

Çizelge 4.4 incelendiğinde, beklendiği gibi erken ekilen bitkilerde bitki boyuna da bağlı olarak daha fazla yaprak sayısı elde edilmiştir. İlk ekim zamanında LG50.609-SX çeşidi 12,67 adet/bitki ile en fazla yaprağa sahip iken, 9,47 adet/bitki ile P64LE119 çeşidinden en az yaprak sayılmıştır. İkinci ekim zamanında da benzer sonuçlara ulaşılmıştır. En fazla yaprak sayısı LG50.609-SX çeşidinden, en az yaprak ise P64LE119 çeşidinden sayılmıştır. Schneiter ve Miller (1981) ayçiçeğinde gelişim dönemlerini vejetatif ve generatif olmak üzere iki gruba ayırmış ve vejetatif gelişme dönemlerini yaprak sayısına göre çıkıştan itibaren kotiledon yapraklı dönem VE olmak üzere 4 cm

uzunluğundaki her bir yaprağı sayarak $V_1, V_2, V_3...$ şeklinde tarif etmiştir. Çalışmamızda ekim zamanına göre bitkilerin gelişim durumları V_7-V_{13} arasında bulunmuştur. İki ekim zamanı arasında yaprak sayısı bakımından en az farklılık Duet CL ve Meteor CL çeşitlerinden belirlenmiş ve bu çeşitlerin gelişme hızlarının yavaş olduğu değerlendirilmiştir.

4.3. Klorofil Oranı

İncelenen yağlık ayçiçeği çeşitlerinin iki farklı ekim zamanındaki klorofil oranları ortalamaları ile yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Farklı ekim zamanlarında incelenen yağlık ayçiçeği çeşitlerinin klorofil oranına ilişkin varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F Değeri
Genel	47	471,1	-	-
Blok	2	0,48	0,24	2,34
Ekim zamanı (A)	1	4,07	4,07	39,44*
Hata₁	2	0,21	0,10	-
Çeşit (B)	7	401,8	57,4	29,81**
A×B	7	10,6	1,52	0,79
Hata₂	28	53,9	1,93	-

*, **: %5 ve %1 düzeyinde önemli, (t=önemsiz).

Çizelge 4.5'te görüldüğü gibi, klorofil oranı bakımından ayçiçeği ekim zamanları arasındaki farklılıklar %5, çeşitler arasındaki farklılıklar ise %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ekim zamanı × çeşit etkisi istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır. Ekim zamanları arasında yapılan t testi sonucunda, ekim zamanları arasındaki farklılığın önemsiz olduğu istatistiksel olarak aynı grupta yer aldığı tespit edilmiştir. Ekim zamanlarına göre incelenen ayçiçeği çeşitlerinin klorofil oranı Çizelge 4.6'da özetlenmiştir.

Ayçiçeği çeşitlerinin klorofil oranının ekim zamanlarına göre önemli şekilde değişmediği belirlenmiştir (Çizelge 4.6). İstatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte klorofil oranı her iki ekim zamanında da en düşük Sanbro MR çeşidinden ölçülürken, en yüksek P64LE121 çeşidinde belirlenmiştir. Ayçiçeği çeşitleri arasında ortalama klorofil oranı bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmiş ve en düşük klorofil oranı 39,3 SPAD ile Sanbro MR çeşidinde, en yüksek ise 49,1 SPAD ile P64LE121 çeşidinde ölçülmüştür.

Benzer sonuçlar Gutierrez vd. (2016) tarafından da bildirilmiş ve incelediği bitki grupları arasında klorofil ölçümlerini 24,7-29,9 SPAD olarak, Allinne vd. (2009) ise ekim zamanlarına göre ayçiçeğinin klorofil oranını Nisan ekiminde 31,8 SPAD olarak belirlerken, Mart ekiminde 29,4 SPAD, Şubat ekiminde ise 27,9 SPAD olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 4.6. Farklı ekim zamanlarında incelenen yağlık ayçiçeği çeşitlerinin klorofil oranı (SPAD) ortalamaları

Çeşitler	Ekim Zamanı		Ortalama
	29 Mart	16 Nisan	
SY Gibraltar	43,2	43,0	43,1 ^{cd*}
Sanbro MR	38,8	39,8	39,3 ^f
LG50.609-SX	42,6	41,2	41,9 ^{de}
LG59.580	40,5	41,2	40,8 ^{ef}
P64LE119	46,7	45,6	46,2 ^b
P64LE121	49,7	48,6	49,1 ^a
Duet CL	43,7	42,9	43,3 ^{cd}
Meteor CL	45,3	43,5	44,4 ^c
Ortalama	43,8	43,2	

*: Harfler %5 düzeyinde farklı grupları göstermektedir, (t=önemsiz).

4.4. Yaprak Oransal Su İçeriği

İncelenen yağlık ayçiçeği çeşitlerinin iki ekim zamanındaki yaprak oransal su içeriği ortalamaları ile yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı ekim zamanlarında incelenen yağlık ayçiçeği çeşitlerinin yaprak oransal su içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F Değeri
Genel	47	1066,2	-	-
Blok	2	29,7	14,8	2,5
Ekim zamanı (A)	1	19,8	19,8	3,3
Hata₁	2	12,1	6,1	-
Çeşit (B)	7	473,8	67,7	11,7 ^{**}
A×B	7	368,3	52,6	9,1 ^{**}
Hata₂	28	162,6	5,8	-

** : %1 düzeyinde önemli

İki ekim zamanında ayçiçeği çeşitlerinin yaprak oransal su içeriği bakımından yapılan varyans analizi sonucunda, çeşitler arasındaki farklılıklar ile ekim zaman \times çeşit interaksiyonu %1 düzeyinde önemli bulunurken, ekim zamanları arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.7). Elde edilen ortalama değerler ve ortalamalara ait farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.8’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. Farklı ekim zamanlarında incelenen yağlık ayçiçeği çeşitlerinin yaprak oransal su içeriği (%) ortalamaları

Çeşitler	Ekim Zamanı		Ortalama
	29 Mart	16 Nisan	
SY Gibraltar	74,4 ^{bcd}	72,9 ^{cde*}	73,7 ^b
Sanbro MR	71,7 ^{de}	65,5 ^f	68,6 ^d
LG50.609-SX	69,0 ^{ef}	71,2 ^{de}	70,1 ^{cd}
LG59.580	70,7 ^{de}	71,4 ^{de}	71,0 ^{bcd}
P64LE119	78,5 ^{ab}	78,1 ^{ab}	78,3 ^a
P64LE121	76,6 ^{bc}	68,4 ^{ef}	72,5 ^{bc}
Duet CL	77,5 ^b	70,6 ^{de}	74,0 ^b
Meteor CL	72,2 ^{de}	82,1 ^a	77,2 ^a
Ortalama	73,8	72,5	

*: Harfler %5 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Erken ekim koşullarında ayçiçeği çeşitlerinin yaprak oransal su içeriği bakımından en yüksek değer %78,5 ile P64LE119 çeşidinden elde edilmiş, bunu sırasıyla %77,5 ile Duet CL ve %76,6 ile P64LE121 izlemiştir. En düşük değer ise %69,0 ile LG50.609-SX çeşidinde belirlenmiştir. Normal ekim zamanı olan 16 Nisan’da ise, %82,1 ile Meteor CL çeşidinde yaprak oransal su içeriği en yüksek ölçülmüş, en düşük ise %65,5 ile Sanbro MR çeşidinden elde edilmiştir. Elde ettiğimiz sonuçların aksine Bakhtavar vd. (2015) mısır bitkisinde, Kumar vd. (2013) ise kolza bitkisinde erken ekimde yaprak oransal su içeriğinin normal ekime kıyasla daha düşük olduğunu bulmuşlardır. Bu duruma farklı ekolojik koşulların etkili olabileceği gibi farklı bitki türleri üzerinde çalışılmasının da neden olduğu söylenebilir.

