



**T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAZI ARPA ÇEŞİTLERİNİN OKSİJENSİZLİĞE TOLERANS
DÜZEYLERİNİN SU KÜLTÜRÜ ORTAMINDA BELİRLENMESİ**

ESVET ÖZGÜR SEZGİN

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HATAY
MART-2016**



T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAZI ARPA ÇEŞİTLERİNİN OKSİJENSİZLİĞE TOLERANS
DÜZEYLERİNİN SU KÜLTÜRÜ ORTAMINDA BELİRLENMESİ**

ESVET ÖZGÜR SEZGİN

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HATAY
MART-2016**

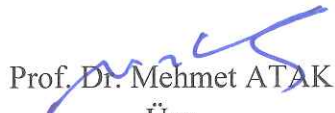
T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAZI ARPA ÇEŞİTLERİNİN OKSİJENSİZLİĞE TOLERANS
DÜZEYLERİNİN SU KÜLTÜRÜ ORTAMINDA BELİRLENMESİ**

ESVET ÖZGÜR SEZGİN
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Doç. Dr. Murat TİRYAKİOĞLU danışmanlığında hazırlanan bu tez **14/03/2016** tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **OYBİRLİĞİ** ile kabul edilmiştir.


Doç. Dr. Murat TİRYAKİOĞLU
Başkan


Prof. Dr. Mehmet ATAK
Üye


Doç. Dr. Mehmet YILDIRIM
Üye

Kod No:

Prof. Dr. Okan ŞENER
Enstitü Müdürü

Bu çalışma tarafından desteklenmiştir.

Proje No:

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

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

Esvet Özgür SEZGİN

ÖZET

BAZI ARPA ÇEŞİTLERİNİN OKSİJENSİZLİĞE TOLERANS DÜZEYLERİNİN SU KÜLTÜRÜ ORTAMINDA BELİRLENMESİ

Çalışmanın amacı ülkemizde ekimi yapılan bazı arpa çeşitlerinin su baskını stresine tepkisini, bitki gelişiminin erken dönemlerinde, morfo-fizyolojik karakterler üzerinden araştırmaktır. Çalışma Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi bünyesindeki Fizyolojisi Laboratuvarları'nda (Antakya-Hatay) yürütülmüştür. Çalışmada yer alan çeşitlerin kontrollü koşullarda yetiştirilmesi ve oksijensizlik uygulaması Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği Laboratuvarı'nda mevcut ışık, sıcaklık ve nemin kontrol edilebildiği koşullarda su kültürü ortamında, tesadüf parsellerinde faktöryel deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Çalışma, oksijen durumu (var, yok) ve çeşit (13 adet) faktörlerinden oluşmuştur. Oksijensizlik uygulaması 21 gün sürmüştür.

Çalışma sonucunda; 13 adet arpa çeşidinden 6'sının (Escodre, Kral 97, Keser, Karatay 94, Kalaycı ve Beyşehir) stres koşullarına rağmen kuru madde üretimine devam ettiği, hatta stresten olumsuz etkilenmekten ziyade stresin bu çeşitler için olumlu yönde uyarıcı etki yaptığı, bunun sonucunda da kontrole göre daha fazla biyolojik verim gerçekleştirdikleri görülmüştür. Buna karşın, başta Altıkat çeşidi olmak üzere, Premium, Ünver, Konevi, Özdemir, Erginel ve Ceruoise çeşitlerinin ise strese duyarlı oldukları ve strese bağlı olarak kontrol koşullarına göre % 51 ile % 10 arasında değişen biyolojik verim azalmaları gösterdikleri belirlenmiştir.

2016, 46 sayfa

Anahtar Kelimeler: Arpa, Çeşit, Su Baskını, Strese Tolerans, Verim

ABSTRACT

DETERMINATION OF SOME BARLEY CUTTIVARS AT ANAEROBIC TOLERANCE LEVEL IN AQUA CULTURE

The aim of this study was performed the reactions against to waterlogging in some barley varieties which are grown in Turkey via investigating the variations on morpho-physiological come out through the early stages of plant growth. The research was carried out in Plant Physiology Laboratory of Agricultural Faculty of Mustafa Kemal University (Antakya-Hatay). The cultivation and also waterlogging practices of the investigated genotypes was performed in hydroponics culture which can be controlled in terms of available light, temperature and humidity. The study was constituted factorial experiment in a randomized complete block design with three replications as waterlogging and the varieties were factors.

The results of the study was put forward the 6 of 13 soft wheat varieties (Escodre, Kral 97, Keser, Karatay 94, Kalaycı ve Beyşehir) were continued to dry matter production despite to stress conditions. In fact these varieties were unaffected even stimulated by the waterlogging stress. As a result they have been produced the more biological yield than control. Despite that, the varieties, mainly, Altıkat Premium, Ünver, Konevi, Özdemir, Erginel and Ceruoise were detected as susceptible and in consequence of waterlogging stress 10 to 51% decrease on their biological yields were stated in comparison with control.

2016, 46 pages

Keywords: Barley, cultivar, water logging, stress tolerance, yield

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tez konusunun belirlenmesinde, araştırılması ve yazımı sırasında sahip olduğu bilgi birikimi ve tecrübesi ile çalışmayı yönlendiren ve her türlü yardımı esirgemeyen saygıdeğer danışman hocam Doç. Dr. Murat TİRYAKİOĞLU'na, maddi manevi desteklerini esirgemeyen Anneme, Babama ve eşime, çalışmam esnasında yardımlarını esirgemeyen bölüm hocalarıma sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	V
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	VIII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	11
3.1. Materyal	11
3.2. Yöntem.....	11
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	16
4.1. Bitki Düzeyinde İncelenen Özellikler	16
4.1.1. Bitki Yeşil Alanı	16
4.1.2. Yeşil Aksam Kuru Madde Miktarı.....	17
4.1.3. Kök Kuru Madde Miktarı.....	19
4.1.4. Biyokütle	20
4.1.5.SPAD Değeri.....	22
4.2. Yaprak Düzeyinde İncelenen Özellikler	23
4.2.1. Yaprak Su İçeriği	23
4.2.2. Yaprak Oransal Su İçeriği.....	25
4.2.3. Yaprak Spesifik Ağırlığı	26
4.2.4. Yaprak Kuru Madde Miktarı.....	28
4.2.5. Spesifik Yaprak Alanı	29
4.2.6. Yaprak klorofil İçeriği.....	31
4.2.6.1. Klorofil _(a) İçeriği	31
4.2.6.2. Klorofil _(b) İçeriği	33
4.2.6.3. Klorofil _(a+b) İçeriği.....	34
4.2.6.4. Karotenoid İçeriği	35
4.3. Özellikler Arası İlişkiler.....	37
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	41
KAYNAKLAR	42
ÖZGEÇMİŞ	46

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Amik Ovası'nda su baskının meydana geldiği yıllar, zarar gören alanlar ve zararın miktarları	2
Çizelge 3.1. Çalışmada yer alacak çeşitler, ıslahçı kuruluşlar ve tescil tarihleri ve su baskınına karşı tepkileri	11
Çizelge 4.1. Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Bitki yeşil alanı (BYA)'na ait varyans analiz değerleri ve oluşan önem seviyeleri	16
Çizelge 4.2. Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Bitki yeşil alanı (BYA)'na ait ortalama değerler ve lsd karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayıları (DK) veya sitrese duyarlılık indeksi (SSI) değerleri	17
Çizelge 4.3. Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Yeşil aksam kuru madde miktarı (YKM)'na ait varyans analiz değerleri ve oluşan önem seviyeleri	18
Çizelge 4.4. Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Bitki yeşil aksam kuru madde miktarı (YKM)'na ait ortalama değerler ve lsd karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayıları (DK) veya strese duyarlılık indeksi (SSI) değerleri	18
Çizelge 4.5. Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde kök kuru madde miktarı (KKM)'na ait ortalama değerler ve lsd karşılaştırma testine göre oluşan gruplar	19
Çizelge 4.6. Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde kök kuru madde miktarı (KKM)'na ait ortalama değerler ve lsd karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayıları (DK) veya strese duyarlılık indeksi (SSI) değerleri	20
Çizelge 4.7. Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Biyomas (BİO) madde miktarı 'na ait ortalama değerler ve lsd karşılaştırma testine göre oluşan gruplar	21
Çizelge 4.8. Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Biyomas (BİO) miktarı'na ait ortalama değerler ve lsd karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayıları (DK) veya sitrese duyarlılık indeksi (SSI) değerleri	21
Çizelge 4.9. Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde SPAD değerleri'ne ait ortalama değerler ve lsd karşılaştırma testine göre oluşan gruplar	22
Çizelge 4.10. Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Spad değerlerine ait ortalama değerler, Duncan karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayıları (DK) (sitrese duyarlılık indeksi: SSI) değerleri	23
Çizelge 4.11. Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Yaprak su içeriği (YSİ)'e ait ortalama değerler ve lsd karşılaştırma testine göre oluşan gruplar	24

Çizelge 4.12.Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Yaprak Su İçeriği(YSI)'ne ait ortalama değerler, Duncan karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayıları (DK) (sitrese duyarlılık indeksi: SSI) değerleri.....	24
Çizelge 4.13.Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde yaprak oransal su içeriği (YOSİ)'e ait ortalama değerler ve lsd karşılaştırma testine göre oluşan gruplar	25
Çizelge 4.14.Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Yaprak oransal su içeriği(YOSİ)'na ait ortalama değerler ve lsd karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayıları (DK) veya sitrese duyarlılık indeksi (SSI) değerleri.....	26
Çizelge 4.15.Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde yaprak spesifik ağırlığı (YSA)'e ait ortalama değerler ve lsd karşılaştırma testine göre oluşan gruplar	27
Çizelge 4.16.Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Yaprak spesifik ağırlığı (YSA)'na ait ortalama değerler ve lsd karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayıları (DK) veya strese duyarlılık indeksi (SSI) değerleri.....	28
Çizelge 4.17.Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde yaprak kuru madde miktarı (YKM)'na ait ortalama değerler ve lsd karşılaştırma testine göre oluşan gruplar	28
Çizelge 4.18.Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Yaprak kuru madde miktarı (YKM)'na ait ortalama değerler ve lsd karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayıları (DK) veya sitrese duyarlılık indeksi (SSI) değerleri.....	29
Çizelge 4.19.Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Spesifik yaprak alanı (SYA)'na ait ortalama değerler ve lsd karşılaştırma testine göre oluşan gruplar	30
Çizelge 4.20.Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Spesifik yaprak alanı (SYA)'na ait ortalama değerler ve lsd karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayıları (DK) veya sitrese duyarlılık indeksi (SSI) değerler	30
Çizelge 4.21.Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Klorofil _(a) içeriği (Kl _a)'ya ait ortalama değerler ve lsd karşılaştırma testine göre oluşan gruplar	32
Çizelge 4.22.Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Klorofil _(a) (Kl _a)'na ait ortalama değerler ve lsd karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayıları (DK) veya sitrese duyarlılık indeksi (SSI) değerleri.....	32
Çizelge 4.23.Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Klorofil _(b) içeriği (Kl _b)'ye ait ortalama değerler ve lsd karşılaştırma testine göre oluşan gruplar	33
Çizelge 4.24.Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Klorofil _(b) (Kl _b)'na ait ortalama değerler ve lsd karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayıları (DK) veya sitrese duyarlılık indeksi (SSI) değerleri.....	34

Çizelge 4.25.Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Klorofil _(a+b) içeriği (Kl _{a+b})’ye ait ortalama değerler ve lsd karşılaştırma testine göre oluşan gruplar	34
Çizelge 4.26.Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Klorofil _(a+b) ’ye ait ortalama değerler ve lsd karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayıları (DK) veya sitrese duyarlılık indeksi (SSI) değerleri	35
Çizelge 4.27.Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Karotenoid içeriği (Kr)’te ait ortalama değerler ve lsd karşılaştırma testine göre oluşan gruplar	36
Çizelge 4.28.Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Karotenoid içeriği (Kr)’te ait ortalama değerler ve lsd karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayıları (DK) veya sitrese duyarlılık indeksi (SSI) değerleri.....	36
Çizelge 4.29.Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde kontrolkoşullarında incelenen özellikler arası ilişkiler ve önem sevileri.....	39
Çizelge 4.30.Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde oksijensiz koşullarında incelenen özellikler arası ilişkiler ve önem seviyeleri.....	40

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

KISALTMALAR

BİO	: Biomas
BYA	: Bitki Yeşil Alanı
SYA	: Spesifik Yaprak Alanı
YaKA	: Yeşil Aksam Kuru Madde Miktarı
YKM	: Yaprak Kuru Madde Miktarı
YOSİ	: Yaprak Oransal Su İçeriği
YSA	: Yaprak Spesifik Ağırlığı
YSİ	: Yaprak Su İçeriği

1. GİRİŞ

Arpa gerek Dünya’da, gerekse ülkemizde yetiştirilmekte olan önemli bitkilerden birisidir. 2008-2013 yılları arasında Dünya arpa üretimi ortalama 138.7 milyon ton (USDA, 2014) civarında gerçekleşmiştir. Bu haliyle arpa, çeltik, mısır ve buğdaydan sonar dünyada en fazla yetiştirilen tahıdır. Türkiye’de ise son on beş yılın ortalama değerlerine bakıldığında; ekim alanının 3.19 milyon hektar, üretimin ise 7.78 milyon ton (TÜİK, 2016) olarak gerçekleştiği bildirilmiştir.

Küresel ısınmaya bağlı ekstrem hava olaylarının şiddeti ve sıklığı artmıştır (Sillmann ve Roeckner, 2008; Semenov ve Shewry, 2011; Lobell ve ark., 2012). Buna bağlı olarak son yıllarda su baskınlarının görülme alanı, sıklığı ve şiddetinde gözle görülür ve ciddi boyutta artışlar meydana gelmiştir.

Pek çok bitki gibi arpa bitkisi de kök bölgesindeki oksijensizliğe karşı hassas olup, bu durumdan negatif yönde etkilenmektedir. Kök bölgesinin oksijensiz kalmasının en önemli nedenlerinden birisi de su baskınıdır. Yeryüzünde yağışın çok yoğun olduğu bölgelerde; dere, ırmak ve nehir deltalarında bulunan veya çanak şeklinde yapıya sahip kapalı havza şeklindeki düz ve taban arazilerde zaman zaman su baskınları meydana gelmekte, bunun neticesinde de bitki kökleri belirli bir süre oksijensiz kalabilmektedir. Baskınların meydana geldiği zamanlarda tarlada ekilmiş olan- ki taşkınlar ve/veya aşırı yağışlar ülkemizin de içinde bulunduğu iklim kuşağında genellikle kış ve/veya erken ilkbahar aylarında meydana gelmekte ve ürün de genellikle tahıl olmaktadır. Ürünler birkaç gün ile birkaç hafta süreyle su baskınına maruz kalmaktadır. Su baskınına maruz kalmış ürünlerde bitkinin gelişme dönemi ve maruz kalma süresine göre değişmekle birlikte, önemli ürün kayıpları meydana gelmekte, dolayısıyla ekonomik kayıplar oluşmaktadır (Tiryakioğlu ve ark., 2012).

Yağışın yoğun olduğu bölgelerde yetiştirilen bitkiler için su baskını verimi sınırlandıran önemli bir sorundur (Sairam ve ark., 2008). Su baskını stresinden dolayı vejetatif aksamlardaki oksijen eksikliği (hypoxia) ve kökteki oksijen yokluğu (annoxia) sürgün ve kök gelişimini engellemekte, kuru madde birikimini ve dane sayısını azaltmakta, böylece verim kayıplarına neden olmaktadır (Erayman ve ark. 2007).