4.5. Yaprak Kuru Madde Oranı

Farklı zamanlarda ekilen yağlık ayçiçeği çeşitlerinin yaprak kuru madde oranına ait verileri ile yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9’da verilmiştir. Yaprak kuru madde

oranı bakımından yağlık ayçiçeği çeşitleri arasında belirlenen farklılıklar %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ekim zamanları arasındaki farklılıklar ile ekim zamanı × çeşit etkileşiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı ekim zamanlarında incelenen yağlık ayçiçeği çeşitlerinin elde edilen yaprak kuru madde oranına ait varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F Değeri
Genel	47	96,8	-	-
Blok	2	2,20	1,1	0,8
Ekim zamanı (A)	1	9,01	9,0	6,3
Hata₁	2	2,90	1,4	-
Çeşit (B)	7	36,52	5,2	4,2**
A×B	7	11,52	1,7	1,3
Hata₂	28	34,70	1,2	-

** : %1 düzeyinde önemli

Ekim zamanlarına göre ayçiçeği çeşitlerinin kuru madde oranı ortalamaları ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.10'da özetlenmiştir.

Çizelge 4.10. Farklı ekim zamanlarında incelenen yağlık ayçiçeği çeşitlerinin yaprakta kuru madde oranı (%) ortalamaları

Çeşitler	Ekim Zamanı		Ortalama
	29 Mart	16 Nisan	
SY Gibraltar	14,9	14,9	14,9 ^{bc*}
Sanbro MR	16,1	16,3	16,2 ^{ab}
LG50.609-SX	16,2	15,7	16,0 ^{ab}
LG59.580	15,2	18,0	16,6 ^a
P64LE119	13,9	14,6	14,2 ^c
P64LE121	15,9	16,8	16,3 ^{ab}
Duet CL	14,6	16,1	15,3 ^{abc}
Meteor CL	13,6	14,9	14,3 ^c
Ortalama	15,0	15,9	

*: Harfler %5 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Erken ekim koşullarında yağlık ayçiçeği çeşitleri arasında yaprakta kuru madde oranı en yüksek %16,2 ile LG50.609-SX çeşidi olmuştur. Bunu sırasıyla %16,1 Sanbro MR ve %15,9 P64LE121 çeşidi takip etmiştir. En düşük kuru madde oranına sahip çeşit ise %13,6 ile Meteor CL olarak belirlenmiştir. Normal ekim zamanı olan 16 Nisan'da ise kuru madde oranı en yüksek %18,0 ile LG59.580 çeşidinde, en düşük kuru madde oranı ise

%14,6 ile P64LE119 çeşidinde ölçülmüştür. Benzer bulgular Wijewardana vd. (2016) tarafından mısır bitkisinde bildirilmiş ve mısır hibritlerinin soğuğa toleransının büyüme ve fizyolojik parametrelerle belirlenmesi amacıyla 21 ticari hibrit mısır çeşidini kullanmış 2 çeşidin soğuğa toleranslı ve 2 çeşidin ise soğuğa hassas olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, mısırdaki soğuğa tolerans ile ilişkili karakterlerin toplam kuru madde oranı, yaprak kuru madde oranı, yaprak alanı ve su kullanım etkinliği olduğu belirlenmiştir.

4.6. Elektrolit Sızıntısı

Erken ekim zamanlarında yağlık ayçiçeği çeşitlerine ait bitkilerin yaprak örneklerinin farklı donma sıcaklıklarındaki elektrolit sızıntısı ortalamaları ile yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Erken ekim zamanında yağlık ayçiçeği çeşitlerinin farklı donma sıcaklıklarındaki elektrolit sızıntısına ilişkin varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F Değeri
Genel	119	472,5	-	-
Çeşit (A)	7	86,7	12,4	44,9**
Sıcaklık (B)	4	292,4	73,1	265,3**
A×B	28	71,4	2,60	9,30**
Hata	80	22,1	0,30	-

** : %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.11 incelendiğinde, elektrolit sızıntısı bakımından çeşit, sıcaklık ve çeşit × sıcaklık interaksiyonu %1 olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur. Erken ekim zamanında incelenen ayçiçeği çeşitlerinin farklı donma sıcaklıklarındaki ortalama elektrolit sızıntısı değerleri Çizelge 4.12’de gösterilmiştir.

Erken ekim zamanında incelenen yağlık ayçiçeği çeşitlerinin düşük sıcaklık uygulanmayan kontrol bitkilerindeki elektrolit sızıntısı ortalaması en yüksek 71,8 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ile Sanbro MR çeşidinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.12). Bunu 71,5 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ile P64LE119 ve 71,3 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ile LG50.609-SX çeşitleri takip etmişlerdir. Donma sıcaklığı olan 0 °C sıcaklıkta en yüksek elektrolit sızıntısı 73,7 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ile P64LE119 çeşidinde ölçülmüştür. Bu ortalamayı 73,1 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ile Sanbro MR ve 72,8 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ile LG50.609-SX çeşidi takip etmiştir. En düşük elektrolit sızıntısına ise 70,0 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ile SY Gibraltar çeşidi sahip

olmuştur. -2 °C sıcaklıkta en düşük elektrolit sızıntısı SY Gibraltar ve Meteor CL çeşitlerinden, en yüksek ise P64LE119 çeşidinden elde edilmiştir. Sıcaklık -4 °C'ye düştüğünde ise, LG50.609-SX çeşidinin elektrolit sızıntısındaki artış dikkati çekmiştir. En düşük sıcaklık olan -6 °C'de ise en yüksek değer 76,0 µS/cm/g ile SY Gibraltar çeşidinde ölçülmüştür.

Çizelge 4.12. Erken ekim zamanında incelenen ayçiçeği çeşitlerinin farklı donma sıcaklıklarındaki elektrolit sızıntısı (µS/cm/g) ortalamaları

Çeşitler	Donma Sıcaklıkları				
	Kontrol	0 °C	-2 °C	-4 °C	-6 °C
SY Gibraltar	68,8 ^{e4}	70,0 ^{d6}	71,3 ^{c5}	73,2 ^{b3}	76,0 ^{a1*}
Sanbro MR	71,8 ^{d1}	73,1 ^{c2}	73,4 ^{c23}	74,4 ^{b2}	75,9 ^{a1}
LG50.609-SX	71,3 ^{e2}	72,8 ^{d23}	73,2 ^{c3}	75,0 ^{a1}	74,2 ^{b2}
LG59.580	68,9 ^{e4}	72,6 ^{b3}	73,3 ^{a23}	73,2 ^{a3}	73,3 ^{a3}
P64LE119	71,5 ^{d12}	73,7 ^{c1}	74,3 ^{b1}	74,9 ^{a1}	74,4 ^{b2}
P64LE121	68,3 ^{e5}	70,4 ^{d5}	72,1 ^{c4}	73,5 ^{a3}	72,7 ^{b4}
Duet CL	69,8 ^{d3}	72,0 ^{c4}	73,7 ^{a2}	73,4 ^{a3}	72,7 ^{b4}
Meteor CL	68,0 ^{e5}	72,4 ^{c3}	71,2 ^{d5}	73,6 ^{b3}	74,1 ^{a2}
Ortalama	69,8 ^d	72,1 ^c	72,8 ^b	73,9 ^a	74,2 ^a

*: Harfler satırlar, rakamlar sütunlar arasındaki farklılıkları göstermektedir (p<0,05).