Dünyanın bir çok yerinde su baskını riski taşıyan alanlardaki gibi, ülkemizde de sürekli su baskınları ortaya çıkmaktadır. Aşırı yağışlar’dan dolayı nehir yataklarının

taşarak çevresindeki düz alanları sular altında bırakması, ve yine yoğun yağışa bağlı olarak taban suyunun yükselmesi neticesinde su baskını meydana gelmektedir. Ülkemizde son yıllarda özellikle Meriç ve Tunca nehirlerinin, yoğun yağıştan dolayı sık sık taşması sonucunda onbinlerce hektar ekili alan su baskınına maruz kalmış, çok büyük ekonomik kayıplar meydana gelmiştir. Yine aynı şekilde, Hatay'da zaman zaman meydana gelen yoğun yağışlardan dolayı Asi ve Karasu ırmakları taşmış ve bölgede binlerce hektarlık ekili alan su baskınına maruz kalmıştır. Hatayda meydana gelen su baskını haftalarca drene edilemediğinden o bölgedeki bitkiler tamamen yok olmuştur (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Amik Ovası'nda su baskının meydana geldiği yıllar, zarar gören alanlar ve zararın miktarları (ANONİM, 2013)

Yıllar	Alan (ha)
1956	--
1969	15780
1975	1500
1976	--
1980	--
1987	--
1998	-
2001	6.380
2002	2600
2003	10.000
2004	1.399
2007	1.242
2009	1.425
2010	4.560
2012	100.000 ^(*)
TOPLAM	18.197

^(*):Tahmin edilen alan

Su baskını çalışmasının arazide uygulanması çok zor ve bir o kadar da emek isteyen masraflı bir iştir. Tarladaki denemelerde parsellere su baskını uygulamasında karşılaşılan en önemli sorun bitkilerin istenen süre boyunca su baskınına maruz bırakılması sürecinde ortaya çıkmaktadır. Bu uygulamada, su baskını uygulanacak alanın tümsekler ile çevrilerek tavaların oluşturulması, belirlenen süre boyunca tavaların belirlenen seviyede su ile dolu biçimde tutulması işlemlerinin uygulanması zor ve

masraflıdır.

Saksı çalışmaları tarlada kurulacak denemelere göre nispeten daha kolaydır. Saksı denemesinde planlanan işlemlerin gerçekleştirilmesi tarla denemelerine göre daha rahat uygulanabilmektedir. Ancak yine de uzunca bir süre, yoğun bir iş gücü ve yüksek masraf gerektirmektedir.

Su baskını uygulamasının su kültürü ortamında gerçekleştirilmesi diğer iki bitki yetiştirme ortamına göre hem çok daha kolay olmakta, hem de kısa bir sürede sonuç alınabildiğinden çalışma süresi daha kısa, dolayısı ile daha ucuz bir yöntemdir.

Yapılan kaynak taraması neticesinde ülkemizde arpa bitkisine yönelik su baskını çalışması ile ilgili bulgulara raslanmamıştır. Su baskınıyla alakalı olarak bugüne kadar yapılmış çalışmalar genelde buğday ile alakalı olmuş, ancak bu alanda da henüz yeterli çalışma ortaya konmamıştır. Yapılan kaynak taraması neticesinde, Ünlü'nün 2004 yılında tarla ortamında yürütmüş olduğu yüksek lisans tezi, Erayman ve ark.'nın 2007 yılında sera koşullarında yaptıkları saksı çalışması, Olgun ve ark. 2008 yılında yapmış oldukları çalışmalara ulaşılabilmiştir. Son yıllarda ise Tiryakioğlu ve ark. muhtelif zamanlarda (2012, 2014, 2015) baskını ile ilgili su kültürü ortamında çalışmalarda bulunmuşlardır. Anılan bu çalışmaların tamamı buğday ile ilgili çalışmalar olmuştur.

Su kültürü ortamında su baskını stresi ile alakalı olarak yurt dışında yapılmış bir çok araştırma bulunmaktadır (Barrett ve ark. 1988; Huang and Johnson, 1995; Biemelt ve ark. 1998; Blokhina ve ark. 2001; Schlüter and Crawford, 2001; Boru ve ark. 2003; Ricard, 2003; Tournaire-Roux ve ark. 2003; Wiengweera and Greenway, 2004; Goggin and Colmer, 2007; Malik ve ark. 2009). Bu çalışmaların bir bölümü bitkinin kök bölgesinde meydana gelen oksijensizlik durumuna karşı bitkide meydana gelen morfo-fizyolojik ve biyokimyasal değişimleri incelerken (Barrett ve ark. 1988; Huang and Johnson, 1995; Biemelt ve ark. 1998; Blokhina ve ark. 2001; Ricard, 2003; Tournaire-Roux ve ark. 2003; Wiengweera ve Greenway, 2004; Malik ve ark. 2009), bazı araştırmacılar da çeşitlerin göstermiş oldukları tepkileri ortaya çıkarmaya çalışmışlardır (Schlüter ve Crawford, 2001; Boru ve ark. 2003; Goggin ve Colmer, 2007).

Bu çalışmanın amacı; ülkemizde üretimi yapılan bazı iki ve altı sıralı arpa çeşitlerinin erken fide döneminde (kardeşlenme başlangıcı) kök bölgesi oksijensizliği (su baskını) stresine göstermiş oldukları tepkiyi, morfo-fizyolojik karakterlerdeki değişimler üzerinden araştırmaktır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Cannel ve ark. (1980), yaptıkları çalışmada 16 gün boyunca su baskını uygulamasının büyük oranda buğday fidelerini öldürdüğünü, 6 günlük uygulamanın da %62 oranında bitki kaybına neden olduğunu, 6 günlük uygulamada iyileşme daha güçlü olduğundan dane verimi kaybının kontrole oranla sadece %15 olduğunu bildirmişlerdir.

Trought ve Drew (1980), su kültürü ortamında yürüttükleri çalışmada, buğdayda erken fide döneminde kök bölgesi oksijensizliğinin buğday fidelerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışmadan şu sonuçlar elde edilmiştir; oksijensizlik bitkilerde ilk gelişen yaprakların vaktinden önce sararmasına yol açmışken, sürgün yaş ağırlığındaki artışı yavaşlatmış ve seminal (embiryal) köklerin gelişimini durdurmuştur. Kontrol koşullarında sürgün kuru ağırlığı başlangıçta artmıştır. Sürgünlerde besin maddesi birikmesi oksijensiz koşulda azalmış, N, P ve K alımı Ca ve Mg alımına göre bu durumdan daha fazla etkilenmiştir.

Gardner ve Fload (1993), yaptıkları çalışmada, geçici çeşitlerin daha uzun telafi sürecine sahip olmalarından dolayı, bu çeşitlerde başak steriliterinin erkenci çeşitlerden daha az olduğunu, erkenci çeşitlerde kardeşlenme döneminde kontrole göre su baskınından dolayı oluşan verim azalmasının başaklardaki dane sayısının azalmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Huang ve ark. (1994), buğdayda su baskını uygulaması ve besin ilavesinin genotipler üzerine etkisini görmek için saksıda kontrollü koşullarda yürüttükleri çalışmada; Bayles ve Savannah ekmeklik buğday çeşitlerini kullanarak yarı besin ve tam besin (hougland) ortamında 17 gün su baskını uygulamışlardır. Çalışma sonucunda su baskınının; yaprak su potansiyelini, stoma iletkenliğini, fotosentez durumunu, klorofil içeriğini, sürgün N (Azot) içeriğini, sürgün ve kök gelişimini her iki çeşitte de azalttığını, ayrıca bu etkinin Bayles çeşidinde daha fazla olduğunu, ortamdaki besin maddesi konsantrasyonunun iki katına çıkarılmasının özellikle Bayles çeşidinde gelişime, sürgün N (Azot) içeriğini arttırdığını, nadal kök sayısı, klorofil içeriği ve fotosentez hızındaki düşüşü azalttığını tespit etmişlerdir. Su baskınının her iki çeşitte nadal köklerdeki proto ksilem ve meto ksilem çapını azalttığını, özellikle Savannah çeşidinde seminal ve nadal kökün her ikisindeki aerankima hücre formosyonunu arttırdığını, ayrıca aerankima oluşumunun Savannah seminal kökleri boyunca sürekli

geliştiğini saptamışlardır. Sonuç olarak, Bayles çeşidinin Savannah’a göre su baskınına daha hassas olduğunu ve ilave besin uygulamasının su baskınının olumsuz etkisini azaltabileceğini ortaya koymuşlardır.

Bao (1997), 20 adet buğday genotipi ile farklı gelişme döneminde su baskını çalışması yapmış ve sonuç olarak; su baskını stresine duyarlılığın; gebecik > sapa kalkma > kardeşlenme > dane dolum şeklinde oluştuğunu bildirmiştir.

Boru ve ark. (2003), su baskınına toleransın kalıtımını tespitiye yönelik olarak 3 tolerant (Prl/Sara, Ducula,Vee/Mayna) ve iki adet duyarlı (Seri-82, Kite/Glen) yazlık ekmeklik buğday hatlarını denemeye almışlardır. Ebeveynler F₁, F₂, F₃ ve geri melez generasyonlar Meksika’nın Sonata eyaletinde tarla denemesine alınmıştır. Su baskını uygulaması buğday fideleri 3 yapraklı yada 1. boğum dönemindeyken gerçekleştirilmiştir. Su baskınına toleransta yaprak sararması ölçü olarak alınmıştır. Hassas melez Seri-82 x Kite/Glen kloroziste en hassas ve klorozis alanı en fazla, bitki boyu, biyomas, dane verimi ve dane ağırlığı bakımından en düşük değerlere sahip olmuşken, iki tolerant ebeveynlerden Ducula ve Vee/Myna arasındaki melezlemeyle elde edilen melezin F₃ popülasyonunda klorozis en düşük düzeyde kalmış, bitki boyu, biyomas ve tane verimi en yüksek olmuştur. Su baskınına toleransın kalıtımının Anaya bağlı resiprokal faktörlerden kaynaklanmadığı saptanmıştır. F₁ hibritlerin klorozisinin ortada bir yerde olduğu, toleransın eklemeli gen etkisiyle olduğu, kantitatif analizin su baskınına toleransın bu çakışmada eklemeli gen etkisiyle olduğu, F₃ popülasyonu açılımında su baskını toleransının 4 gen tarafından kontrol edildiği ve iki genin çok önemli olduğu, erken genarasyonda seleksiyonun etkisi olacağını bildirmişlerdir.

Malik ve ark. (2001), buğdayda 3 haftalık bitkilerle saksıda yürütölen çalışmada, su toprak yüzeyinden 100 ve 200 cm aşağıda olacak şekilde ve 14 gün süreyle uygulanmış sonrasında drene etmişlerdir. Kontrol uygulamasını tarla kapasitesi seviyesinde tutmuşlardır. Sonuç olarak; su baskını süresince kök oransal büyüme hızının sürgüne göre daha çok azaldığını belirtmişlerdir. Topraktaki suyun seviyesinin yükselmesinin bitki gelişimini azalttığını, net fotosentez hızı değerinin her iki su seviyesinde yaklaşık %70-80 azaldığını, ama 200 mm aşağıdaki su seviyesinde fotosentezin daha az olumsuz etkilendiğini, su baskınına maruz kalan bitkilerde her bir sap başına 1,5 birim ilave kök gelişiminin meydana geldiğini, bitki başına kardeş sayısında % 24-62’lik azalma gerçekleştiğini saptamışlardır. Ayrıca, ilave köklerin

sadece toprağın 85-116 mm aşağısına kadar uzanabildiğini, harici gelişen köklerdeki gözenekliliğin köklerin beraberinde pozisyonu ve suyun seviyesine bağlı olarak su baskınına maruz kalan bitkilerde 10 katı kadar oluştuğunu tespit etmişlerdir. Gözenekliliğin; su baskını sorunu geçtiğinde genç sürgünlerde su seviyesinin üzerindeki köklerin temel zararında dahi arttığını, saksılardaki suyun drene edildikten 14 gün sonra 200 mm seviyesindeki su baskınına maruz kalan bitkilerde iyileşme olmuşken daha şiddetli su baskını uygulamasında kısmi iyileşme meydana geldiğini ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar, elde ettikleri bulguların; su baskını derinliğinin, su baskını süresince ve sonrasında baskından kaynaklanan zararın telafisi için buğdayın ortaya koyduğu tepkinin, bitkilerde su baskınına toleransın geliştirilmesinde önemli olduğunu dile getirmişlerdir.

Ahmed ve ark. (2002), Manş fasulyesinde erken dönem su baskınında fotosentez hızı ve su kullanım etkinliğinin, su baskınına anında tepki vererek su baskını süresine bağlı olarak sürekli azaldığını, su baskını sona erdikten 2 gün sonra tekrar düzelme eğilimine girdiğini ve 8. günde kontrolle aynı seviyeye geldiğini saptamışlardır. Benzer tepkinin Fv/Fm de görüldüğünü, Tr (transpirasyon hızı) ve gs (stoma iletkenliği) de ise olumsuz tepkinin 2. günden sonra başladığını, dolayısıyla su baskınında fotosenteze bağlı kuru madde üretiminin klorofil yıkımına göre daha önce etkilendiğini, fotosentezdeki bu ani azalmanın stoma kapanmasından kaynaklandığını tespit etmişlerdir.

Al-İmran Malik ve ark. (2002)'nin farklı süreler (0, 3, 7, 14, 21 ve 28 gün) su baskınına maruz bıraktıkları buğday fidelerinde verim ve verim unsurlarındaki değişimi inceledikleri çalışmada; su baskını süresince seminal kök gelişiminin durduğunu, sonradan teşekkül eden köklerin 150 cm boylandığını, yapraklardaki azot konsantrasyonunun su baskını süresince şiddetle azaldığını, su baskını uygulaması sonlandırıldıktan sonra seminal kök uzunluklarının kontrol koşulları değerine ulaşamadığını belirtmişlerdir. Hatta su baskını uygulaması tamamlandıktan 3 veya 7 gün sonra ölümlerden dolayı yeni lateral kökler oluşmadığını, diğer taraftan adventif köklerin ise bu işlem sonrasında uzama gösterdiğini, su baskını ile kardeş sayısı ve bitki yaprak alanının azaldığını, sonuç olarak kısa süreli su baskınının (3 gün) bile bitkilere uzun süreli olumsuz etkilerde bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Collaku ve Harison (2002), 15 ekmeklik buğday çeşidiyle yürüttükleri çalışmada

çeşitleri 0, 10, 20 ve 30 gün süre ile su baskınına maruz bırakmışlardır. Çalışmada; su baskını uygulaması sonucunda bitki başına kardeş sayısı ve başak tane sayısının çeşitler arasında %20-41 oranında azalma gösterdiğini, çeşitler arasında su baskınına toleransın yüksek olduğu bazı çeşitler tespit edildiğini (Tersol, LA422, Shelby, Pioneer 2691) bildirmişlerdir. Normal koşullarda yüksek verim değerine sahip bazı çeşitlerin (Coker 9663, FFR 502W) aynı başarıyı su baskını ortamında gösteremediğini, su baskını ile bitki boyu, kardeş sayısı, başak dane sayısı ve dane veriminin azaldığını, azalmanın süreye bağlı artış gösterdiğini belirtmişlerdir.

FAO (2002), toprak drenajındaki kısıtlamanın dünyadaki ekili alanların %10'unu aşırı şekilde olumsuz etkilediğini, bu etkinin Doğu Avrupa ülkeleri ve Rusya Federasyonu'nu da içine alan coğrafyada %20'leri bulduğunu tahmin etmişlerdir.

Collaku ve Harrison (2005), su baskınının ekmeklik buğday verimini sınırlayan faktörlerden biri olduğunu, özellikle aşağı Missisipi Vadisi'nde bu durumun yaşandığını belirtmişlerdir. Yaptıkları çalışmada; 9 buğday genotipi ve 4 hattı değerlendirmeye almış ve 0, 10, 20 ve 30 gün süre ile su baskınına maruz bırakmışlardır. Genotipler 25 cm uzunluğunda ve 10 cm çapında PVC kaplı plastik tanklara konularak su baskınına maruz bırakılmışlardır. Çalışmada, bitki başına kardeş sayısı ve başak başına dane sayısı için doğrusal önemli ilişki, klorofil içeriği ve verimi için doğrusal ve quadratik ilişki, bitki boyu için doğrusal ve cubic ilişkinin olduğunu tespit etmişlerdir. Doğrusal modelin su baskınından kaynaklanan varyasyonun % 92-99'unu açıkladığını, doğrusal tahmin eğrisinin su baskını stresi ve farklı uygulamalar arasındaki ilişkinin tanımlanmasından elde edildiğini bildirmişlerdir.

Mcfarlane ve ark. (2003), 4 adet çim bitkisi ile yaptıkları çalışmada bitkileri 0, 3, 7, 14, 21 ve 28 gün süre ile su baskınına maruz bırakmışlardır. Çalışma sonunda; Aurara-6 çeşidinde kök ve sürgün kuru ağırlığı su baskınından önemli düzeyde etkilenmemiştir. Su baskınına 14-21 gün süre ile maruz kalan diğer çeşitlerde kök ve sürgün gelişimleri azalma göstermiştir. 28 günden sonra su baskınına duyarlı çeşitlerin yaprak ve kuru ağırlıklarında %70 azalma meydana gelmiştir. Aurara-6 çeşidi 28 güne kadar fotosentezini sürdürürken 28 günden sonra tüm çeşitlerde fotosentezde %30-50 arasında azalma meydana gelmiştir.

Goggian ve Colmer (2007), 11 buğday genotipinde, çıkıştan 4-7 gün sonraki fidelerinde oksijensizlik ve ardından tekrar oksijen uygulamasının etkilerini

araştırdıkları çalışmada; 72 saatlik oksijensizlik uygulamasından sonra kök dokularında potasyum bakımından iyileşme ve seminal kök uzamasında çeşitler arasında farklılıklar olduğunu, oksijensizlik uygulaması sonrası köklerde kök uzama potansiyelini %100 seminal köklerin ölümü ve potasyum konsantrasyonunda iyileşmeme ortaya çıkmıştır. Genotiplerin oksijensizliğe tolerans bakımından sıralanışı, su baskınına toleransta varsayılan özelliklerle uyumlu parametrelere dayandırılmış, ama bazı istisna durumlar bunun dışında tutulmuştur. Ayrıca fidelerin oksijensizliğe toleranslarındaki farklılıklar etanol üretim kapasitelerindeki farklılıkla açıklanamamıştır. Oksijensizlik altında tohumdaki nişasta rezervlerinden yararlanmadaki azalma, bu esnada etanol seviyesindeki azalmadan dolayı mümkün olmamıştır, bu durum tüm genotiplerde ortaya çıkmıştır.

Olgun ve ark. (2008), farklı süreler (0, 5, 10, 15, 20, 25 ve 50 gün), uyguladıkları su baskınının buğdayda fide döneminde K1a'da ilk 5 günlük sürede kontrole göre önemli bir değişiklik olmadığını, değişikliğin 10. günden sonra önemli olduğunu, K1b'de ise 5. günden itibaren kontrollere göre azalmanın istatistik bakımından önemli olduğunu, süre uzadıkça her iki klorofil içeriğinde kontrole göre önemli bir azalmanın olduğunu bildirmişlerdir.

Zheng ve ark. (2009a), tuz ve su baskını stersinin ve bunların kombinasyonlarının buğdayda çiçeklenme sonrası dönemde fotosentez, kloroplast aktiviteleri ve anti oksidatif enzim aktivitesine etkilerini inceledikleri çalışmada 2 kışlık buğday çeşidi kullanmışlardır. Saksıda yürüttükleri çalışmada çiçeklenmeden 7 gün sonra bitkileri strese maruz bırakmışlardır. Su baskını ve su baskını x tuz kombinasyonu 5 gün sürmüş olup, tuz stresi dane dolum dönemi boyunca devam ettirilmiştir. Çalışma sonucunda; net fotosentez hızı (Pn) Yangmar 12 çeşidinde çiçeklenmeden 10 gün sonra tuz ve kombine stres ortamında önemli miktarda azalmış ve çiçeklenmeden 18 gün sonra her iki çeşitte stomaların kapanmasıyla fotosentez azalması gerçekleşmiştir. Çiçeklenmeden 18 gün sonrasında tuz ve kombine stres koşulunda sararmaya bağlı net Pn kaybı olmuş, bu kayıp PSII (fotosistem II) 'deki tahribattan kaynaklanmıştır. Ayrıca Lipit peroksidasyonu ve ATP sentezinde gerileme Pn kaybına neden olmuştur. Su baskını stresi de benzer mekanizma üzerinden Pn'yi olumsuz etkilemiştir.

Zheng ve ark. (2009b), tuz ve su baskını stersinin ve bunların kombinasyonlarının buğdayda çiçeklenme sonrası dönemde fotosentez, kloroplast aktiviteleri ve anti

oksidatif enzim aktivitesine etkilerini inceledikleri çalışmada 2 kışlık buğday çeşidi kullanmışlardır. Saksıda yürüttükleri çalışmada çiçeklenmeden 7 gün sonra bitkileri strese maruz bırakmışlardır. Su baskını ve su baskını x tuz kombinasyonu 5 gün sürmüş olup, tuz stresi dane dolum dönemi boyunca devam ettirilmiştir. Çalışma sonucunda; su baskınının klorofil içeriğini olumsuz etkilediğini, ancak su baskını stresi ile klorofil içeriğindeki değişikliğin önemli ilişki içinde olduğunu, çiçeklenmeden sonra uygulanan su baskınının 9. gününde klorofil içeriğinde kontrole göre bir miktar azalmaya neden olmasına rağmen bunun istatistiki bakımdan önemli olmadığını, 18. günde yapılan ölçümde ise kontrole göre önemli azalma gösterdiğini bildirmişlerdir.

Li ve ark. (2011), çiçeklenmeden 7 gün öncesinden çiçeklenmeye kadar, çiçeklenmeden sonra su baskını uygulamasının başlangıçta klorofil içeriğinde önemli derecede olumsuz bir etkide bulunmadığını, olumsuzluğun 9. günden sonra farklılaştığını, benzer durumun Pn (fotosentez hızı) seviyesinde de görüldüğünü bildirmişlerdir.

Yavaş ve ark. (2012), 8 ekmeklik buğday çeşidiyle yürüttükleri çalışmada ana faktör sıcaklık, alt faktör ise su baskını (ZGS 14, 32, 14 x 32, Kontrol) alt-alt faktör olarakta çeşitleri yerleştirmişlerdir. Çalışma sonunda; Bütün uygulamalarda ve tüm çeşitlerde tek bitki veriminin kontrole göre azaldığını, su baskını uygulamasının kontrole göre verim kaybına yol açtığını, su baskınının neden olduğu verim azalmasının yüksek sıcaklıkla ilişkili olduğunu, su baskınının bitkiye etkisinin bitkinin gelişme dönemine göre değiştiğini, Sagitario ve Basribey çeşitlerinin -tüm uygulamalar dikkate alındığında- su baskınından en az etkilenen çeşitler olduğunu tespit etmişlerdir.

Aydoğan ve Turhan (2012), 15 taze fasulye genotipiyle yapmış oldukları çalışmada, bazı taze fasulye genotiplerinin su fazlalığına tepkilerinin belirlenmesinde ve genotipler arasındaki farklılığın ortaya çıkarılmasında yaprak alanı, toplam klorofil miktarı ve zararlanma derecesinin göstergesi olan iyon sızıntısı oranlarının belirlenmesinin etkili olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada kullanılan genotipler içerisinde Şeker Fasulye genotipinin su basması stresine göreceli olarak tolerant olduğunu saptamışlardır.

Tiryakioğlu ve ark. (2012), 23 adet makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) genotipinin erken gelişme döneminde (kardeşlenme başnağıcı) su baskınına tepkilerinin belirlenmesine yönelik su kültürü ortamında 15 gün süre ile bitkilerin kök bölgesini

oksijensiz bırakarak (oksijen düzeyi 0.8 mg/lt) yürüttükleri çalışmada, bahse konu stres etmenine karşı genotipler arasında önemli farklılığın olduğunu tespit etmişlerdir.

Tiryakioğlu ve ark (2014), kontrollü koşullar altında su kültürü ortamında erken gelişme döneminde (Zadoks Gelişme Skalası 21) farklı süreler (0, 3, 5, 7 gün) su baskınına maruz kalan buğday (Dağdaş-94 - *Triticum aestivum* L.) fidelerinde su baskınının etkilerini araştırılmışlardır. Çalışma sonucunda; su baskınının yaprak alanı, kuru madde üretimi ve yaprak klorofil içeriğine etkisinin; oksijensizlik uygulamasında yaprak alanı ve sürgün kuru madde miktarında kontrole göre önemli azalma meydana getirdiğini, oksijensizlik süresi uzadıkça azalmanın daha belirgin olduğunu bildirmişlerdir.

Tiryakioğlu ve ark. 2015 yürüttükleri çalışmada, bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin su baskınına karşı toleranslarını tespit etmişlerdir. Yirmi dört adet ekmeklik buğday çeşidinin sürgün kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı, toplam kuru ağırlık, yaprak kuru ağırlığı, yaprak spesifik ağırlığı, klorofil miktarı, karotenoid miktarı, transprasyon ve fotosentez hızı ile stres tolerans indeklerini oksijenli (kontrol) ve oksijensiz koşullarda saptanmışlardır. Sonuç olarak; oksijensiz koşullarda yetiştirilen fidelede sap kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı, toplam biomas ağırlığı, yaprak kuru ağırlığı, spesifik yaprak kuru ağırlığı, klorofil a, klorofil b, klorofil a+b ve karotenoid içeriği ile fotosentez ve transprasyon hızının önemli oranda azaldığını tespit etmişlerdir. Ayrıca, toplam kuru ağırlık ile sürgün kuru ağırlığı ve klorofil a ile spesifik yaprak kuru ağırlığı arasında önemli ilişkinin varlığını tespit etmişlerdir. Buğday çeşitlerinin incelenen özellikler bakımından farklı tolerans indeksleri gösterdiğini, ileriki çalışmalarda bu tolerans indeklerinin hangilerinin dane verimi ile önemli korelasyona sahip olduğu ve hangilerinin bu manada seleksiyon kriteri olarak kullanılabilecekleri yapılacak tarla denemeleri ile ortaya konması gerektiğini bildirmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü bünyesindeki Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği ve Tarla Bitkileri Bölümü'ne ait Bitki Fizyolojisi Laboratuvarı'nda (Antakya-Hatay) yürütülmüştür.

3.1. Materyal

Çalışmada, Türkiye'deki farklı ıslahçı kurum ve kuruluşlar tarafından tescil edilmiş üretimde olan iki ve altı sıralı 13 arpa çeşidi kullanılmıştır (Çizelge 3.1.)

Çizelge 3.1. Çalışmada yer alan arpa çeşitleri, ıslahçı kuruluşlar ve tescil tarihleri ve çeşitlere ait başak özellikleri

S. No:	Çeşidin adı	Islahçı Kuruluş	Tescil Yılı	Başak Özelliği
1	Altıkat	G.D.Anadolu Tar. Araş. Ens.	08.04.2011	Altı sıralı
2	Cervoise	Ata Tohum	08.04.2011	Altı sıralı
3	Escadre	Ata Tohum	12.04.2013	İki sıralı
4	Erginel 90	Anadolu Tar. Araş. Ens.	18.04.1990	Altı sıralı
5	Premium	Ata Tohum	12.04.2013	İki sıralı
6	Kral 97	Bahri D.U.Tar. Araş. Ens.	08.05.1997	Altı sıralı
7	Keser	Anadolu Tar. Araş. Ens.	05.04.2007	İki sıralı
8	Karatay 94	Bahri D.U.Tar. Araş. Ens.	17.05.1998	İki sıralı
9	Kalaycı 97	Anadolu Tar. Araş. Ens.	08.05.1997	İki sıralı
10	Beyşehir	Bahri D.U.Tar. Araş. Ens.	12.05.1998	İki sıralı
11	Ünver	Anadolu Tar. Araş. Ens.	12.04.2013	İki sıralı
12	Konevi	Bahri D.U.Tar. Araş. Ens.	12.05.1998	İki sıralı
13	Özdemir	Anadolu Tar. Ara. Ens.	30.08.2005	İki sıralı

3.2. Yöntem

Kontrollü koşullarda bitkilerin yetiştirilmesi ve oksijensizlik uygulaması Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği Laboratuvarı'nda mevcut ışık, sıcaklık ve nemin kontrol edilebildiği kontrollü koşullarda su kültürü ortamında gerçekleştirilmiştir. Çalışma, tesadüf parsellerinde faktöryel deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Faktörler oksijen uygulaması (1: Normal hava-kontrol, 2. Oksijensizlik) ve çeşit şeklinde planlamıştır (2x13x3= toplam 78 saksı).

İlk önce, çalışmada öngörülen her türlü ölçüm ve gözlemlerin yapılacağı sayıda bitkinin elde edileceği miktarda tohumlar - daha güçlü çıkış ve sağlıklı fide elde etmek

amacıyla- doymuş CaSO_4 solüsyonu ile sulanmış perlit ortamında çimlendirilmiştir. Çimlenmenin sağlanmasından beş gün sonra çimlenmiş bitkiler içerisinde güçlü çim oluşturmuş ve gelişmeleri birbirine benzer bitkiler sürekli havalandırılan ve Hoagland besin çözeltisi içeren hidroponik sistemle dolu 3 litrelik saksılara, her saksıda beş demet ve her demette beş bitki- toplam her saksıda yirmi beş bitki, yer alacak şekilde transfer edilmiştir. Her bir çeşit için bu şekilde altı adet saksı oluşturulmuştur (Altı adet saksıdan üç tanesi havalandırılmış-kontrol diğer üçü oksijensizlik uygulamasında kullanılmıştır). Bitkilerin transfer edildiği saksılar üç yapraklı döneme kadar $20/15^\circ\text{C}$ gündüz/gece sıcaklık ve 12 saatlik ışıklandırmanın sağlandığı bitki büyütme odasına alınmış ve dönem sonuna (Zadoks 13) kadar bu ortamda tutulmuştur. Bu süre içerisinde saksılara alınmış fide köklerinin oksijensiz kalmamaları için tüm saksılara sürekli olarak hava pompası aracılığı ile temiz hava girişi sağlanmıştır. Aynı zamanda her saksıya azalan besin çözeltilerinin telafisini sağlayacak miktarda üç günde bir eşit miktarda besin çözeltisi ilave edilmiştir.

Houglan besin çözeltisinin hazırlanmasında saf su kullanılmıştır. Denemede kullanılan standart besin çözeltisinin içeriği şöyle oluşturulmuştur.

$2 \text{ mM } \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $1 \text{ mM } \text{MgSO}_4$, $0.9 \text{ mM } \text{K}_2\text{SO}_4$, $0.2 \text{ mM } \text{KH}_2\text{PO}_4$, $10^{-6} \text{ M } \text{H}_3\text{BO}_3$, $2 \times 10^{-7} \text{ M } \text{MnSO}_4$, $2 \times 10^{-6} \text{ M } \text{ZnSO}_4$, $2 \times 10^{-7} \text{ M } \text{CuSO}_4$, $2 \times 10^{-8} \text{ M } (\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$, $10^{-4} \text{ M } \text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{FeN}_2\text{NaO}_8$ (FeEDTA).

Denemede bütün bitkilerin ortalaması göz önüne alınarak, bitkilerde birinci kardeşin gelişmeye başladığı dönemde (Zadoks 13 veya 20. Bu dönem, denemenin yürütüldüğü kontrollü koşullardaki sıcaklık uygulamasına bağlı olarak çıkıştan yaklaşık 18 gün sonrasına tekabül etmiştir), diğer bir ifade ile ana sapta dördüncü yaprağın gelişmeye başladığı dönemde, su baskını uygulamasını taklit edebilmek için, mevcut saksılar iki gruba ayrılmıştır. Birinci gruptaki saksılara hava (oksijen) uygulamasına devam edilirken (kontrol uygulaması), ikinci gruptakilere yüksek saflıkta (% 99.99 N_2) azot gazı jeneratörü aracılığı ile sürekli azot gazı verilmiştir (Biemelt ve ark., 1998). Böylece saksılardaki çözelti içerisinde çözünmüş halde bulunan oksijenin yerini azot gazının alması sağlanmıştır. Bu şekilde bitki kökleri oksijensiz kalarak ve normal koşullarda tarla şartlarında meydana gelen su baskını sonunda oluşan köklerin havasız (O_2) kalma durumu yaratılmıştır. Oksijensizlik uygulamasına 21 gün süreyle devam

edilmiştir. Yirmibirinci gün tüm denemeden aşağıda belirtilmiş ölçüm, gözlem ve analizler için bitki örnekleri alınmıştır.