Çeşitlerin donma sıcaklıklarındaki elektrolit sızıntıları karşılaştırıldığında, incelenen tüm ayçiçeği çeşitlerinde 0 °C sıcaklıkta istatistiksel olarak bir artış tespit edilmiştir. Dolayısıyla sıcaklığın 0 °C'ye düşmesi bile ayçiçeği yapraklarında zararlanmalara neden olabileceği görülmüştür. P64LE119 çeşidinde ise donma sıcaklıkları arasındaki farklılıkların en az seviyede olduğu belirlenmiştir. Hewezi vd. (2006) farklı büyüme kapasitesine sahip iki ayçiçeği genotipi kullanılarak yürüttükleri çalışmada, bitkilerin yapraklarından çıkarılan diskler deney tüpleri içerisinde -3, -4 ve -5 °C donma sıcaklıklarına maruz bırakılmış ve don stres toleranslarını, hücre canlılığının bir göstergesi olan elektrolit sızıntılarını ölçerek belirlemişlerdir. Ölçümler sonucunda 0 °C'nin altındaki her üç sıcaklıkta da ayçiçeği bitkilerinin soğuk iklim alışma kapasitelerinin olmadığını, düşük sıcaklık stresine maruz kalan bitkilerin kontrol bitkilerine göre hücre canlılıklarının daha düşük olduğunu ve soğuk iklime alıştıran bitkilerde hücre canlılıklarının %89'dan (-3 °C) %77'ye (-4 °C) düştüğünü bildirmişlerdir. Hejnak vd. (2014) ise soğuk uygulamasından sonra yaprak elektrolit sızıntısında artış ve osmotik potansiyelde azalış

olduğunu belirlemişlerdir. Hajmohammadnia Ghalibaf vd. (2010) elektrolit sızıntısı ve LS₅₀ bakımından don stres sıcaklıkları ve çeşitler arasında önemli farklılıkların bulunduğunu, sıcaklığın -4 °C'nin altına düştüğünde tüm çeşitlerin elektrolit sızıntı değerlerinin arttığını ve çeşitler arasında IC çeşidinin en yüksek, 7233 çeşidinin ise en düşük don stres toleransı gösterdiklerini rapor etmişlerdir.

Çizelge 4.13. Normal ekim zamanında yağlık ayçiçeği çeşitlerinin farklı donma sıcaklıklarındaki elektrolit sızıntısına ilişkin varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F Değeri
Genel	119	1194	-	-
Çeşit (A)	7	469	67,0	140,2**
Sıcaklık (B)	4	497	124,4	260,3**
A×B	28	189	6,80	14,2**
Hata	80	38	0,50	-

** : %1 düzeyinde önemli

Normal ekim zamanında yetiştirilen ayçiçeği çeşitlerinin azalan düşük sıcaklıklardaki elektrolit sızıntısı bakımından çeşitler ve sıcaklıklar arasındaki farklılıklar ile çeşit × sıcaklık interaksyonu istatistiksel olarak %1 olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.13). Farklı donma sıcaklıklarında elde edilen elektrolit sızıntısı ortalamaları ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.14'te verilmiştir.

Çizelge 4.14. Normal ekim zamanında incelenen ayçiçeği çeşitlerinin farklı donma sıcaklıklarındaki elektrolit sızıntısı (µS/cm/g) ortalamaları

Çeşitler	Donma Sıcaklıkları				
	Kontrol	0 °C	-2 °C	-4 °C	-6 °C
SY Gibraltar	68,2 ^{d2}	72,3 ^{c2}	73,9 ^{b1}	74,1 ^{b3}	75,0 ^{a4*}
Sanbro MR	68,2 ^{c2}	71,1 ^{b3}	71,0 ^{b4}	76,4 ^{a1}	76,1 ^{a3}
LG50.609-SX	71,2 ^{e1}	73,1 ^{d1}	73,8 ^{c12}	75,2 ^{b2}	77,7 ^{a2}
LG59.580	68,4 ^{e2}	69,7 ^{d4}	71,0 ^{b4}	70,5 ^{c6}	71,8 ^{a6}
P64LE119	68,5 ^{c2}	69,9 ^{b4}	71,9 ^{a3}	72,1 ^{a5}	72,0 ^{a6}
P64LE121	65,1 ^{c4}	66,6 ^{b5}	68,0 ^{a6}	67,9 ^{a7}	68,2 ^{a7}
Duet CL	67,2 ^{d3}	69,7 ^{c4}	69,6 ^{c5}	73,5 ^{b4}	78,8 ^{a1}
Meteor CL	68,5 ^{d2}	72,9 ^{c1}	73,3 ^{b2}	72,6 ^{c5}	73,8 ^{a5}
Ortalama	68,1 ^e	70,7 ^d	71,6 ^c	72,8 ^b	74,2 ^a

*: Harfler satırlar, rakamlar sütunlar arasındaki farklılıkları göstermektedir (p<0,05).

Normal ekim zamanı olan 16 Nisan'da ekilen ayçiçeği çeşitlerinde elektrolit sızıntısı, kontrol bitkilerinde en yüksek 71,2 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ile LG50.609-SX çeşidinde, en düşük değer 65,1 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ile P64LE121 çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 4.14). İstatistiksel olarak çeşitler dört grupta toplanmıştır. Donma sıcaklığı olan 0 °C'de P64LE121 çeşidinde en düşük elektrolit sızıntısı, Meteor CL çeşidinde ise en yüksek değer elde edilmiş ve beş grupta toplanmıştır. -2 °C sıcaklıkta ise 6 farklı grup oluşmuştur. -4 °C sıcaklıkta ise çeşitler arasında farklılıklar daha belirginleşmiş ve çeşitler 7 farklı gruba ayrılmıştır. En düşük elektrolit sızıntısı P64LE121 çeşidinde elde edilirken, en yüksek değer Sanbro MR çeşidinde ölçülmüştür. En düşük donma sıcaklığı olan -6 °C'de ise sekiz ayçiçeği çeşidi yedi farklı istatistiksel gruba ayrılmış ve en düşük değer yine P64LE121 çeşidinde tespit edilmiştir.

4.7. Nispi Zararlanma Oranı

İncelenen yağlık ayçiçeği çeşitlerinin erken ekim zamanındaki nispi zararlanma oranı ortalamaları ile yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.15. Erken ekim zamanında bazı ayçiçeği çeşitlerinin farklı donma sıcaklıklarındaki nispi zararlanma oranına ilişkin varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F Değeri
Genel	95	1876	-	-
Çeşit (A)	7	448	64	37**
Sıcaklık (B)	3	700	233	135**
A×B	21	618	29	17**
Hata	64	111	1,7	-

** : %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.15 incelendiğinde, erken ekim koşullarında nispi zararlanma oranı bakımından çeşitler, sıcaklıklar ve çeşit × sıcaklık interaksiyonun istatistiksel olarak %1 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir. Erken ekimde farklı don sıcaklıklarındaki nispi zararlanma oranlarına ait ortalama değerler ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.16'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.16 incelendiğinde, 0 °C ve -4 °C donma sıcaklıklarında Meteor CL, -2 °C sıcaklıkta ise LG59.580 çeşidinden en yüksek nispi zararlanma oranı elde edilmiştir. En

düşük sıcaklık olan -6 °C’de ise en yüksek nispi zararlanma oranı SY Gibraltar çeşidinde belirlenmiştir. Çeşitlerin donma sıcaklıklarındaki nispi zararlanma oranları incelendiğinde, LG59.580 çeşidinin tüm donma sıcaklıklarındaki değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz olduğu dikkati çekmektedir. Bu durum LG59.580 çeşidinin diğer çeşitlere göre soğuğa daha hassas olduğunu ve 0 °C sıcaklıkta zarar gördüğünü göstermektedir. Ayçiçeği çeşitlerinde -2 °C sıcaklıkta nispi zararlanma oranı artmıştır.