Su baskını çevresel bir stres faktörüdür ve tüm stres faktörleri gibi süre ve şiddetine bağlı olarak bu strese maruz kalan bitkileri olumsuz etkilemektedir. Arpa bitkisi de genel olarak su baskını stresine hassas bitki grubunda yer almaktadır. Su baskını stresine maruz kalan arpa çeşitlerinde bitki düzeyinde morfo-fizyolojik ve hücre düzeyinde biyokimyasal değişimler ve/veya tepkiler meydana gelmektedir. Bu değişim ve/veya tepkiler incelenerek çeşitlerin su baskınına karşı tolerans düzeyleri saptanabilmektedir.

Kök ortamında yeterli düzeyde oksijen bulunduğunda kök solunumu normal seyrini takip etmektedir (bitkilerde glikolizis, strik asit döngüsü ve oksidatif fosforilasyon sonucu 1 mol heksoz şeker yükseltgendiği zaman net 38 mol ATP oluşmaktadır). Oksijen yokluğunda ATP oluşumu büyük ölçüde azalır ve glikolizis sonucu ancak net 2 mol ATP oluşabilir. Azalan bu ATP üretimine bağlı olarak önce kökte sonra da bitki üst kısmında zincirleme bazı olaylar gerçekleşmektedir.

OLAYIN AKIŞ YÖNÜ

- Önce kökte aktif iyon alımında azalma başlar ve dolayısı ile bitkide bazı besin elementlerinin noksanlığına bağlı sorunlar ortaya çıkar.
- Oksijen noksanlığında protein sentezi önemli ölçüde azalır, mitokondria zarar görür, hücre bölünmesi ve uzaması geriler.
- İyon taşınımı önemli derecede etkilenir ve kök meristemi içindeki hücreler ölür.
- Oksijensizliğe duyarlı bitkilerde aerenkima oluşmaz ve havasız koşullarda uzun süre yaşamaları imkânsızdır.
- Bitkilerde etil alkol miktarının artması havasızlığın en önemli belirtisidir bu koşullara duyarlı bitkilerde absisik asit (ABA) ve etilen miktarı hızla artar.
- Yapraklardaki stomalar kapanır, yapraklar aşağı doğru bükülüp sarkar.

Bu çalışma kapsamında yer alan çeşitlerin su baskını stresine karşı tepkilerinin saptanması için bazı morfo-fizyolojik özellikler incelenmiştir. Bu özellikler aşağıda yer almaktadır.

Bitki Düzeyinde İncelenen Özellikler

Bitki yeşil alanı (cm²/bitki): Oksijensizlik uygulamasını takip eden yirmi birinci günde her bir saksıdan 5 adet bitki örneği alınarak, alınan bu bitkilerde yaprak alanı Li-COR 3100 yaprak alan ölçer ile ölçülmüştür.

Yeşil aksam kuru madde miktarı (mg/bitki): Yaprak alanı ölçülmüş bitkiler 70 °C’de 48 saat bekletildikten sonra kuru ağırlıkları ölçülerek elde edilen değerler bitki sayısına bölünerek tek bitki üzerinden hesaplanmıştır.

Kök kuru madde miktarı (mg/bitki):Saksıdaki bitkiler hasat ekildikten sonar bu bitkilere ait kökler de hasat edilerek 70 °C’de 48 saat bekletildikten sonra kuru ağırlıkları ölçülerek elde edilen değerler saksıdaki bitki sayısına bölünerek tek bitki üzerinden hesaplanmıştır.

Biyokütle (mg/bitki): Tek bitki değerine ait kök ve yeşil aksam kuru madde miktarlarının toplanması ile hesaplanmıştır

SPAD Değeri: SPAD-502 (Conica-Minolta) klorofilmete cihazı kullanılarak su baskını uygulanmasının sonunda her bir deneme ünitesinden (saksı) rasgele seçilmiş bir bitki yaprağında 5 tekrarlamalı okuma yapılmış, elde edilen değerlerin ortalaması o bitkiye ait SPAD değeri olarak kaydedilmiştir.

Yaprak Düzeyinde İncelenen Özellikler

Yaprak su durumu ile ilgili özelliklerin belirlenmesi: Her bir saksıdan en son gelişmesini tamamlamış bir adet yaprak alınarak aya ile kının birleşim yerinden kesilmiştir. Kesilen yaprağın o anki ağırlığı (YA) ve alanı (Al) saptandıktan sonra saf su ile doymun hale getirilmiş kağıt arasında 24 saat süreyle ve 4°C sıcaklıkta muhafaza edildikten sonra (Garnier at all., 2001) yaprak tekrar tartılarak turgor durumundaki ağırlığı (TA) belirlenmiştir. Yaş ve turgor ağırlığı tespit edilmiş yaprak örnekleri 70 °C’de 48 saat kurutulduktan sonra kuru ağırlığı (KA) saptanmıştır. Elde edilen değerler kullanılarak **Yaprak Su İçeriği, Yaprak Oransal Su İçeriği, Yaprak Spesifik Ağırlığı, Yaprak Kuru madde Miktarı ve Spesifik yaprak Alanı** değerleri aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır (Yamasaki ve Dillenburg, 1999 ve Garnier ve ark., 2001).

- Yaprak su içeriği (%) = $(YA-KA)/KA*100$
- Yaprak Oransal Su İçeriği (%)= $(YA-KA)/(TA-KA)*100$

- Yaprak spesifik ağırlığı (g/m^2)= (YA/Al)*10000
- Yaprak kuru madde miktarı (mg/g)= (KA/YA)
- Spesifik Yaprak alanı= (m^2/kg) = (Al/ KA)

Yaprak Klorofil İçeriği

Klorofil_(a), Klorofil_(b), Klorofil_(a+b) ve Karotenoid miktarı (mg/m^2): Bitki yeşil alanı ölçümü için alınmış beş adet bitkiden rasgele seçilmiş iki bitkiye ait gelişimini en son tamamlamış iki adet yapraktan 50'şer mm uzunluğunda kesitler alınmış, bu kesitlerin enleri de ölçülerek alanları tespit edilmiştir. Sonra bu yaprak örnekleri saf asetonun çözücülüğünde porselen havan içerisinde ezilmiş, elde edilen çözelti filtre edildikten sonra süzüt 10 ml'ye tamamlanana kadar süzüte saf aseton ilave edilmiştir. 10 ml'ye tamamlanan süzütün, çalkalayıcıda çalkalandıktan sonar, spektrofotometrede 480, 638, 645 ve 663 nm'lik dalga boylarında absorbans degerleri (A) ölçülmüştür. Bu değerler kullanılarak Aron (1949)'a göre klorofil değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen değerler Porra (2002)'ye göre düzeltilmiştir. Düzeltilmiş değerler üzerinden de birim yaprak ağırlığı başına klorofil ve karotenoid değerleri aşağıdaki formüller üzerinden saptanmıştır

Birim Yaprak Alanına Göre

$$Kl_a(\text{mg m}^{-2}) = (Kl_a^{(P)}/1000) \times (V/W)$$

$$Kl_b(\text{mg m}^{-2}) = (Kl_b^{(P)}/1000) \times (V/W)$$

$$Kl_{a+b}(\text{mg m}^{-2}) = (Kl_{a+b}^{(P)}/1000) \times (V/W)$$

$$\text{Karotenoid (mg m}^{-2}) = 4.16 \times (480) - (0.89 \times (663) \times (V/W)) \times 1000$$

V: Süzüt hacmi (ml);

W: toplam disk ağırlığı (mg)

Verilerin İstatistiksel Analizi

Tüm denemede yapılan gözlem, tartım ve ölçümlerden elde edilen değerler MSTAT-C istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, var olan farklar ise LSD (Least Significant Difference: En Küçük Önemli fark) çoklu karşılaştırma testine göre gruplandırılmıştır. Özellikler arası ilişkiler ise SPSS istatistik paket programında gerçekleştirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Bitki Düzeyinde İncelenen Özellikler

4.1.1. Bitki Yeşil Alanı

On üç arpa çeşidinin erken gelişme döneminde kök bölgesi oksijensizliğine (su baskını stresi) toleranslarının araştırıldığı çalışmada, bitki yeşil alanına (BYA), ait varyans analizi ve önem seviyeleri Çizelge 4.1’de yer almıştır. Çizelgede görüldüğü gibi, adı geçen özellikte; gerek oksijensizlik uygulaması, gerek çeşit ve gerekse bu iki özelliğin etkileşimi (interaksiyon) istatistik bakımından $p < 0,001$ önem seviyesinde önemli olmuştur.

Çizelge 4.1. Oksijensizliğe tepkilerin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Bitki yeşil alanı (BYA)’na ait varyans analiz değerleri ve önem seviyeleri

Varyasyon Kaynağı	SD	Karelerort	F değeri	Önem seviyesi
Oksijensizlik Uygulaması (O)	1	619.385	1.368.264	***
Çeşit (Ç)	12	365.007	806.326	***
O*Ç	12	83.917	185.378	***
Hata	52	4.527		
Toplam	77			

*) $p < 0,05$; **) $p < 0,01$; ***) $p < 0,001$

Çalışmada yer alan çeşitlerin kontrol ve su baskını koşullarındaki ortalama BYA değerleri, Duncan karşılaştırma testi değerleri ile değişim katsayısı (diğer bir ifade ile strese duyarlılık indeksi) değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çizelgeden izlendiği gibi, BYA değerleri kontrol koşullarında ortalama 27,24 cm²/bitki iken, oksijensizlik uygulaması sonucunda % 20,74’lük azalma ile 21,59 cm²/bitki olarak tespit edilmiştir.

Çalışmada yer alan arpa çeşitlerinin kontrol koşullarındaki BYA değerleri 42,61-13,61 cm²/ bitki arasında değişim göstermiştir. En yüksek değer Ünver (42,61 cm²/bitki) çeşidinde gerçekleşmişken, onu sırasıyla Kalaycı (37,90 cm²/bitki), Keser (36,72 cm²/bitki) ve Premium (35,64 cm²/bitki) çeşidi izlemiştir. En düşük değer ise Altıkat (13,61 cm²/bitki), Özdemir (15,06 cm²/bitki), Escorde (19,09 cm²/bitki) ve Konevi (19,67 cm²/bitki) çeşitlerinde ölçülmüştür.

Oksijensizlik uygulamasının gerçekleştirildiği koşulda on üç çeşitten on birinde oksijensizlik kontrol koşullarına göre BYA’nında azalmaya yol açarken, iki çeşitte (Escodre ve Cervoise) herhangi bir azalma olmadığı gibi bir miktar da artış meydana

gelmiştir. Azalma en fazla Premium çeşidinde oluşmuşken (% 48), onu Ünver (% 47), Erginel (% 31) ve Keser (% 26) izlemiştir. Kontrol koşullarında en fazla yeşil alan üretmiş olan Ünver ve Premiyum'un yanı sıra en az yeşil alanın ölçüldüğü Altıkat'ın strese en fazla tepki veren çeşitler olması, yeşil alan büyüklüğü ile oksijensizlik stresine duyarlılık arasında bir ilişkinin olmadığını göstermiştir.

Çizelge 4.2. Kök bölgesi oksijensizliğine tepkilerin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde bitki yeşil alanı (BYA)'na ait ortalama değerler, LSD karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayısı (DK) değerleri (cm²/bitki)

Çeşitler	O ₂ (+)	O ₂ (-)	DK (%)
Altıkat	13,61 m	7,55 n	-0,45
Ceruoise	23,37 fgh ₁	24,27 fgh	0,04
Escodre	19,09 jk	27,15 ef	0,42
Erginel	32,74 cd	22,53 h ₁ j	-0,31
Premium	35,64 bcd	18,37 kl	-0,48
Kral 97	21,94 h ₁ jk	18,24 kl	-0,17
Keser	36,72 b	26,91 efg	-0,27
Karatay 94	23,23 gh ₁	22,45 h ₁ j	-0,03
Kalaycı	37,90 b	36,39 bc	-0,04
Beyşehir	32,52 d	28,66 e	-0,12
Ünver	42,61 a	22,31 h ₁ j	-0,48
Konevi	19,67 ijk	14,27 m	-0,27
Özdemir	15,06 lm	11,59 m	-0,23
Ortalama	27,24	21,59	-0,26
V.K.	8,72		
LSD	3,47		

4.1.2. Yeşil Aksam Kuru Madde Miktarı

On üç arpa çeşidinin erken gelişme döneminde kök bölgesi oksijensizliğine toleranslarının araştırıldığı çalışmada, yeşil alan kuru madde miktarı (YaKM)'na, ait varyans analizi ve önem sevipleri Çizelge 4.3'de gösterilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi, adı geçen özellikte; oksijensizlik uygulaması $p < 0,01$, çeşit ve oksijensizlik x çeşit etkileşimi istatistik bakımından $p < 0,001$ seviyesinde önemli olmuştur.

Çalışmada yer alan çeşitlerin kontrol ve su baskını koşullarındaki ortalama YaKM değerleri, LSD çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ile değişim katsayısı değerleri Çizelge 4.3'te yer almıştır. İncelenen çeşitlere ait YaKM ortalama değerleri kontrol koşullarında 119,6 mg/bitki olmuşken, oksijensiz koşullarda 123,9 mg/bitki düzeyinde gerçekleşmiştir (Çizelge 4.4). Yirmibir günlük oksijensizlik uygulaması

YaKM’nda kontrol koşullarına göre 4,3 mg/bitki (% 4,1) düzeyinde artışa neden olmuşken, bu artış istatistik bakımdan önemli olmuştur.

Çizelge 4.3.Kök bölgesi oksijensizliğine tepkilerin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Yeşil aksam kuru madde miktarı (YaKM)’na ait varyans analiz değerleri ve önem seviyeleri

Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler ort	F değeri	Önem seviyesi
Oksijensizlik Uygulaması (O)	1	363.57	8.68	**
Çeşit (Ç)	12	11652.76	278.15	***
O*Ç	12	5388.01	128.61	***
Hata	52	41.89		
Toplam	77			

*) p < 0,05 ; **) p < 0,01 ; ***) p < 0,001

Çizelge 4.4. Kök bölgesi oksijensizliğine tepkilerin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Bitki yeşil aksam kuru madde miktarı (YaKM)’na ait ortalama değerler, LSD çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayıları (DK) (mg/bitki)

Çeşitler	O ₂ (+)	O ₂ (-)	DK (%)
Altıkat	89.3 ı	45.0 l	-0.50
Ceruoise	88.1 ı	91.9 ı	0.04
Escodre	80.3 j	130.1 f	0.62
Erginel	142.5 e	111.8 g	-0.22
Premium	143.4 e	79.3 j	-0.45
Kral 97	101.3 h	141.5 e	0.40
Keser	164.4 d	213.6 b	0.30
Karatay 94	93.5 ı	199.1 c	1.13
Kalaycı	165.0 d	249.0 a	0.51
Beyşehir	113.3 g	137.1 ef	0.21
Ünver	196.4 c	106.4 gh	-0.46
Konevi	110.2 g	61.1 k	-0.45
Özdemir	67.1 k	45.1 l	-0.33
Ortalama	119.6 B	123.9 A	0.03
V.K.	5.32		
LSD	7.5		

Kontrol koşullarında çeşitler arasında YaKM oldukça farklı düzeylerde gerçekleşmiş olup, en yüksek değer Ünver (196.4 mg/bitki)’de ölçülmüşken, onu sırasıyla Kalaycı (165 mg/bitki) Keser (164.4 mg/bitki), Premium (143.4 mg/bitki), Erginel (142.5 mg/bitki) ve Beyşehir (113.3 mg/bitki) çeşitleri izlemiştir. En düşük değer ise Özdemir (67.1 mg/bitki) çeşidinde saptanmışken, Escodre (80.3 mg/bitki), Cervoise (88.1 mg/bitki) ve Altıkat (89.3 mg/bitki) ine oldukça düşük değerlere sahip

olmuşlardır. Oksijensiz koşulda en fazla azalış % 50 ile altıkat çeşidinde olmuştur. Ünver % 46, Premium ve Konevi % 45, Özdemir % 33 çeşitlerinde azalış olmuştur. Karatay 94 % 113 ile en fazla artışın meydana geldiği çeşittir, bu çeşidi % 62 ile Escodre, % 51 ile Kalaycı, % 40 ile Kral 97 ve % 30 ile Keser izlemiştir.