Çizelge 4.16. Erken ekim zamanında yağlık ayçiçeği çeşitlerinin farklı donma sıcaklıklarındaki nispi zararlanma oranı (%) ortalamaları

Çeşitler	Donma Sıcaklıkları			
	0 °C	-2 °C	-4 °C	-6 °C
SY Gibraltar	3,5 ^{d6}	7,7 ^{c4}	14,0 ^{b3}	22,9 ^{a1*}
Sanbro MR	4,6 ^{d5}	5,6 ^{c5}	9,6 ^{b7}	14,5 ^{a3}
LG50.609-SX	5,6 ^{d45}	6,6 ^{c5}	12,8 ^{a45}	10,2 ^{b45}
LG59.580	12,0 ^{b2}	14,0 ^{a1}	13,7 ^{a34}	14,0 ^{a3}
P64LE119	7,6 ^{c3}	9,9 ^{b3}	12,3 ^{a56}	10,4 ^{b4}
P64LE121	6,6 ^{d34}	11,7 ^{c2}	16,2 ^{a2}	13,7 ^{b3}
Duet CL	7,2 ^{d3}	12,8 ^{a2}	11,6 ^{b6}	9,2 ^{c5}
Meteor CL	13,9 ^{e1}	10,1 ^{d3}	17,4 ^{b1}	19,2 ^{a2}
Ortalama	7,6 ^d	9,8 ^c	13,4 ^b	14,3 ^a

*: Harfler satırlar, rakamlar sütunlar arasındaki farklılıkları göstermektedir (p<0,05).

Normal ekim yapılan yağlık ayçiçeği çeşitlerinin nispi zararlanma oranına ait varyans analiz sonuçları incelendiğinde, çeşitler, sıcaklıklar ve çeşit × sıcaklık interaksyonu %1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. Normal ekim zamanında ayçiçeği çeşitlerinin farklı donma sıcaklıklarındaki nispi zararlanma oranına ilişkin varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F Değeri
Genel	95	5060	-	-
Çeşit (A)	7	1712	245	95**
Sıcaklık (B)	3	1668	556	216**
A×B	21	1515	72	28**
Hata	64	164	3	-

** : %1 düzeyinde önemli

Farklı donma sıcaklıklarındaki nispi zararlanma oranlarına ait ortalama değerler ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.18’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.18. Normal ekim zamanında ayçiçeği çeşitlerinin farklı donma sıcaklıklarındaki nispi zararlanma oranı (%) ortalamaları

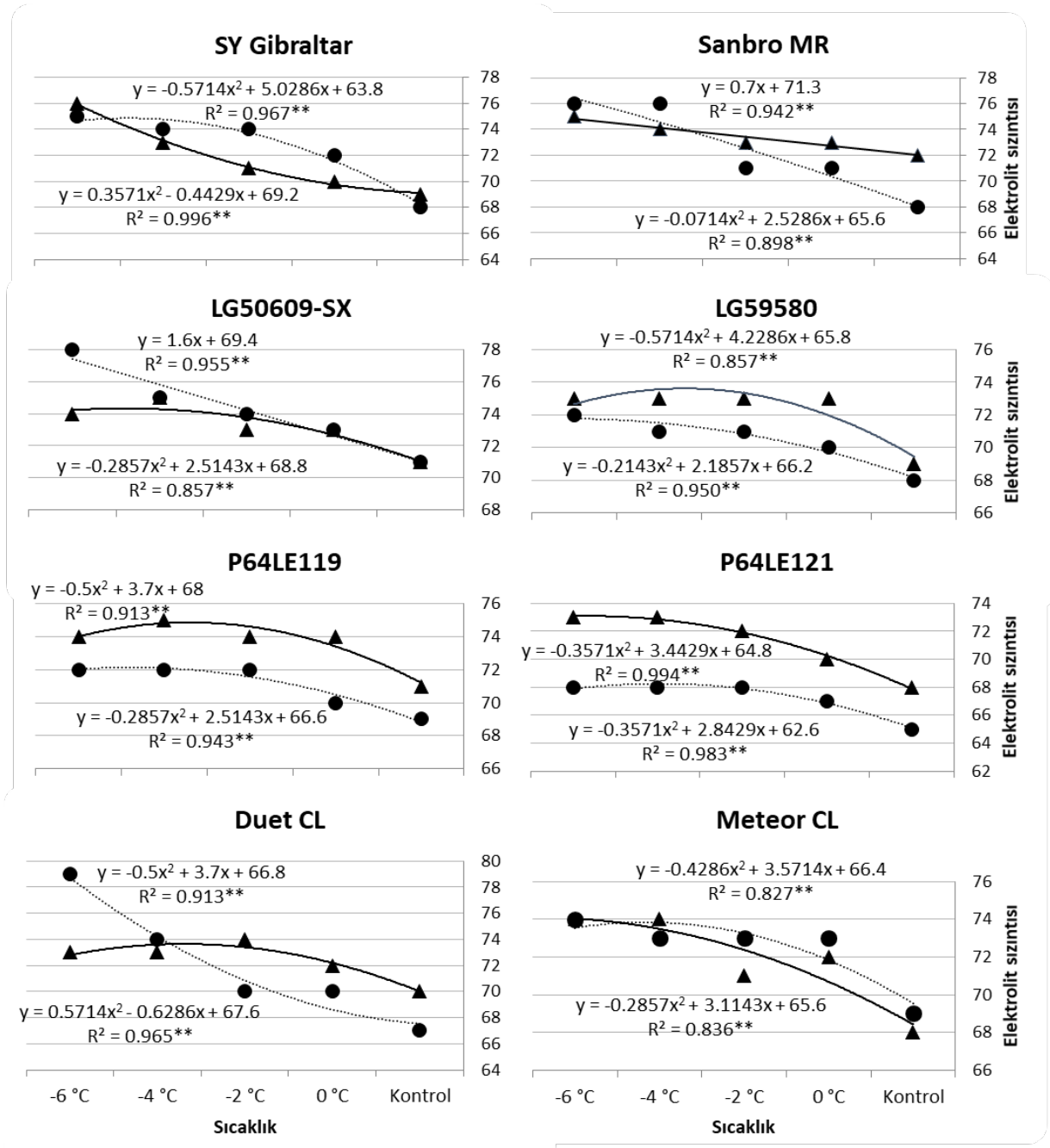
Çeşitler	Donma Sıcaklıkları			
	0 °C	-2 °C	-4 °C	-6 °C
SY Gibraltar	13,4 ^{c1}	18,6 ^{b1}	19,1 ^{b2}	22,0 ^{a3*}
Sanbro MR	9,3 ^{b2}	9,1 ^{b4}	26,1 ^{a1}	25,2 ^{a2}
LG50.609-SX	7,0 ^{d3}	9,1 ^{c4}	14,0 ^{b3}	22,7 ^{a3}
LG59.580	4,2 ^{d4}	8,1 ^{b45}	6,8 ^{c5}	10,8 ^{a5}
P64LE119	4,6 ^{b4}	10,8 ^{a3}	11,6 ^{a4}	11,3 ^{a5}
P64LE121	4,2 ^{b4}	8,4 ^{a4}	8,0 ^{a5}	8,8 ^{a6}
Duet CL	7,3 ^{c3}	7,0 ^{c5}	19,1 ^{b2}	35,3 ^{a1}
Meteor CL	14,3 ^{c1}	15,6 ^{b2}	13,2 ^{d3}	17,0 ^{a4}
Ortalama	8,1 ^d	10,8 ^c	14,7 ^b	19,1 ^a

*: Harfler satırlar, rakamlar sütunlar arasındaki farklılıkları göstermektedir (p<0,05).

En yüksek sıcaklık (0 °C) ve -2 °C’de Meteor CL ve SY Gibraltar çeşitlerinden en yüksek nispi zararlanma oranları hesaplanmıştır. Sıcaklık -4 °C’ye düştüğünde, Sanbro MR ve -6 °C’ye düştüğünde ise Duet CL çeşitleri en yüksek nispi zararlanma oranına sahip olmuştur. Çeşitlerin donma sıcaklıklarına tepkileri incelendiğinde, Meteor CL çeşidinin tüm sıcaklıklarda benzer nispi zararlanma oranı vermiştir. SY Gibraltar, LG59.580, P64LE119 ve P64LE121 çeşitlerinde -2 °C, Sanbro MR, LG50.609-SX ve Duet CL çeşitlerinde ise -4 °C sıcaklıkta nispi zararlanma oranlarının belirgin bir şekilde arttığı ve çeşitlerin bu sıcaklıklardan önemli zararlar görebileceği değerlendirilmiştir. Genel olarak normal ekim zamanındaki bitkiler, erken ekilen bitkilere göre daha kısa boylu ve daha az yaprak sayısına sahip olduğu için nispi zararlanma oranları da erken ekilen bitkilere göre özellikle -6 °C’de daha yüksek gerçekleşmiştir. Soleymani ve Shahrajabian (2012) çeltik bitkisinde düşük sıcaklık stresinde fidelerin nispi zararlanma oranının yüksek değerler verdiğini bildirmişlerdir.

4.8. Regresyon Analizleri

İki ekim zamanında incelenen yağlık ayçiçeği çeşitlerinin farklı donma sıcaklıklarında elde edilen elektrolit sızıntısı ve nispi zararlanma oranlarıyla yapılan regresyon analiz sonuçları Şekil 4.1 ve Şekil 4.2'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. İncelenen ayçiçeği çeşitlerinin donma sıcaklığı-elektrolit sızıntısı ilişkisi (●: Normal ekim, ▲: Erken ekim)

Ekim zamanlarına göre incelenen ayçiçeği çeşitlerinin donma sıcaklıklarındaki elektrolit sızıntıları değerlendirilerek yapılan regresyon analizi sonuçları Şekil 4.1’de görülmektedir. SY Gibraltar çeşidinin erken ekiminde (29 Mart) elektrolit sızıntısı ile donma sıcaklığı arasındaki regresyon denklemi $y=-0,5714x^2+5,0286x+63,8$ olarak belirlenmiş, $-4,4$ °C donma sıcaklığında elektrolit sızıntısının en yüksek seviyede olduğu için bu sıcaklık derecesi SY Gibraltar çeşidi için don stresine tolerans seviyesi olarak değerlendirilmiştir. Normal ekim zamanında ise SY Gibraltar çeşidinin daha hassas olduğu ve $-0,6$ °C sıcaklıktan itibaren zarar gördüğü $y=0,3571x^2-0,4429x+69,2$ denklemiyle hesaplanmıştır. Sanbro MR çeşidinde hem erken hem de normal ekim zamanlarında elde edilen elektrolit sızıntısı ile donma sıcaklıkları arasında linear bir ilişki tespit edildiği için donma sıcaklığı tespit edilememiştir.

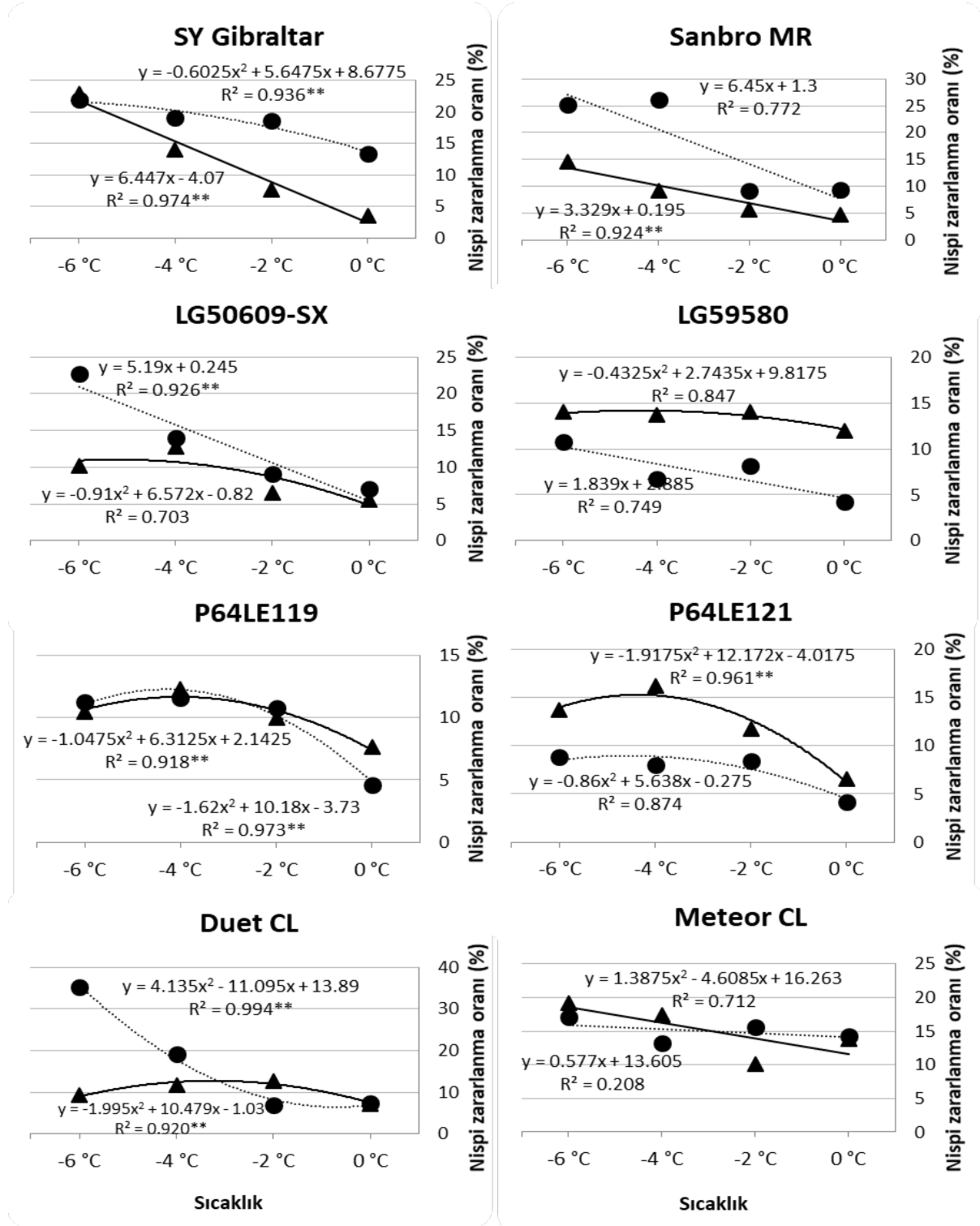
LG50609-SX çeşidinin erken ekilen bitkilerden alınan yaprak örneklerinin donma sıcaklıklarındaki elektrolit sızıntısı ile yapılan regresyon analizi sonucunda, bu çeşit için $y=-0,2857x^2+2,5143x+68,8$ denklemi ile hesaplanan donma sıcaklığı $-4,4$ °C olarak hesaplanmıştır. Normal ekim zamanındaki bitkilerden elde edilen elektrolit sızıntısının donma sıcaklıkları ile doğrusal (linear) bir ilişki olduğu için tam bir sıcaklık tespit edilememiştir.

LG59580 çeşidinde her iki ekim zamanında da yapraklardan alınan örneklerin donma sıcaklıklarındaki elektrolit sızıntıları -6 °C’ ye kadar azalmıştır. Erken ekimde donma sıcaklığı ($y=-0,5714x^2+2,1857x+66,2$) $-5,1$ °C ve normal ekimde $-3,7$ °C ($y=-0,2143x^2+2,1857x+66,2$) olarak hesaplanmıştır.

P64LE119 çeşidinde erken ve normal ekimde de donma sıcaklığının belirlenmesi amacıyla hesaplanan regresyon denklemlerinden $-3,7$ °C olduğu hesaplanırken, P64LE121 çeşidinde erken ekimde $y=-0,3571x^2+3,4429x+64,8$ regresyon denkleminde donma sıcaklığının $-4,8$ °C olduğu, normal ekim zamanındaki bitkilerde ise $y=-0,3571x^2+2,8429x+62,6$ regresyon denkleminde tepe noktası olan $-3,98$ °C sıcaklığın donma sıcaklığı olduğu belirlenmiştir.