Oksijensizlik uygulaması sonrasında YaKM değerleri denemede, yer alan 13 çeşitten 7'si dışındakilerde kontrol koşullarına göre azalmış olup, en yüksek azalma % 50 ile Altıkat'da gerçekleşmiş, onu sırasıyla % 46 ile Ünver, % 45 ile Konevi ve Premium çeşitleri izlemiştir. Diğer yandan, bu dönem sonunda kontrole göre Karatay 94 % 113 ile en fazla artışın gerçekleştiği çeşit olmuştur.

4.1.3. Kök Kuru Madde Miktarı

On üç arpa çeşidinin erken gelişme döneminde kök bölgesi oksijensizliğine toleranslarının araştırıldığı çalışmada, kök kuru madde miktarına (KKM) ait varyans analizi ve önem seviyeleri Çizelge 4.5'te yer almıştır. Çizelgede görüldüğü gibi, adı geçen özellikte; gerek oksijensizlik uygulaması, gerek çeşit ve gerekse bu iki özelliğin etkileşimi (interaksiyon) istatistik bakımdan $p < 0,001$ seviyesinde önemli olmuştur.

Çizelge 4.5. Kök bölgesi oksijensizliğine tepkilerin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Kök kuru madde miktarı (KKM)'na ait varyans analiz değerleri ve önem seviyeleri

Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler ort	F değeri	Önem seviyesi
Oksijensizlik Uygulaması (O)	1	6224.747	13788.775	***
Çeşit (Ç)	12	258.930	573.570	***
O*Ç	12	97.829	216.707	***
Hata	52	4.514		
Toplam	77			

*) $p < 0,05$; **) $p < 0,01$; ***) $p < 0,001$

Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde kök kuru madde miktarı (KKM)'na ait ortalama değerler, LSD çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayıları (DK) Çizelge 4.6'da yer almıştır. Çizelge incelendiğinde, KKM ortalama değerleri kontrol koşullarında 36,16 mg/bitki olmuşken, oksijensiz koşullarda 18,30 mg/bitki düzeyinde gerçekleşmiştir. Yirmi bir günlük oksijensizlik uygulaması YKM'nda kontrol koşullarına göre 17,86 mg/bitki azalmaya neden olmuş ve azalış istatistik bakımdan önemli düzeyde gerçekleşmiştir.

Oksijensizlik uygulamasının çeşitler bazında etkilerine bakıldığında, oksijensizlik uygulaması çeşitlerin çoğunda KKM değerlerinde azalmaya neden olmuştur. Bu azalış en fazla Keser çeşidinde olurken (% 75) bu çeşidi Altıkat (% 59), Escodre (% 58) Premium (% 57), Kral 97 (% 54) ve Kalaycı (% 51) izlemiştir. Kontrol koşullarında en fazla KKM miktarı Premium (48.26 mg/bitki), Keser (47.72 mg/bitki), Kalaycı (46.53 mg/bitki), Kral 97 (44.24 mg/bitki), Beyşehir (42.00 mg/bitki) çeşitlerinde, en az Altıkat (21.70 mg/bitki), Özdemir (24.24 mg/bitki), Karatay 94 (26.88 mg/bitki), Erginel (27.46 mg/bitki) çeşitlerinde ölçülmüş olmasına karşın, strese en fazla tepki veren çeşidin Keser (47.72 mg/bitki) olması, KKM miktarı ile oksijensizlik stresine duyarlılık arasında bir ilişkinin olmadığını göstermiştir.

Çizelge 4.6. Oksijensizliğe tepkilerin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde kök kuru madde miktarı (KKM)'na ait ortalama değerler, LSD çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayısı (DK) değerleri (mg/bitki)

Çeşitler	O ₂ (+)	O ₂ (-)	DK (%)
Altıkat	21.70 gh	8.92 m	-0.59
Ceruoise	34.87 de	18.36 hij	-0.47
Escodre	36.59 d	15.52 jkl	-0.58
Erginel	27.46 f	14.03 kl	-0.49
Premium	48.26 a	20.85 ghı	-0.57
Kral 97	44.24 bc	20.47 ghı	-0.54
Keser	47.72 ab	11.79 lm	-0.75
Karatay 94	26.88 f	17.75 ijk	-0.34
Kalaycı	46.53 ab	22.79 g	-0.51
Beyşehir	42.00 c	32.12 e	-0.24
Ünver	37.67 d	22.02 gh	-0.42
Konevi	31.94 e	18.22 hij	-0.43
Özdemir	24.24 fg	15.04 jkl	-0.38
Ortalama	36.16	18.30	-0.98
V.K.	7.8		
LSD	3.48		

4.1.4. Biyokütle

On üç arpa çeşidinin erken gelişme döneminde kök bölgesi oksijensizliğine toleranslarının araştırıldığı çalışmada, Biyokütle (Bio) ağırlığına ait varyans analizi ve önem seviyeleri Çizelge 4.7'de yer almıştır. Çizelgede görüldüğü gibi, adı geçen özellikte kontrol koşulu ile oksijensizlik uygulaması arasındaki fark, çeşit ve çeşit x

oksijensizlik uygulaması etkileşimi istatistik bakımdan $p < 0,001$ seviyesinde önemli olmuştur.

Çizelge 4.7. Oksijensizliğe tepkilerin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Biyokütle (Bio) miktarına ait ortalama değerler ve lsd karşılaştırma testine göre oluşan gruplar

Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler ort	F değeri	Önem seviyesi
Oksijensizlik Uygulaması (O)	1	3575.37	88.26	***
Çeşit (Ç)	12	13858.08	342.10	***
O*Ç	12	5232.32	129.17	***
Hata	52	40.51		
Toplam	77			

*) $p < 0,05$; **) $p < 0,01$; ***) $p < 0,001$

Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Biyokütle (Bio) miktarına ait ortalama değerler, LSD çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayıları Çizelge 4.8’de yer almıştır.

Çizelge 4.8. Oksijensizliğe tepkilerin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Biyokütle (Bio) miktarına ait ortalama değerler, LSD çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayısı (DK) değerleri (mg/bitki)

Çeşitler	O ₂ (+)	O ₂ (-)	DK (%)
Altıkat	111.0 m	53.9 q	-0.51
Ceruoise	123.0 jkl	110.3 m	-0.10
Escodre	116.9 lm	145.6 ı	0.25
Erginel	170.0 f	125.8 jk	-0.26
Premium	191.6 e	100.2 n	-0.48
Kral 97	145.6 ı	162.0 gh	0.11
Keser	212.1 d	225.4 c	0.06
Karatay 94	120.3 kl	216.9 d	0.80
Kalaycı	211.5 d	271.8 a	0.29
Beyşehir	155.3 h	169.2 fg	0.09
Ünver	234.1 b	128.4 j	-0.45
Konevi	142.2 ı	79.3 p	-0.44
Özdemir	91.3 o	60.1 q	-0.34
Ortalama	155.8	142.2	-0.10
V.K.	4.27		
LSD	7.4		

Biyokütle ortalama değeri kontrol koşulunda 155.8 mg/bitki olmuşken, oksijensiz koşulda 142.2 mg/bitki düzeyinde gerçekleşmiştir. Yirmi bir günlük oksijensizlik uygulaması biyokütlede kontrol koşullarına göre 13.6 mg/bitki (% 8.7) düzeyinde

azalmaya neden olurken, bu azalış istatistik bakımdan önemli düzeyde gerçekleşmiştir (Çizelge 4.8). Kontrol koşullarında çeşitler arasında Biyokütle farklı düzeylerde gerçekleşmiş olup, en yüksek değer Ünver (234.1 mg/bitki)'da ölçülmüşken, onu sırasıyla Keser (212.1 mg/bitki) ile Kalaycı (211.5 mg/bitki) çeşitleri izlemiştir. En düşük biyokütle değeri ise Özdemir çeşidinde (91,3 mg/bitki) kaydedilmiştir. Oksijensizlik uygulaması, çalışmada yer alan on üç çeşitten yedisinde biyokütle ağırlığında farklı düzeylerde azalmaya neden olmuştur. En fazla azalma % 51 ile Altıkat çeşidinde meydana gelmiş, onu Premium (% 48), Ünver (% 45), Konevi (% 44)ve Özdemir (% 34) takip etmiştir. Buna karşın altı adet çeşitte ise oksijensizlik uygulaması biyokütlerde artışa neden olmuştur. Artışın en yüksek (% 80) gerçekleştiği çeşit Karatay 94 olmuşken, Keser ise en az artışın (% 0.06) meydana geldiği genotip olarak kaydedilmiştir.

4.1.5. SPAD Değeri

On üç arpa çeşidinin erken gelişme döneminde kök bölgesi oksijensizliğine toleranslarının araştırıldığı çalışmada, SPAD değerine ait varyans analizi ve önem sevipleri Çizelge 4.9'de yer almıştır.

Çizelge 4.9. Oksijensizliğe tepkilerin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde SPAD değerlerine ait varyans analiz sonuçları ve önem seviyeleri

Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler ort	F değeri	Önem seviyesi
Oksijensizlik Uygulaması (O)	1	1533.047	5323.315	***
Çeşit (Ç)	12	39.170	136.014	***
O*Ç	12	93.456	324.514	***
Hata	52	2.880		
Toplam	77			

*) $p < 0,05$; **) $p < 0,01$; ***) $p < 0,001$

Çizelgede görüldüğü gibi, adı geçen özellikte gerek kontrol koşulu ile oksijensizlik uygulaması arasındaki fark, gerek çeşit ve gerekse çeşit x oksijensizlik uygulaması etkileşimi istatistik bakımdan $p < 0,001$ düzeyinde önemli olmuştur.

Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde SPAD değerlerine ait ortalamalar, LSD çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayıları Çizelge 4.10'da yer almıştır. SPAD genel değeri kontrol koşullarında 38,95 olurken, oksijensiz koşullarda 30,08 düzeyinde gerçekleşmiştir. Yirmi bir günlük oksijensizlik

uygulaması SPAD değerinde kontrol koşullarına göre 8,87 (% 29) azalmaya neden olurken, bu azalış istatistik bakımdan önemli düzeyde gerçekleşmiştir. Bu sonuç; su baskını stresinin yaprak pigment içeriği üzerine olumsuz etki ettiği ve bunun sonucunda yapraklarda pigment kayıplarının meydana geldiğini göstermiştir.

Oksijensizlik uygulaması SPAD değerlerinde çeşitlerin on birinde azalmaya neden olmuş, birinde (Altıkat) önemli düzeyde değişiklik olmamış, bir çeşitte ise istatistik bakımdan önemli artış (% 16) meydana gelmiştir. Azalış en fazla Ünver (% 44) ve Escodre (% 44) çeşitlerinde olmuştur. Artışın meydana geldiği yegane çeşit ise Özdemir olmuştur.

Çizelge 4.10. Oksijensizliğe tepkilerin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde SPAD değerlerine ait ortalamalar, LSD çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayıları (DK) değerleri

Çeşitler	O ₂ (+)	O ₂ (-)	DK (%)
Altıkat	28,80 ijk	29,03 ijk	0,01
Ceruoise	34,97 fg	29,83 ij	-0,15
Escodre	43,07 b	23,93 l	-0,44
Erginel	38,03 def	33,77 gh	-0,11
Premium	43,73 b	28,20 ijk	-0,36
Kral 97	38,33 de	25,93 kl	-0,32
Keser	43,23 b	26,53 kl	-0,39
Karatay 94	37,33 def	33,43 gh	-0,10
Kalaycı	42,43 bc	31,10 hı	-0,27
Beyşehir	39,80 cd	34,97 fg	-0,12
Ünver	49,23 a	27,70 jk	-0,44
Konevi	36,27 efg	30,70 hıj	-0,15
Özdemir	31,13 hı	35,97 efg	0,16
Ortalama	38,95	30,08	-0,29
V.K.	4,92		
LSD	2,78		

4.2. Yaprak Düzeyinde İncelenen Özellikler

On üç arpa çeşidinin kök bölgesi oksijensizliğine toleranslarının araştırıldığı çalışmada, erken gelişme döneminde (kardeşlenme) yaprak su durumu ayrı ayrı tespit edilmiş olup, bu dönemdeki Yaprak Su İçeriği (YSİ), Yaprak Oransal Su İçeriği (YOSİ), Yaprak Spesifik Ağırlığı (YSA), Yaprak Kuru Madde Miktarı (YKM) ve Spesifik Yaprak alanı (YSA) gibi özellikler ile ilgili bulgular aşağıda yer almıştır.

4.2.1. Yaprak Su İçeriği (%)

On üç arpa çeşidinin erken gelişme döneminde kök bölgesi oksijensizliğine toleranslarının araştırıldığı çalışmada, Yaprak su içeriği (YSİ) değerine ait varyans analizi ve önem seviyeleri Çizelge 4.11’de yer almıştır. Çizelgede görüldüğü gibi, adı geçen özellikte gerek kontrol koşulu ile oksijensizlik uygulaması arasındaki fark, gerek çeşit ve gerekse çeşit x oksijensizlik uygulaması etkileşimi istatistik bakımından $p < 0,001$ düzeyinde önemli olmuştur.

Çizelge 4.11. Oksijensizliğe tepkilerin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Yaprak su içeriği (YSİ)’e ait ortalama değerler ve LSD çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar

Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler ort	F değeri	Önem seviyesi
Oksijen Uygulaması (O)	1	271636.013	2366.115	***
Çeşit (Ç)	12	575424.333	417.691	***
O*Ç	12	209883.154	152.351	***
Hata	52	59697.333		
Toplam	77			

*) $p < 0,05$; **) $p < 0,01$; ***) $p < 0,001$

Çizelge 4.12. Oksijensizliğe tepkilerin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Yaprak Su İçeriği (YSİ)’ne ait ortalama değerler, LSD çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayıları (DK) değerleri (%)

Çeşitler	O ₂ (+)	O ₂ (-)	DK (%)
Altıkat	707	768	0,09
Ceruoise	838	656	-0,22
Escodre	720	530	-0,26
Erginel	739	676	-0,09
Premium	676	539	-0,20
Kral 97	665	530	-0,20
Keser	477	449	-0,06
Karatay 94	619	286	-0,54
Kalaycı	661	495	-0,25
Beyşehir	714	539	-0,24
Ünver	559	624	0,12
Konevi	716	621	-0,13
Özdemir	687	529	-0,23
Ortalama	675	557	-0,21
V.K.	5,5		
LSD			

Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde YSİ değerlerine ait ortalamalar, LSD çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayıları Çizelge 4.12’de yer almıştır. YSİ değerleri kontrol koşullarında 13 çeşidin ortalaması % 675 şeklinde gerçekleşmişken, oksijensiz koşullarda % 557 düzeyinde tespit edilmiştir. Bu fark istatistik olarak önemli olmuştur.

Oksijensizlik uygulaması tüm çeşitlerde ortalama % 21’lik azalmaya neden olmuştur. Çeşit bazında olay incelendiğinde; 13 çeşitten 8’inde azalma genel ortalamadan daha az gerçekleşmişken, 5 çeşitte ise genel ortalamanın üzerinde ölçülmüştür. Oksijensizlik uygulaması on üç çeşidin sadece ikisinde YSİ değerlerinde muhtelif oranlarda artışa neden olmuşken, on bir çeşitte farklı oranlarda azlıklar tespit edilmiştir. En fazla azalma % 54 ile Karatay 94 çeşidinde gerçekleşmiş, onu % 26 ile Escodre çeşidi izlemiştir. Bu iki çeşidin dışında Kalaycı (% 25), Beyşehir (% 24) ve Cervoise (% 22)’da önemli oranlarda azalma meydana gelmişken, en az azalma (% 9) Erginel çeşidinde saptanmıştır. Kontrol koşullarına göre oksijensizlik uygulamasında YSİ değerlerinde en fazla artış % 12 ile Ünver çeşidinde olmuştur. Altıkat çeşidi ise % 9 ile artışın olduğu ikinci çeşit olmuştur.

4.2.2. Yaprak Oransal Su İçeriği

On üç arpa çeşidinin erken gelişme döneminde kök bölgesi oksijensizliğine toleranslarının araştırıldığı çalışmada, Yaprak oransal su içeriği YOSİ değerine ait varyans analizi ve önem seviyeleri Çizelge 4.13’de yer almıştır. Çizelgede görüldüğü gibi, adı geçen özellikte gerek kontrol koşulu ile oksijensizlik uygulaması arasındaki fark, gerek çeşit ve gerekse çeşit x oksijensizlik uygulaması etkileşimi istatistik bakımdan $p < 0,001$ düzeyinde önemli olmuştur.

Çizelge 4.13. Oksijensizliğe tepkilerin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde yaprak oransal su içeriği (YOSİ)’e ait varyans analiz sonuçları ve önem seviyeleri

Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler ort	F değeri	Önem seviyesi
Oksijensizlik Uygulaması (O)	1	762.031	475.257	***
Çeşit (Ç)	12	274.577	171.246	***
O*Ç	12	284.111	177.192	***
Hata	52	16.034		
Toplam	77			

*) $p < 0,05$; **) $p < 0,01$; ***) $p < 0,001$

Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde YOSİ değerlerine ait ortalamalar, LSD çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayıları Çizelge 4.14’de yer almıştır. YOSİ değerleri kontrol koşullarında % 81,5 olarak gerçekleşirken, oksijensiz koşullarda % 75,3 düzeyinde saptanmıştır. Meydana gelen bu fark istatistik açıdan önemli olmuştur (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Oksijensizliğe tepkilerin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Yaprak oransal su içeriği (YOSİ)’ne ait ortalama değerler, LSD çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayıları (DK) değerleri (%)

Çeşitler	O ₂ (+)	O ₂ (-)	DK (%)
Altıkat	62,0 h	67,2 h	0,08
Ceruoise	76,9 ef	75,4 efg	-0,02
Escodre	77,0 ef	66,6 h	-0,14
Erginel	88,5 abc	66,5 h	-0,25
Premium	90,7 a	69,0 gh	-0,24
Kral 97	74,5 fg	74,9 efg	0,00
Keser	87,3 abc	82,3 bcde	-0,06
Karatay 94	86,0 abcd	53,6 ı	-0,38
Kalaycı	87,6 abc	74,5 fg	-0,15
Beyşehir	86,2 abcd	87,3 abc	0,01
Ünver	89,1 ab	81,2 cdef	-0,09
Konevi	79,5 def	89,1 ab	0,12
Özdemir	74,8 efg	91,5 a	0,22
Ortalama	81,5	75,3	-0,08
V.K.	5,11		
LSD	6,56		

Çeşit ortalamalarına bakıldığında kontrol koşullarında en yüksek değer (% 90,7) Premium çeşidinde ölçüldüğü, onu Ünver (% 89,1), Erginel (% 88,5) ve Keser (% 87,3) çeşitlerinin izlediği görülmektedir. En düşük değere ise Kral 97 (% 74,5) ve Altıkat (% 62) çeşitlerinin sahip olduğu, görülmektedir.

Oksijensizlik uygulaması sonucunda çalışmada yer alan on üç çeşitten sadece dördünde kontrol koşulları değerlerine göre belli oranlarda artış meydana gelmişken, bir çeşitte (Kral 97) her hangi bir değişiklik olmamış, geriye kalan çeşitlerde ise farklı oranlarda azalış tespit edilmiştir. Azalmanın en fazla meydana geldiği çeşit % 38 ile Karatay 94 olmuş, onu % 25 ile Erginel, % 24 ile Premium ve % 15 ile Kalaycı izlemiştir. Muhtelif oranlarda artışın gerçekleştiği çeşitler arasında en fazla artış Özdemir (% 22)’de meydana gelirken, Konevi çeşidi (% 12) onu takip etmiştir.

4.2.3. Yaprak Spesifik Ağırlığı

On üç arpa çeşidinin erken gelişme döneminde kök bölgesi oksijensizliğine toleranslarının araştırıldığı çalışmada, YSA değerine ait varyans analizi ve önem seviyeleri Çizelge 4.15’de yer almıştır. Çizelgede görüldüğü gibi, adı geçen özellikte gerek kontrol koşulu ile oksijensizlik uygulaması arasındaki fark, gerek çeşit ve gerekse çeşit x oksijensizlik uygulaması etkileşimi istatistik bakımından $p < 0,001$ düzeyinde önemli olmuştur.

Çizelge 4.15. Oksijensizliğe tepkilerin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde yaprak spesifik ağırlığı (YSA)’e ait varyans analiz sonuçları ve önem seviyeleri

Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler ort	F değeri	Önem seviyesi
Oksijensizlik Uygulaması (O)	1	127.949	178.164	***
Çeşit (Ç)	12	156.208	217.513	***
O*Ç	12	140.746	195.983	***
Hata	52	7.182		
Toplam	77			

*) $p < 0,05$; **) $p < 0,01$; ***) $p < 0,001$

Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde YSA değerlerine ait ortalamalar, LSD çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayıları Çizelge 4.16’da yer almıştır. YSA değerleri kontrol koşullarında $38,86 \text{ g/m}^2$ düzeyinde gerçekleşmişken, oksijensizlik uygulamasında $36,29 \text{ g/m}^2$ şeklinde tespit edilmiştir. Bu fark istatistik olarak önemli olmuştur (Çizelge 4.16).

Kontrol koşullarında çeşitler arasında YSA değerleri bakımından oldukça farklı değerler ölçülmüş olup, en yüksek değer $53,81 \text{ g/m}^2$ ile Keser’den elde edilirken, Karatay 94 ($46,73 \text{ g/m}^2$) ve Özdemir ($42,88 \text{ g/m}^2$) bu çeşidi izlemiştir. En düşük değerler ise Altıkat ($23,58 \text{ g/m}^2$)’da belirlenmiş, onu Konevi çeşidi ($28,07 \text{ g/m}^2$) çeşidi izlemiştir.

Uygulanan stres sonrası YSA değerleri, Konevi (% 42), Altıkat (% 27), Premium (% 24), Ünver (% 10), Beyşehir (% 7) ve Escodre (% 3) dışındakilerde, kontrole göre farklı oranlarda azalış göstermiştir. Keser (% 43), Özdemir (% 28), Kalaycı (% 22), Kral 97 (% 19), Cervoise (% 18), Karatay 94 (% 18) ve Erginel (% 7) azalmıştır. Bu durum; bir yandan uygulanan stres ile çeşitlerin tek yaprak alanda (gelişimini yeni tamamlamış yaprak) ortalama % $36,29$ ’lük azalmanın meydana gelmiş olması (tek

yaprak alanı değerlerine tezde yer verilmemiştir), diğer yandan da YKM miktarında belli oranda artışın gerçekleşmesinden kaynaklanmıştır.

Çizelge 4.16. Oksijensizliğe tepkilerin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Yaprak spesifik ağırlığı (YSA)'na ait ortalama değerler, LSD çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayıları (DK) değerleri (g/m²)

Çeşitler	O ₂ (+)	O ₂ (-)	DK (%)
Altıkat	23,58 n	29,84 lm	0,27
Ceruoise	34,12 ijkl	28,00 mn	-0,18
Escodre	42,32 bcdef	43,41 bcde	0,03
Erginel	37,87 fghij	35,34 hijk	-0,07
Premium	37,04 ghij	46,00 bc	0,24
Kral 97	41,20 cdefg	33,31 jkl	-0,19
Keser	53,81 a	30,63 klm	-0,43
Karatay 94	46,73 b	38,49 efghı	-0,18
Kalaycı	38,13 fghij	29,90 lm	-0,22
Beyşehir	41,56 cdefg	44,40 bcde	0,07
Ünver	37,85 fghij	41,74 bcdefg	0,10
Konevi	28,07 mn	40,00 defgh	0,42
Özdemir	42,88 bcdef	30,70 klm	-0,28
Ortalama	38,86	36,29	-0,07
V.K.	7,13		
LSD	4,39		

4.1.1. Yaprak Kurumadde Miktarı

On üç arpa çeşidinin erken gelişme döneminde kök bölgesi oksijensizliğine toleranslarının araştırıldığı çalışmada, yaprak kuru madde miktarı (YKM) değerine ait varyans analizi ve önem seviyeleri Çizelge 4.17'de yer almıştır. Çizelgede görüldüğü gibi, adı geçen özellikte gerek kontrol koşulu ile oksijensizlik uygulaması arasındaki fark, gerek çeşit ve gerekse çeşit x oksijensizlik uygulaması etkileşimi istatistik bakımından $p < 0,001$ düzeyinde önemli olmuştur.

Çizelge 4.17. Oksijensizliğe tepkilerin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde yaprak kuru madde miktarı (YKM)'na ait varyans analiz sonuçları ve önem seviyeleri

Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler ort	F değeri	Önem seviyesi
Oksijensizlik Uygulaması (O)	1	14.188.513	1.930.410	***
Çeşit (Ç)	12	3.554.267	483.574	***
O*Ç	12	1.939.652	263.898	***
Hata	52	73.500		
Toplam	77			

*) $p < 0,05$; **) $p < 0,01$; ***) $p < 0,001$

Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde YKM değerlerine ait ortalamalar, LSD çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayıları Çizelge 4.18’de yer almıştır. YKM değerleri kontrol koşullarında 131 mg/g olurken, oksijensiz koşullarda 158 mg/g düzeyinde gerçekleşmiştir. Yirmi bir günlük oksijensizlik uygulaması YKM’nda kontrol koşullarına göre 27 mg/g artışa neden olurken, bu artış istatistik bakımdan önemli düzeyde gerçekleşmiştir.

Kontrol koşullarında çeşitlere ait YKM değeri 177 mg/g ile 107 mg/g arasında dağılım göstermiş olup, en yüksek değer Keser (177 mg/g), en düşük değer Cervoise (107 mg/g) çeşitlerinde ölçülmüştür. Ünver (151 mg/g) ve Karatay 94 çeşidi (140 mg/g) yüksek değerle Keser çeşidini takip ederken, Erginel (119 mg/g) ve Escodre (122 mg/g) çeşitleri de düşük değerleri ile Cervoise’i takip etmişlerdir. Oksijensizlik uygulaması sonucunda sadece iki çeşitte kuru madde değerlerinde azalma meydana gelmiştir. Ünver çeşidi % 9 ile en fazla azalışın meydana geldiği çeşit olmuş, onu % 6 ile Altıkat çeşidi takip etmiştir. Diğer yandan, Karatay 94 çeşidinde % 94’lük kuru madde artışı meydana gelmiş, onu % 37 ile Kalaycı, %27 ile Beyşehir, %25 ile Ceruoise ve % 24 ie Özdemir takip etmiştir.

Çizelge 4.18. Oksijensizliğe tepkilerin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Yaprak kuru madde miktarı (YKM)’na ait ortalama değerler, LSD çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayıları (DK) değerleri (mg/g)

Çeşitler	O ₂ (+)	O ₂ (-)	DK (%)
Altıkat	124 hijk	116 kl	-0,06
Ceruoise	107 l	134 ghij	0,25
Escodre	122 ikl	143 efg	0,17
Erginel	119 jkl	129 ghijk	0,08
Premium	129 ghijk	157 cde	0,22
Kral 97	131 ghijk	152 def	0,16
Keser	177 b	182 b	0,03
Karatay 94	140 fgh	274 a	0,96
Kalaycı	123 ijk	169 bc	0,37
Beyşehir	123 ijk	157 cde	0,27
Ünver	151 def	138 fghı	-0,09
Konevi	123 ijk	138 fghı	0,13
Özdemir	128 ghijk	159 cd	0,24
Ortalama	131	158	0,17
V.K.	5,95		
LSD	14,05		

4.2.5. Spesifik Yaprak Alanı

On üç arpa çeşidinin erken gelişme döneminde kök bölgesi oksijensizliğine toleranslarının araştırıldığı çalışmada, spesifik yaprak alanı (SYA) değerine ait varyans analizi ve önem seviyeleri Çizelge 4.19’de yer almıştır. Çizelgede görüldüğü gibi, adı geçen özellikte gerek kontrol koşulu ile oksijensizlik uygulaması arasındaki fark, gerek çeşit ve gerekse çeşit x oksijensizlik uygulaması etkileşimi istatistik bakımından $p < 0,001$ düzeyinde önemli olmuştur.

Çizelge 4.19. Oksijensizliğe tepkilerin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Spesifik yaprak alanı (SYA)’na ait varyans analiz sonuçları ve önem seviyeleri

Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler ort	F değeri	Önem seviyesi
Oksijensizlik Uygulaması (O)	1	323.300	590.033	***
Çeşit (Ç)	12	55.395	101.098	***
O*Ç	12	113.829	207.742	***
Hata	52	5.479		
Toplam	77			

*) $p < 0,05$; **) $p < 0,01$; ***) $p < 0,001$

Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde SYA değerlerine ait ortalamalar, LSD çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayıları Çizelge 4.20’de yer almıştır.

Çizelge 4.20. Oksijensizliğe tepkilerin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Spesifik yaprak alanı (SYA)’na ait ortalama değerler, LSD çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayısı (DK) değerleri (m^2/kg)

Çeşitler	O ₂ (+)	O ₂ (-)	DK (%)
Altıkat	18,9 ghı	26,2 de	0,38
Ceruoise	33,4 ab	19,3 ghı	-0,42
Escodre	25,8 de	22,5 efgh	-0,13
Erginel	31,0 abc	25,7 de	-0,17
Premium	28,5 cd	31,7 abc	0,11
Kral 97	27,8 cd	21,0 fghı	-0,24
Keser	30,9 abc	16,8 ij	-0,46
Karatay 94	31,9 abc	13,3 j	-0,58
Kalaycı	28,7 cd	18,3 hı	-0,36
Beyşehir	34,4 a	28,9 cd	-0,16
Ünver	25,1 def	29,1 bcd	0,16
Konevi	22,8 efg	31,4 abc	0,38
Özdemir	28,7 cd	30,9 abc	0,08
Ortalama	28,3	24,2	-0,17
V.K.	8,91		
LSD	3,84		

SYA değerleri kontrol koşullarında 28,3 m²/kg olurken, oksijensiz koşullarda 24,2 m²/kg düzeyinde gerçekleşmiştir. Yirmi bir günlük oksijensizlik uygulaması SYA’nda kontrol koşullarına göre 0,17 m²/kg artışa neden olurken, bu artış istatistik bakımdan önemli düzeyde gerçekleşmiştir. Kontrol koşullarında SYA değerlerine baktığımızda en fazla Beyşehir (34.4 m²/kg) eşidinde ölçülmüştür. Cervoise (33.4 m²/kg), Karatay 94 (31.9 m²/kg), Ergine (31.0 m²/kg), Keser (30.9 m²/kg) eşitleri Beyşehir çeşidini takip etmiştir. Oksijensizlik uygulamasında Altıkata ve Konevi % 38 ile en fazla artışın olduğu çeşitlerdir. Bu eşitleri nver % 16, Premium % 11, ve zdemir % 8’lik oranlarla izlemiştir. % 58 ile Karatay 94, % 46 ile Keser ve % 42 ile Cervoise eşitleri en fazla azalışın olduğu çeşitlerdir. Diğer eşitlerdeki azalışlar ise sırasıyla Klaycı % 36, Kral 97 % 24, Erginel % 17, Beyşehir % 16, Escodre % 13 şeklinde gerçekleşmiştir.