Elektrolit sızıntısının erken ekilen Duet CL çeşidinde $-3,7$ °C sıcaklıkta en yüksek seviyeye ulaştığı $y=-0,5x^2+3,7x+66,8$ denklemiyle, normal ekimde $-0,6$ °C olduğu

$y=0,5714x^2-0,6286x+67,6$ denklemi ile tespit edilmiştir. Meteor CL çeşidinde ise erken ekimde yaklaşık $-5,4$ °C ve normal ekimde donma sıcaklığı $-4,2$ °C olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.2. İncelenen ayçiçeği çeşitlerinin donma sıcaklığı-nispi zararlanma oranı ilişkisi (●: Normal ekim, ▲: Erken ekim)

SY Gibraltar çeşidinin erken ekiminde donma sıcaklıkları ile nispi zararlanma arasında doğrusal bir ilişki tespit edilmiş ve donma sıcaklığı belirlenememiştir. Normal ekim zamanında ise nispi zararlanma oranı ile donma sıcaklığı arasındaki regresyon denklemi $y=-0,6025x^2+5,6475x+8,6775$ olarak belirlenmiş, $-4,7$ °C sıcaklıkta en yüksek nispi zararlanma oranı hesap edilmiştir.

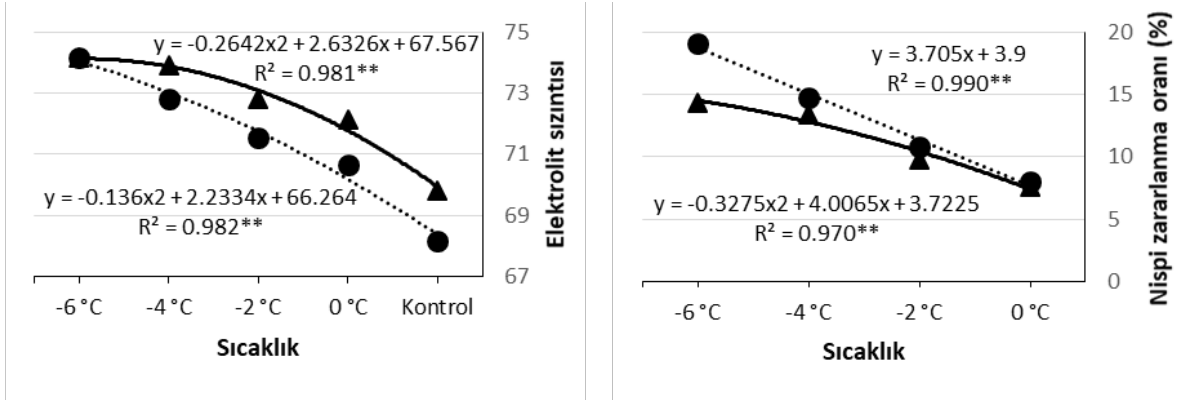
Sanbro MR çeşidinde hem erken hem de normal ekim zamanlarında elde edilen elektrolit sızıntısı ile donma sıcaklıkları arasında linear bir ilişki olduğu için donma sıcaklığı tespit edilememiştir.

LG50609-SX çeşidinin erken ekilen bitkilerden alınan yaprak örneklerinin donma sıcaklıklarındaki nispi zararlanma oranı ile yapılan regresyon analizi sonucunda, bu çeşit için $y=-0,91x^2+6,572x-0,72$ denklemi ile hesaplanan donma sıcaklığı $-3,6$ °C olarak belirlenmiştir. Normal ekim zamanındaki bitkilerden elde edilen nispi zararlanma oranı ile donma sıcaklıkları arasında doğrusal (linear) bir ilişki olduğu için tam bir sıcaklık tespit edilememiştir.

LG59580 çeşidinde erken ekilen bitkilerdeki nispi zararlanma oranının en yüksek olduğu donma sıcaklığının $-3,17$ °C olduğu $y=-0,4325x^2+2,7435x+9,8175$ denklemi yardımıyla belirlenmiştir. Normal ekim zamanında ise donma sıcaklığı ile nispi zararlanma arasında doğrusal ilişki belirlenmiş ve uygun bir sıcaklık tespiti yapılamamıştır.

Hem erken ekim hem de normal ekim zamanında P64LE119 çeşidinin nispi zararlanma oranı ile donma sıcaklığı ilişkisi $y=-1,0475x^2+6,3125x+2,1425$ olarak erken ekimde $-3,0$ °C, normal ekimde $y=-1,62x^2+10,18x+3,73$ olarak $-3,1$ °C olarak belirlenmiştir. P64LE121 çeşidinde de benzer bulgular elde edilmiş, erken ekimde $-3,2$ °C, normal ekimde $-3,3$ °C olarak hesaplanmıştır.

Nispi zararlanma oranı-donma sıcaklığı arasındaki ilişki Duet CL çeşidinin erken ekim zamanında $y=-1,995x^2+10,479x+1,03$ denklemiyle ortaya konulmuş ve donma sıcaklığının $-2,6$ °C olduğu, normal ekim zamanında ise $y=4,135x^2-11,095x+13,89$ denkleminde $-1,4$ °C donma sıcaklığı olduğu belirlenmiştir. Normal ekim zamanında -6 °C sıcaklıktaki yüksek nispi zararlanma oranı dikkati çekmiştir.



Şekil 4.3. Ayçiçeğinde donma sıcaklığı-elektrolit sızıntısı ve nispi zararlanma oranı ilişkisi (●: Normal ekim, ▲: Erken ekim)

Sekiz yağlık ayçiçeği çeşidinin elektrolit sızıntısı ve nispi zararlanma oranlarına ait ortalamalarından yararlanılarak, ayçiçeğinin don stresine tolerans seviyesi regresyon analizi ile belirlenmiştir (Şekil 4.3). Erken ekilen ve daha fazla gelişmesine izin verilen bitkilerde donma sıcaklığının elektrolit sızıntısına göre yaklaşık -5°C olduğu $y = -0,2642x^2 + 2,6326x + 67,5$ denklemi ile, nispi zararlanma oranına göre $-6,1^{\circ}\text{C}$ olarak belirlenmiştir. Normal ekim zamanında ise gelişme dönemi daha erken olan bitkilerdeki elektrolit sızıntısı verilerine göre $y = -0,136x^2 + 2,2334x + 66,2$ regresyon denkleminde $-8,2^{\circ}\text{C}$ olarak hesaplanmıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünyada ekimi ve üretimi en fazla yapılan yağ bitkisi soya olmasına rağmen ülkemizde ilk sırayı ayçiçeği almaktadır. Ayçiçeğinin özellikle kuru ve sulu koşullarda yetiştirilebilmesi nedeniyle adaptasyon kabiliyetinin yüksek olması ve ekiminden hasadına kadar mekanizasyona uygun olması ayçiçeğinin ülkemiz genelinde yaygın olarak ekilmesinin en önemli nedenleri arasındadır. Tohumlarında bulunan yüksek orandaki kaliteli yağı ile bir dekardan elde edilen yağ miktarının artmasına ve yağ maliyetlerinin ise azalmasına neden olmaktadır (Kolsarıcı vd., 2015). Ayrıca, ayçiçeği yağının tadı, kokusu ve rengi gibi duyuşal özellikleri bakımından insanlarımızın yemek alışkanlıklarına çok uygun olması nedeniyle tercih edilmesine ve üretiminin yüksek olmasının önemli nedenleri arasında sayılabilir.

Ayçiçeği tarımı, yağlık veya çerezlik olarak, ülkemizin hemen hemen tüm bölgelerinde yapılmakla birlikte, özellikle yağlık ayçiçeği tarımı Marmara bölgesinde yoğunlaşmıştır. Bunun dışında, İç Anadolu bölgesi ayçiçeği ekimi bakımından ikinci sırada yer almaktadır. Bu bölgede de kuru koşullarda ayçiçeği üretimi yapılmakta ise de özellikle sulanan alanlarda şeker pancarı, patates, mısır, buğday ve soğan gibi bitkilerle ekim nöbetinde yer almaktadır. Ayrıca, Akdeniz bölgesinde taban olmayan arazilerde şubat-mart aylarında, hatta rakımı düşük olan yerlerde ocak ayında, ayçiçeği ekimi yapılabilmektedir. Bu özellikleriyle ayçiçeği, başta Marmara ve İç Anadolu bölgesi olmak üzere, Akdeniz, Güneydoğu Anadolu ve Ege bölgelerinde geniş bir ekim alanı bulmaktadır. İster kuru koşullarda verimin düşük olmasından dolayı kuraklıktan kaçmak amacıyla erken ekim yapılan bölgeler olsun, isterse iklim koşullarının erken ekim yapmaya uygun olduğu bölgeler olsun, ilkbahar erken ve geç donları ayçiçeği bitkilerine zarar vermekte, verimini azaltmakta ve hatta bitkilerin ölümüne neden olabilmektedir. Nitekim 23 Mayıs 2020 tarihinde Eskişehir’de yaşanan don olayı sonucunda başta mısır, ayçiçeği, şeker pancarı ve fasulye gibi tarla bitkilerinin yanında domates, biber ve kabak gibi bitkiler önemli şekilde etkilenmiş ve büyük ekonomik kayıplar yaşanmıştır. Bu nedenle, yağlık ayçiçeğinde geç dönemde yaşanabilecek don zararına toleranslı yağlık ayçiçeği çeşitlerinin belirlenmesi amacıyla bu çalışma planlanmış ve yürütülmüştür.

Araştırma sonuçlarımıza göre, sekiz yağlık ayçiçeği çeşidi iki ekim zamanında ekilerek hem farklı gelişme dönemlerinde bitkiler elde edilmiş hem de erken ekim tercih eden üreticilerin don stresinden etkilenme durumları ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu amaçla, 29 Mart ve 16 Nisan 2021 tarihlerinde ekilen ayçiçeği çeşitlerinin geç don tarihi olarak belirlenen 25 Mayıs 2021 tarihindeki durumları incelendiğinde, erken ekim zamanında araştırmada kullanılan ayçiçeği çeşitlerinin gelişme dönemlerinin V₉-V₁₃ arasında ve normal ekim zamanındaki bitkilerin ise V₇-V₁₀ dönemleri arasında olduğu tespit edilmiştir. Her iki ekim zamanında da LG50.609-SX en fazla yaprak sayısına sahip çeşit olmuş ve diğer çeşitlere göre gelişiminin daha hızlı olduğu saptanmıştır. En az yaprak sayısı ise P64LE119 çeşidinden elde edilmiş ve gelişiminin diğer çeşitlere göre daha yavaş olduğu belirlenmiştir. Yaprak sayısındaki artışa bağlı olarak, en uzun bitki boyu LG50.609-SX çeşidinden, en kısa bitki boyu da P64LE119 çeşidinde ölçülmüştür. Dolayısıyla ekim zamanlarındaki farklılık ile aynı çeşidin farklı gelişim dönemleri elde edilmiş ve böylece çeşitlerin farklı gelişim dönemlerindeki don stresine tepkilerinin incelenebilmiştir.

Ekim zamanlarına göre ayçiçeği çeşitlerinin klorofil oranları değerlendirildiğinde, çeşitler arasında önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Ancak, klorofil oranı bakımından ekim zamanları arasında önemli bir farklılık belirlenmemiştir. İncelenen ayçiçeği çeşitleri arasında P64LE121 çeşidindeki yüksek klorofil oranı dikkati çekmiş ve bu çeşidi P64LE119 takip etmiştir. Yaprak oransal su içeriği bakımından erken ekimde P64LE119 çeşidinin, normal ekim zamanında ise Meteor CL çeşidi en yüksek değere sahip olmuştur. Yaprak kuru madde oranı en yüksek LG59.580 çeşidinde elde edilirken, en düşük Meteor CL çeşidinde belirlenmiştir.

Donma sıcaklıklarında ayçiçeği çeşitlerinin yapraklarından alınan örneklerinin elektrolit sızıntısı verilerine göre, azalan donma sıcaklıklarının incelenen tüm çeşitlerde elektrolit sızıntısını artırdığı belirlenmiştir. Bu durum don stresinde hücre zararlanma oranının arttığını göstermektedir. Ancak çeşitler donma sıcaklıklarına farklı tepkiler vermiştir. Bu tepkiler nispi zararlanma oranı ile saptanmıştır. Erken ekim zamanında LG59.580 ve Meteor CL çeşitlerinin 0 °C sıcaklıkta bile en yüksek nispi zararlanma oranını verdiği ve diğer çeşitlere göre don stresine daha hassas olduğunu göstermiştir.