4.2.6. Yaprak Klorofil İçeriği

On üç arpa çeşidinin erken gelişme döneminde (kardeşlenme) kök bölgesi oksijensizliğine toleranslarının araştırıldığı çalışmada, gelişimini en son tamamlamış yapraktaki Klorofil_(a) (Kl_a), Klorofil_(b) (Kl_b), Klorofil_(a+b) (Kl_{a+b}) ve Karotenoid içeriği (Kr)’ne ait varyans analizi (kareler ortalaması) ve önem seveleri izelge 4.16’da yer almaktadır. Çizelgede görüldüğü gibi, adı geçen özelliklerde gerek oksijensizlik uygulaması, gerek çeşit ve gerekse bu iki özelliğin etkileşimi (interaksiyon) istatistik bakımdan önemli olmuştur.

4.2.6.1. Klorofil_(a) İçeriği

On üç arpa çeşidinin erken gelişme döneminde kök bölgesi oksijensizliğine toleranslarının araştırıldığı çalışmada, Klorofil_(a) (Kl_a) değerine ait varyans analizi ve önem seveleri izelge 4.21’de yer almıştır. Çizelgeden izlendiği gibi, adı geçen özellikte gerek kontrol koşulu ile oksijensizlik uygulaması arasındaki fark, gerek çeşit ve gerekse çeşit x oksijensizlik uygulaması etkileşimi istatistik bakımdan $p < 0,001$ düzeyinde önemli olmuştur.

Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa eşitlerinde Kl_a değerlerine ait ortalamalar, LSD oklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayıları izelge 4.22’de yer almıştır. Çizelgeden izlendiği gibi, on üç çeşidin kontrol koşullarındaki Kl_a ortalama değerleri 2,58 mg/m² şeklinde gerçekleşmişken, oksijensiz

koşullarda 14 mg/m² 'lık azalma ile 2,44 mg/m² şeklinde tespit edilmiştir. Meydana gelen bu fark istatistik olarak önemli olmuştur.

Çizelge 4.21. Oksijensizliğe tepkilerin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Klorofil_(a) içeriği (Kl_a)'ya ait varyans analiz sonuçları ve önem seviyeleri

Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler ort	F değeri	Önem seviyesi
Oksijensizlik Uygulaması (O)	1	0.365	155.294	***
Çeşit (Ç)	12	1.452	617.597	***
O*Ç	12	1.256	534.031	***
Hata	52	0.024		
Toplam	77			

*) p < 0,05 ; **) p < 0,01 ; ***) p < 0,001

Çeşit ortalamaları ele alındığında, en yüksek değer Konevi ve Karatay 94 çeşitlerinden elde edildiği, onları sırasıyla Altıkat, Keser, Kral 97 ve Beyşehir'in izlediği, en düşük değerin ise Cervoise çeşidinde ölçüldüğü görülmektedir (Çizelge 4.22.).

Çizelge 4.22. Oksijensizliğe tepkilerin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Klorofil_(a) (Kl_a)'na ait ortalama değerler, LSD çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayısı (DK) değerleri (mg/m²)

Çeşitler	O ₂ (+)	O ₂ (-)	DK (%)
Altıkat	2,733 cd	0,827 m	-0,70
Ceruoise	1,985 jk	1,844 kl	-0,07
Escodre	2,275 ghı	2,011 ıjk	-0,12
Erginel	2,265 ghıj	1,814 kl	-0,20
Premium	2,515 defg	1,617 l	-0,36
Kral 97	2,614 def	3,287 b	0,26
Keser	2,628 def	3,389 b	0,29
Karatay 94	2,773 cd	2,086 hıjk	-0,25
Kalaycı	3,407 b	2,038 ıjk	-0,40
Beyşehir	2,625 def	3,885 a	0,48
Ünver	2,406 efg	2,692 de	0,12
Konevi	2,977 c	3,288 b	0,10
Özdemir	2,350 fgh	2,995 c	0,27
Ortalama	2,581	2,444	-0,06
V.K.	6,1		
LSD	0,254		

Yirmi bir günlük oksijensizlik stresi sonrasında çeşitlerin bu strese tepkileri farklı şekillerde gerçekleşmiş olup, çalışmada yer alan çeşitlerden yedisinde Kl_a miktarı farklı oranlarda azalırken, diğer altı adet çeşitte ise yine farklı oranlarda da olsa artış şeklinde

olmuştur. En fazla azalma Altıkat çeşidinde gözlenmiş, onu Kalaycı ve Premium çeşitleri izlemiştir. En yüksek artış oranı ise Beyşehir çeşidinde tespit edilmiş, onu Keser ve Özdemir çeşitleri takip etmiştir (Çizelge 4.22.).

4.2.6.2. Klorofil_(b) İçeriği

On üç arpa çeşidinin erken gelişme döneminde kök bölgesi oksijensizliğine toleranslarının araştırıldığı çalışmada, Klorofil_(b) (Kl_b) değerine ait varyans analizi ve önem seviyeleri Çizelge 4.23’de yer almıştır. Çizelgede görüldüğü gibi, adı geçen özellikte gerek kontrol koşulu ile oksijensizlik uygulaması arasındaki fark, gerek çeşit ve gerekse çeşit x oksijensizlik uygulaması etkileşimi istatistik bakımdan $p < 0,001$ düzeyinde önemli olmuştur.

Çizelge 4.23. Oksijensizliğe tepkilerin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Klorofil_(b) içeriği (Kl_b)’ne ait varyans analiz sonuçları ve önem seviyeleri

Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler ort	F değeri	Önem seviyesi
Oksijensizlik Uygulaması (O)	1	3.145	1.983.200	***
Çeşit (Ç)	12	0.405	255.602	***
O*Ç	12	0.441	277.967	***
Hata	52	0.016		
Toplam	77			

*) $p < 0,05$; **) $p < 0,01$; ***) $p < 0,001$

Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Kl_b değerlerine ait ortalamalar, LSD çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayıları Çizelge 4.24’de yer almıştır.

Çizelgeden izlendiği gibi, on üç çeşidin kontrol koşullarındaki Kl_b ortalama değerleri 1,77 mg/m² şeklinde gerçekleşmişken, oksijensiz koşullarda 1,36 mg/m² şeklinde gerçekleşerek kontrol koşullarına göre 0,41 mg/m² ‘lik azalma meydana gelmiştir. Meydana gelen bu fark istatistik olarak önemli olmuştur. Çeşit ortalama değerleri incelendiğinde, en yüksek ve en düşük değerler Konevi (2.45 mg/m²) ve Premium (1.35 mg/m²) çeşitlerinde saptanmıştır.

Stres durumunda oransal olarak en fazla Kl_b azalması Altıkat (% 74) çeşidinde ölçülmüşken, onu Kalaycı, Karatay 94 ve Konevi çeşitleri izlemiştir. En fazla Kl_b oransal artışı ise yalnızca Beyşehir çeşidinde olmuştur. Diğer yandan, Özdemir çeşidinde herhangi bir artış veya azalış kaydedilmemiştir.

Çizelge 4.24. Oksijensizliğe tepkilerin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Klorofil_(b) (Kl_b)'ye ait ortalama değerler, LSD çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayısı (DK) değerleri (mg/m²)

Çeşitler	O ₂ (+)	O ₂ (-)	DK (%)
Altıkat	2,20 b	0,57 m	-0,74
Ceruoise	1,54 efghı	1,41 ghı	-0,08
Escodre	1,65 defg	1,58 efgh	-0,05
Erginel	1,52 efghı	1,37 hı	-0,10
Premium	1,35 hı	1,13 jk	-0,17
Kral 97	1,51 fghı	1,32 ij	-0,12
Keser	1,70 def	1,44 ghı	-0,15
Karatay 94	1,75 de	0,82 l	-0,53
Kalaycı	2,02 bc	0,92 kl	-0,54
Beyşehir	1,83 cd	2,21 b	0,21
Ünver	1,87 cd	1,64 defg	-0,12
Konevi	2,45 a	1,76 de	-0,28
Özdemir	1,58 efgh	1,58 efgh	0,00
Ortalama	1,77	1,36	-0,29
V.K.	8,04		
LSD	0,207		

4.2.6.3. Klorofil_(a+b) İçeriği

On üç arpa çeşidinin erken gelişme döneminde kök bölgesi oksijensizliğine toleranslarının araştırıldığı çalışmada, Klorofil_(a+b) (Kl_{a+b}) değerine ait varyans analizi ve önem sevipleri Çizelge 4.25'de yer almıştır. Çizelgede görüldüğü gibi, adı geçen özellikte gerek kontrol koşulu ile oksijensizlik uygulaması arasındaki fark, gerek çeşit ve gerekse çeşit x oksijensizlik uygulaması etkileşimi istatistik bakımdan $p < 0,001$ düzeyinde önemli olmuştur.

Çizelge 4.25. Oksijensizliğe tepkilerin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Klorofil_(a+b) içeriği (Kl_{a+b})'ye ait varyans analiz sonuçları ve önem seviyeleri

Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler ort	F değeri	Önem seviyesi
Oksijen Uygulaması (O)	1	3.698	3.698	***
Çeşit (Ç)	12	35.554	2.963	***
O*Ç	12	29.991	2.499	***
Hata	52	2.545	0.049	
Toplam	77			

*) $p < 0,05$; **) $p < 0,01$; ***) $p < 0,001$

Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Kl_{a+b} değerlerine ait ortalamalar, LSD çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayıları Çizelge 4.26’da yer almıştır. Çizelgeden izlendiği gibi, on üç çeşidin ortalama değerleri incelendiğinde Kl_{a+b} değerleri, gerek Kl_a ve gerekse Kl_b değerlerine benzer durum arz etmekte olup, burada da en yüksek Kl_{a+b} değeri Kalaycı en düşük değer ise Cervoise çeşidinden elde edilmiştir.

Oksijensizlik uygulamasının meydana getirdiği stres koşullarında çeşitlerdeki Kl_{a+b} ’deki değişim Kl_a ve Kl_b ’deki değişime benzer gerçekleşmiş, en yüksek azalma oranı Altıkat, en düşük artış oranı da Kral 97’de ölçülmüştür. Çeşitlerin yapraklarındaki $Kl_{(a)}$ ve $Kl_{(b)}$ miktarları birbirine benzer değişim gösterdiğinden, aynı değişim eğilimi $Kl_{(a+b)}$ ’de de ortaya çıkmıştır.

Çizelge 4.26. Oksijensizliğe tepkilerin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Klorofil_(a+b)’ye ait ortalama değerler, LSD çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayısı (DK) değerleri (mg/m²)

Çeşitler	O ₂ (+)	O ₂ (-)	DK (%)
Altıkat	4,51	1,29	-0,71
Ceruoise	3,23	2,99	-0,07
Escodre	3,46	3,28	-0,05
Erginel	3,51	2,93	-0,17
Premium	3,60	2,54	-0,29
Kral 97	3,84	4,69	0,22
Keser	3,75	4,44	0,18
Karatay 94	4,21	2,66	-0,37
Kalaycı	5,05	2,75	-0,46
Beyşehir	4,70	5,70	0,21
Ünver	3,77	4,23	0,12
Konevi	4,94	4,77	-0,04
Özdemir	3,62	4,26	0,18
Ortalam	4,01	3,58	-0,12
V.K.	5,83		
LSD			

4.2.6.4. Karotenoid İçeriği

On üç arpa çeşidinin erken gelişme döneminde kök bölgesi oksijensizliğine toleranslarının araştırıldığı çalışmada, Karotenoid değerine ait varyans analizi ve önem sevipleri Çizelge 4.27’de yer almıştır. Çizelgede görüldüğü gibi, adı geçen özellikte

gerek kontrol koşulu ile oksijensizlik uygulaması arasındaki fark, gerek çeşit ve gerekse çeşit x oksijensizlik uygulaması etkileşimi istatistik bakımından $p < 0,001$ düzeyinde önemli olmuştur.

Çizelge 4.27. Oksijensizliğe tepkilerin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Karotenoid içeriğine ait varyans analiz sonuçları ve önem seviyeleri

Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler ort	F değeri	Önem seviyesi
Oksijensizlik Uygulaması (O)	1	27.060	3.087.414	***
Çeşit (Ç)	12	2.959	337.558	***
O*Ç	12	2.372	270.630	***
Hata	52	0.088		
Toplam	77			

*) $p < 0,05$; **) $p < 0,01$; ***) $p < 0,001$

On üç çeşidin kontrol koşullarındaki Karotenoid ortalama değerleri $4,61 \text{ mg/m}^2$ şeklinde gerçekleşmişken, oksijensiz koşullarda $1,18 \text{ mg/m}^2$ 'lik azalma ile $3,43 \text{ mg/m}^2$ şeklinde tespit edilmiştir. Meydana gelen bu fark istatistik olarak önemli olmuştur.

Çeşitlerin Klorofil içerikleri $3,48$ ile $6,00 \text{ mg/m}^2$ arasında değişmiş olup, Kalaycı en yüksek değere sahip olurken, bu çeşidi Kral 97 ve Premium çeşitleri izlemiştir. En düşük değer ise Özdemir çeşidinde ölçülmüştür.

Çizelge 4.28. Oksijensizliğe tepkilerin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde Karotenoid içeriği (Karot)'te ait ortalama değerler ve Duncan karşılaştırma testine göre oluşan gruplar ve değişim katsayısı (DK) değerleri

Çeşitler	O ₂ (+)	O ₂ (-)	DK (SSI)
Altıkat	3,78 ijk	1,72 m	-0,54
Ceruoise	4,52 efgh	3,41 k	-0,25
Escodre	4,19 ghı	5,03 cde	0,20
Erginel	4,62 efg	5,22 bcd	0,13
Premium	5,44 bc	4,68 efg	-0,14
Kral 97	5,63 ab	2,61 l	-0,54
Keser	4,64 efg	3,25 k	-0,30
Karatay 94	4,28 ghı	2,22 l	-0,48
Kalaycı	6,00 a	2,52 l	-0,58
Beyşehir	4,89 def	4,46 fgh	-0,09
Ünver	4,46 fgh	3,25 k	-0,27
Konevi	4,02 hij	3,64 jk	-0,10
Özdemir	3,48 k	2,65 l	-0,24
Ortalama	4,61	3,43	- 0,34
V.K.	7,36		
LSD	0,49		

Yirmi bir günlük oksijensizlik uygulaması çeşitlerin tamamında (13 çeşit, Çizelge 4.26) az çok Karotenoid içeriğinde azalmaya yol açmıştır. Bu stres sürecinin sonunda çeşitlerde meydana gelen karotenoid değişimi ve oranlarının klorofil değişimi ve oranı ile benzerlik arz etmemiş olması, bu iki özelliğin stres etmeninden birbirlerinden bağımsız etkilendiklerini göstermesi bakımından ilginç olmuştur.

4.2.Özellikler Arası İlişkiler

Yapılan çalışma kapsamında incelenmiş olan özelliklerin kontrol ve su baskını koşullarında ayrı ayrı özellikler arası ilişkileri tespit edilmiştir. Bu bağlamda kontrol koşullarında özellikler arası ilişkilere bakıldığında; bitki yeşil alanı (BYA)'nın yeşil aksam kuru madde miktarı (YaKM), kök kuru madde miktarı (KKM), biokütle (Bio), SPAD, yaprak oransal su içeriği (OSİ) ve karotenoid içeriği ile çok güçlü ($p < 0.001$) olumlu ilişki içinde olduğu tespit edilmişken, yaprak kurumadde miktarı (YKM) ve spesifik yaprak ağırlığı (SYA) ile güçlü ($p < 0.05$) olumlu ilişki saptanmıştır. Diğer yandan, yaprak su içeriği ile ise önemli olumsuz ilişki içinde olduğu görülmüştür (Çizelge 4.29.). Su baskını koşullarında ise BYA'nın başta SPAD değerleri olmak üzere, YOSİ ve SYA ile kontrol koşullarında olan önemli pozitif ilişkisi stress altında önemli negative ilişkiye dönüşmüştür. Ayrıca, BYA'nın kontrol koşullarında başta karotenoid içeriği olmak üzere, YKM ile olan önemli pozitif ilişki ise stress durumunda önemsiz düzeye inmiştir.