Normal ekim zamanında ise Meteor CL ve SY Gibraltar çeşitlerinin don stresine hassasiyeti yüksek bulunmuştur. Meteor CL çeşidi her iki ekim zamanında da donma sıcaklığına hassasiyet göstermesi dikkat çekmiştir. Bu çeşidin erken ekim zamanında V₁₀ ve normal ekim zamanında ise V₉ döneminde olduğu ve her iki ekim zamanı arasında gelişim farkının az olmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Genel olarak, ayçiçeği çeşitlerinin erken ekimi ile daha fazla gelişmesine izin verilerek daha uzun boylu, daha fazla yaprak sayısına sahip ve gelişmenin daha ileriki dönemlerinde bitkiler elde edilmiştir. Dolayısıyla erken ekilen bitkilerin normal zamanda ekilen bitkilere göre daha ileri gelişme döneminde don zararına maruz kalmıştır. Elektrolit sızıntısı ve nispi zararlanma oranlarına göre hesaplanan regresyon denklemlerinden tespit edilen don sıcaklıkları, erken ekilen veya daha ileri gelişme dönemindeki bitkilerin don stresine daha hassas olduğu söylenebilir. Ayrıca incelenen sekiz ayçiçeği çeşidinin ortalama verilerinden yararlanılarak ayçiçeğinin yaprak zararlanmasına neden olabilecek donma sıcaklığı da hesaplanmıştır. Erken ekim zamanında, yani daha ileri gelişme dönemlerinde olan bitkilerin yapraklarında elektrolit sızıntısına don sıcaklığının göre yaklaşık -5 °C, nispi zararlanma oranına göre -6,1 °C olduğu belirlenmiştir. Bitkilerin daha erken gelişme döneminde olan normal ekim zamanında ise elektrolit sızıntısı verilerine göre -8,2 °C olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla ayçiçeğinin erken gelişim dönemlerinde don stresine toleransının daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. İncelenen yağlık ayçiçeği çeşitleri arasında ise erken ekim zamanında Sanbro MR, normal ekim zamanında P64LE121 çeşidinin don stresinden daha az etkilendiği söylenebilir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Ahmed, B., Sultana, M., Zaman, J., Paul, S.K., Rahman, M.M., Islam, M.R., Majumdar, F., 2015, Effect of sowing dates on the yield of sunflower, Bangladesh Agronomy Journal, 18(1): 1-5.
- Allinne, C., Maury, P., Sarrafi, A., Grieu, P. 2009, Genetic control of physiological traits associated to low temperature growth in sunflower under early sowing conditions, Plant Science, 177(4): 349-359.
- Anonim, 2022a, Tarım alanı 2001-2020 <https://lk.tc/gNThk>, erişim tarihi: 17.01.2022.
- Anonim, 2022b, Yağlı tohum ekim alanları <https://lk.tc/DaQEC>, erişim tarihi: 16.01.2022
- Anonim, 2022c, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Urun-Denge-Tablolari-2019-2020-37246> erişim tarihi: 17.01.2022.
- Anonim, 2022ç, Dış ticaret istatistikleri <https://lk.tc/ZVMcS>, erişim tarihi: 17.01.2022.
- Anonim, 2022d, <https://lk.tc/9W2zh> erişim tarihi: 17.01.2021.
- Anonim, 2022e, Kuru sulu ekiliş <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>, erişim tarihi: 17.01.2022.
- Anonim, 2022f, <https://www.may.com.tr/urun/duetcl>, erişim tarihi: 14.01.2022.
- Anonim, 2022g, <https://www.may.com.tr/urun/meteor-cl>, erişim tarihi: 14.01.2022.
- Anonim, 2022ğ, <https://lk.tc/ftu3z> erişim tarihi: 14.01.2022.
- Anonim, 2022h, <https://lk.tc/T0Air>, erişim tarihi: 14.01.2022.
- Anonim, 2022ı, <https://lgseeds.com.tr/urun/lg-59-580>, erişim tarihi: 14.01.2022.
- Anonim, 2022i, <https://lgseeds.com.tr/urun/lg-50-609-sx>, erişim tarihi: 14.01.2022.
- Anonim, 2022j, <https://www.syngenta.com.tr/product/seed/sy-gibraltar>, erişim tarihi: 14.01.2022.
- Anonim, 2022k, <https://www.syngenta.com.tr/product/seed/sanbro-mr>, erişim tarihi: 14.01.2022.
- Bakhtavar, M.A., Afzal, I., Basra, S.M.A., Ahmad, A.U.H., Noor, M.A., 2015, Physiological strategies to improve the performance of spring maize (*Zea mays L.*) planted under early and optimum sowing conditions, PloS One, 10(4): 1-15.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Dix, P.J., Finch, I., Burke, J.I., 1994, Genotypic differences in cold tolerance are masked by high sucrose and cytokinin in shoot cultures of sugarbeet. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 36(3): 285-290.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F., 1987, Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları II), Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 1021. Ders Kitabı, 295s.
- Farooq, S., Azam, F., 2006, The use of cell membrane stability (CMS) technique to screen for salt tolerant wheat varieties. *J. Plant Physiol.*, 163: 629-637.
- Fahad, S., Bajwa, A.A., Nazir, U., Anjum, S.A., Farooq, A., Zohaib, A., Sadia, S., Nasim, W., Adkins, S., Saud, S., Ihsan, M.Z., Alharby, H., Wu, C., Wang, D., Huang, J., 2017, Crop production under drought and heat stress: plant responses and management options. *Frontiers in Plant Science*, 8: 1147 1-16.
- Göksoy, A.T., Demir, A.O., Turan, Z.M., Dağüstü, N., 2004, Responses of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to full and limited irrigation at different growth stages, *Field Crops Research*, 87(2): 167-178.
- Gutierrez, A., Cantamutto, M., Poverene, M., 2016, Cold stress tolerance during early growth stages of naturalized *Helianthus petiolaris* populations, *Helia*, 39(64): 21-43.
- Gulen, H., Eris, A., 2003, Some physiological changes in strawberry (*Fragaria.3.ananassa* 'Camarosa') plants under heat stress, *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 78(6): 894-898.
- Gürbüz, B., Kaya, M.D., Demirtola, A., 2003, Ayçiçeği Tarımı, Hasad Yayıncılık, s.27-30.
- Hajmohammadnia Ghalibaf, K., Nezami, A., Kamandi, A., 2010, Study the possibility of using the electrolyte leakage index for evaluation of cold tolerance in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivars, *Iranian Journal of Field Crops Research*, 8(3): 465-472.
- Hejnák, V., Němcová, L., Mátejovic, M., Martinková, J., Hnilička, F., Skalický, M., Grieu, F., 2014, Physiological responses as influenced by night freeze stress at the beginning of vegetative growth of sunflower, *Research on Crops* 15(2): 473-480.
- Hnilčková, H., Hejnák, V., Němcová, L., Martinková, J., Skalický, M., Hnilička, F., Grieu, P., 2017, The effect of freezing temperature on physiological traits in sunflower, *Plant, Soil and Environment*, 63(8): 375-380.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Hernández, F., Poverene, M., Mercer, K. L., Presotto, A., 2020, Genetic variation for tolerance to extreme temperatures in wild and cultivated sunflower (*Helianthus annuus*) during early vegetative phases, *Crop and Pasture Science*, 71(6): 578-591.
- Hewezi, T., Léger, M., El Kayal, W., Gentzittel, L., 2006, Transcriptional profiling of sunflower plants growing under low temperatures reveals an extensive down-regulation of gene expression associated with chilling sensitivity, *Journal of Experimental Botany*, 57(12): 3109-3122.
- Houmanat, K., Fechtali, M. E., Mazouz, H., Nabloussi, A., 2016, Evaluation and selection of promising sunflower germplasm under early winter planting conditions, *African Journal of Agricultural Research*, 11(45): 4610-4618.
- Kadayıfci, A., Yildirim, O., 2000, The response of sunflower grain yield to water, *Turkish Journal of Agriculture*, 24: 137-145.
- Kara, Ş.M., Ağdağ, M.İ., 1995, Artan azot dozlarının iki ekmeklik buğday çeşidinde tane verimi üzerine etkisi, *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8: 145-155.
- Kolsarıcı, Ö., Kaya, M.D., Göksoy, A.T., Arıoğlu, H., Kulan, E.G., Day, S., 2015, Yağlı tohum üretiminde yeni arayışlar, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi, 413-414.
- Kulan, E.G., Kaya, M.F., Takıl, E.D., Kaya, M.D., 2019, The response of sunflower hybrids to low temperature during germination and early seedling growth, 2nd International Conference on Agriculture, Technology, Engineering and Sciences, Book of Proceedings, 18-20 September, Lviv, Ukraine, 653-657.
- Kumar, S., Sairam, R.K., Prabhu, K.V., 2013, Physiological traits for high temperature stress tolerance in Brassica juncea, *Indian Journal of Plant Physiology*, 18(1): 89-93.
- Moliteri, V.M.C., Paris, R., Onofri, C., Orru, L., Cattivelli, L., Pacifico, D., Avanzato, C., Ferrarini, A., Delledonne, M., Mandolino, G., 2015, Early transcriptional changes in Beta vulgaris in response to low temperature. *Planta*, 242(1): 187-201.
- Özer, H., Peker, K., 1998, Erzurum ekolojik koşullarında kolza üretiminde optimum azot kullanımının belirlenmesi, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(1): 50-57.
- Revilla, P., Malvar, R.A., Carrea, M.E., Butrón, A., Ordás, A., 2000, Inheritance of cold tolerance at emergence and during early season growth in maize. *Crop Science*, 40(6): 1579-1585.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Robinson, R.G., 1978, Production and Culture. In: Sunflower Science and Technology. Ed. J.F. Carter. The American Society of Agronomy, Inc. Madison Wisconsin, USA. pp. 89-143.
- Soleymani, A., Shahrajabian, M.H., 2012, Study of cold stress on the germination and seedling stage and determination of recovery in rice varieties, International Journal of Biology, 4(4): 23-30.
- Škorić, D., 2009, Sunflower breeding for resistance to abiotic stresses, Helia, 32(50): 1-16.
- Schneiter, A.A., Miller, J.F., 1981, Description of sunflower growth stages. Crop Science, 21: 901-903.
- Tetreault, H.M., Kawakami, T., Ungerer, M.C., 2016, Low temperature tolerance in the perennial sunflower *Helianthus maximiliani*. The American Midland Naturalist, 175(1): 91-102.
- TÜİK, 2020, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>, erişim tarihi: 10.10.2021.
- TÜİK, 2021, Türkiye İstatistik Kurumu, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>, erişim tarihi: 10.10.2021.
- Wijewardana, C., Henry, W.B., Hock, M.W., Reddy, K.R., 2016, Growth and physiological trait variation among corn hybrids for cold tolerance, Canadian Journal of Plant Science, 96: 639-656.