Kontrol koşullarında YaKM ile KKA, Bio, SPAD, YOSİ, YKM ve Karotenoid arasında olumlu önemli ilişki tespit edilmişken, YSİ ile olumsuz önemli ilişki olduğu görülmüştür. Su baskını koşulunda ise KKA ile olan önemli olumlu ilişki kaybolmuş, SPAD, YOSİ ve karotenoid ile önemli olmasa da negatife dönmüş, kontrol koşullarında SYA ile negatif ancak önemsiz olan ilişki su baskını koşulunda önemli negatif ilişki düzeyine gelmiştir. (Çizelge 4.30)

Kontrol koşullarında BİO, SPAD, YOSİ, YSA, ve karotenoid ile önemli olumlu ilişki içinde olan KKA'nın bu özelliklerle ilişkisi stress durumunda azalarak önemsiz duruma yükselmiş, kontrol koşullarında olumlu ancak önemsiz ilişkinin belirlendiği yaprak klorofil içeriği ($Kl_{(a)}$, $Kl_{(b)}$, $Kl_{(a+b)}$) ile olan ilişki bu kez olumlu önemli duruma gelmiştir.

Kontrol koşullarında YOSİ, YSA, YKM ve karotenoid ile önemli olumlu, YSİ ile önemli olumsuz ilişkinin saptanmış olduğu SPAD değerinin stres durumunda bahse konu bu özelliklerle önemli bir ilişkisinin olmadığı görülmüştür.

Kontrol koşullarında YOSİ, YSA ve YKM ile önemli olumsuz ilişkinin gözlemlendiği YSİ'nin stress koşullarındaki bu özelliklerle olan ilişkisi benzer özellik göstermiştir.

YOSİ kontrol koşullarında YSA, SYA ve karotenoid ile olumlu önemli ilişki içindeyken, stres koşullarında SYA ile bu ilişki durumunu korumuş, ancak YSA ve karotenoid ile arasında önemli ilişki söz konusu olmamıştır. Diğer yandan, kontrol koşullarında zayıf, dolayısıyla önemsiz ilişkinin olduğu yaprak klorofil ($Kl_{(a)}$, $Kl_{(b)}$, $Kl_{(a+b)}$) değerleri ile stres durumunda güçlü pozitif ilişki saptanmıştır.

Çizelge 4.29.Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde kontrolkoşullarında incelenen özellikler arası ilişkiler ve önem seviyeleri

	BYA	YaKA	KKA	Bio	SPAD	YSİ	YOSİ	YSA	YKM	SYA	Kl _a	Kl _b	Kl _{a+b}
YaKA	0,91 ***												
KKA	0,64 ***	0,52 ***											
Bio	0,93 ***	0,98 ***	0,67 ***										
SPAD	0,79 ***	0,72 ***	0,68 ***	0,77 ***									
YSİ	-0,43 **	-0,54 ***	-0,32 *	-0,54 ***	-0,44 **								
YOSİ	0,77 ***	0,62 ***	0,53 ***	0,65 ***	0,67 ***	-0,35 *							
YSA	0,30	0,13	0,37 *	0,19	0,43 **	-0,54 ***	0,44 **						
YKM	0,37 *	0,46 **	0,28	0,46 **	0,38 *	-0,93 ***	0,29	0,57 ***					
SYA	0,32 *	-0,01	0,31	0,06	0,17	0,09	0,54 ***	0,57 ***	-0,04				
Kl _a	0,12	0,24	0,22	0,26	0,05	-0,25	0,11	-0,07	0,09	-0,18			
Kl _b	-0,17	0,05	-0,22	0,00	-0,21	-0,04	-0,21	-0,48 **	-0,01	-0,42 **	0,61 ***		
Kl _{a+b}	0,00	0,10	0,05	0,09	-0,11	-0,07	0,01	-0,27	-0,05	-0,15	0,84 ***	0,80 ***	
Karot	0,55 ***	0,43 **	0,77 ***	0,54 ***	0,46 **	-0,06	0,41 **	0,19	0,00	0,36 *	0,34 *	-0,19	0,19

*) p < 0,05 ; **) p < 0,01 ; ***) p < 0,001

Çizelge 4.30. Oksijensizliğe tepkilerinin incelendiği bazı arpa çeşitlerinde oksijensiz koşullarında incelenen özellikler arası ilişkiler ve önem sevipleri

	BYA	YaKA	KKA	Bio	SPAD	YSİ	YOSİ	YSA	YKM	SYA	Kl _a	Kl _b	Kl _{a+b}
YaKA	0,80 ***												
KKA	0,46 **	0,21											
Bio	0,82 ***	1,00 ***	0,30										
SPAD	-0,05	-0,10	0,22	-0,08									
YSİ	-0,41 **	-0,66 ***	-0,23	-0,67 ***	-0,08								
YOSİ	-0,07	-0,25	0,26	-0,22	0,18	0,22							
YSA	0,08	-0,12	0,48 **	-0,07	-0,08	-0,16	-0,07						
YKM	0,26	0,59 ***	0,11	0,58 ***	0,22	-0,91 ***	-0,39 *	0,09					
SYA	-0,50 **	-0,76 ***	0,19	-0,72 ***	0,15	0,52 ***	0,50 **	0,44 **	-0,58 ***				
Kl _a	0,18	0,19	0,48 **	0,22	0,12	-0,32 *	0,66 ***	0,17	0,14	0,12			
Kl _b	0,18	-0,15	0,52 ***	-0,10	0,12	0,03	0,65 ***	0,40 *	-0,23	0,42 **	0,76 ***		
Kl _{a+b}	0,16	0,07	0,53 ***	0,11	0,09	-0,20	0,69 ***	0,25	0,00	0,23	0,97 ***	0,86 ***	
Karot	0,30	-0,11	0,24	-0,09	-0,06	0,13	0,01	0,57 ***	-0,29	0,32 *	0,09	0,54 ***	0,22

*) p < 0,05 ; **) p < 0,01 ; ***) p < 0,001

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

13 arpa çeşidinin su kültürü ortamında gelişmenin erken döneminde kök bölgesi oksijensizliği (su baskını) stresine karşı tolerans düzeylerinin araştırıldığı çalışmada önemli sonuçlar elde edilmiştir.

Yaprak su durumu ile ilgili incelenen özelliklerden YSİ ve YSA'nın normal koşullarda (stressiz) verim ve unsurları ile ilişkilerinin olmasına karşın, stres koşullarında bu ilişkinin ortadan kalktığı tespit edilmiştir. Diğer taraftan, YOSİ'nde tersi durum söz konusu olmuştur.

Sonuç olarak; yapılan bu çalışmada, 13 adet arpa çeşidinden altısının (Escodre, Kral 97, Keser, Karatay 94, Kalaycı ve Beyşehir) stres koşullarına rağmen kuru madde üretimine devam ettiği, hatta stresten olumsuz etkilenmekten ziyade stresin bu çeşitler için olumlu yönde uyarıcı etki yaptığı, bunun sonucunda da kontrole göre daha fazla biyomas gerçekleştirdikleri görülmüştür. YSİ, YOSİ ve SYA'da oksijensizlik uygulaması sonucunda en fazla azalışın Karatay 94 çeşidinde olduğu izlenmiştir. Buna karşın başta Altıkat çeşidi olmak üzere, Cervoise, Erginel, Premium, Ünver, Konevi, ve Özdemir çeşitlerin ise strese duyarlı oldukları ve strese bağlı olarak kontrol koşullarına göre %10 ile %51 arasında değişen biyomas azalmaları gösterdikleri belirlenmiştir. Bu çalışma kapsamında incelenen literatür verilerinden de anlaşılabileceği gibi, arpanın da içinde olduğu bir çok bitkide su baskını stresine yönelik erken fide döneminde elde edilen bulgular ile bitkinin gerçek tepkileri arasında yüksek korelasyonun var olduğu tespit edilmiş olmakla birlikte, yine diğer bazı literatürlerde ise su baskını stresine tepkilerin bitkinin gelişme dönemine göre farklılık gösterebildiği ortaya konmuştur. Dolayısıyla, bu çalışma; ilgili çeşitlerin erken gelişme dönemlerinde yürütüldüğünden, bahse konu çeşitlerle ilgili daha sağlıklı bilgilere ulaşmak için tarla koşullarındaki tepkilerinin yanı sıra uygulanan stresin -yetiştiricilikte asıl hedef olan- özellikle dane verimine yansımalarının ne şekilde olduğuna yönelik araştırmaların yapılması doğru yaklaşım olacaktır.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2002. Food and Agriculture Organization of the United nations (FAO). <http://www.fao.org/home/en/> (13.05.2016)
- Anonim, 2012a. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Tescil Edilen Buğday Çeşitleri. <http://www.aari.gov.tr/etae-uretim/bugday.htm> (11.03.2016)
- Anonim, 2012b. Çukurova Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Tescil Edilen Ekmeklik Buğday Çeşitleri <http://www.cukurovataem.gov.tr/?/ekmeklik-bugday> (10.03.2016)
- Anonim, 2012c. Hatay Tarım İl Müdürlüğü, Tabii Afetlerden Zarar Görenlere Ait İl icmal Cetveli.
- Anonim, 2014. USDA 2013 PSD tabloları, <http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdQuery.aspx> (12.05.2016)
- Anonim, 2016 TÜİK., 2016. Tarım İstatistikleri (Tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin alan ve üretim miktarları (Seçilmiş ürünlerde) <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist> (12.05.2016)
- Ahmed, S., Nawata, E., Hosokawa, M., Domae, Y., Sakuratani, T., 2002. Alterations in photosynthesis and some antioxidant enzymatic activities of mungbean subjected to waterlogging. **Plant Science** Volume 163, Issue 1, July 2002, Pages 117–123
- Al Imran Mal K, T Mothy, D., Colmer, Hans Lambers, Timothy, L., 2002. Setter And Marcus Schortemeyer. Short-Term Waterlogging Has Long-Term Effects On The Growth And Physiology Of Wheat. **New Phytologist** 153: 225-236.
- Arnon, D. I., 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in Beta Vulgaris. **Plant Physiology**, 24: 1-15.
- Aydoğan, Ç., Turhan, E., 2012. Su Basması Stresi ve Geri Kazanım Uygulamasının Bazı Taze Fasulye Genotipleri Üzerine Etkileri. GOÜ, **Ziraat Fakültesi Dergisi**, 29(1), 41-51.
- Bao, X.M., 1997. Study on identification stage and index of waterlogging tolerance in various wheat genotypes (Triticum aestivum L.). Acta Agriculturae Shanghai, 13: 32-38.
- Barrett-Lennard, E.G., Leighton, P.D., Buwalda, F., Gibbs, J., Armstrong, W., Thomson, C.J. and Greenway, H., 1988. Effects of growing wheat in hypoxic nutrient solutions and of subsequent transfer to aerated solutions. I. Growth and carbohydrate status of shoots and roots. **Australian Journal of Plant Physiology** 15(4) 585-598.
- Biemelt, S., Keetman U., Albrecht G., 1998. Re-aeration following hypoxia or anoxia leads to activation of the antioxidative defence system in roots of wheat seedlings. **Plant Physiology**. 116, 651-658.
- Blokhina, O. B., Chirkova, T. V., Fagerstedt, V., 2001. Anoxic stress leads to hydrogen peroxide formation in plant cell. **Journal of experimental Botany**, 52, 359, 1179-1190.
- Boru, G., Ginkel, M., Trethowan, R. M., Boersma, L., Kronstad, W. E., 2003. Oxygen use solution by wheat genotypes differing in tolerance to waterlogging. **Euphytica** 132, 151-158.

- Bradford, M., 1976. M.A rapid and sensitive method fort he quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding.**Anal of Biochemistry**, 72: 248-254.
- Cannell, R. Q., Belford, R. K., Gales, K., Dennis, C. W. and Prew, R. D., 1980. Effects Of Waterlogging At Different Stages Of Development On The Growth And Yield Of Winter Wheat. **J. Science of Food and Agriculture**, 31, 117–132.
- Collaku, A. and Harrison, S.A., 2002. Losses İn Wheat Due To Waterlogging. **Crop Science**, 42: 444-450.
- Collaku A. and Harrison, S.A., 2005. Heritability of Waterlogging Tolerance İn Wheat. **Crop Science**, 45: 722-727
- Çakmak, İ. and Marschner, H., 1992. Magnesium defficiency and high-light intensity enhance activities of superoxide dismutase, ascorbate peroxidase and glutathione reductase in bean leaves. **Plant Physiology**, 98: 1222-1227.
- Erayman, M., Atak, M., Sener, O., 2007. Farklı Su Baskını Sürelerinin Bugdayın (T. Aestivum L.) Bazı Morfolojik Özelliklerine Etkileri, Türkiye VII. **Tarla Bitkileri Kongresi, Erzurum-Türkiye, Bildiriler-1**, pp. 289-292.
- Gardner, W. K. and Flood, R. G., 1993. Less Waterlogging Damage With Long Season Wheats. **Cereal Resarch and Communucation**. 21, 337–343.
- Goggian, D. E. and Colmer, T.D., 2007. Wheat genotypes show contrasting abilities to recover from anoxia in spite of similar anoxic carbohydrate metabilism. **Journal of Plant Physiology**. 164. pp: 1605-1611.
- Hodges, D. M., Delong, J. M., Forney, C. F., and Prange, R. K., 1999. Improving the thiobarbituric acid-reactive-substances assay for estimating lipid peroxidation in plant tissues containing anthocyanin and other interfering compounds. **Plantarum** 207: 604-611.
- Huang, B. and Johnson, J.W., 1994. Root respiration and carbohydrate status of two wheat genotypes in response to hypoxia. **Annals of Botany**, 75: 427-432 (1995).
- Kaçar, B., Katkat, A. V., Öztürk, Ş. Bitki Fizyolojisi, **Nobel Yayın Dağıtımçılık, Ankara** pp:525.
- Keleş, Y., Öncel., 2002. I. Response of antioxidative defence system to emperature and water stress combinations in wheat seedlings. **Plant Science** 163 (2002) 783_/790.
- Kocaçalışkan, İ., 2008. Bitki Fizyolojisi, 7. Baskı, **Nobel Yayın Dağıtımçılık, Ankara** pp:316.
- Li, C., Jianga, D., Wollenweber, B., Li, Y., Daia, T. ve Cao, W., 2011. Waterlogging pretreatment during vegetative growth improves tolerance to waterlogging after anthesis in wheat. **Plant Science** 180: 672–678.
- Lobell, D.B., Hammer, G.L., McLean, G., Messina, C., Roberts, M.J., Schlenker, W., 2012. B.D. Lobell, A. Sibley, J.I. Ortiz-Monasterio Extreme heat effects on wheat senescence in **Indian Nature and Climatic Change**, 2 (2012), pp. 186–189.
- Mcfarlane, N.M., Ciavarella, T.A., 2003. The Effects Of Waterlogging On Growth, Photosynthesis And Biomass Allocation İn Perinnal Ryegrass (Lolium Perene L.) Genotypes With Contrasting Root Development. **The Journal of Agricultural Science**, 141(02): 241-248.

- Malik, A I., Timothy D., Colmer., Lambers, H and Schortemeyer, M.,2001. Changes in physiological and morphological traits of roots and shoots of wheat in response to different depths of waterlogging. *Australian Journal of Plant Physiology* 28(11):1121-1131Published: 03
- Malik, A. I., English, J. P., Colmer T. D., 2009. Tolerance of *Hordeum maritimum* accessions to O₂ deficiency, salinity and these stresses combined. *Annals of Botany* 103, 237-248.
- Olgun, M., Kumlay, M., A., Adiguzel, M.C. and Caglar, A., 2008. The effect of waterlogging in wheat (*T. aestivum* L.), *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Plant Soil Science*, 58: 3, 193 - 198.
- Porra, R. J., 2002. The chequered history of the development and use of simultaneous equations for the accurate determination of the chlorophylls a and b. *Photosynthesis Research*, 73:149-156.
- Ricard, B., 2003. Anoxic responses of seedling roots of rice cultivars varying in tolerance to submergence. *Russian Journal of Plant Physiology*, 50, 6, 799-807.
- Schlüter, U. and Crawford, R.M.M., 2001. Long-term anoxia tolerance in leaves of *Acorus calamus* L. and *Iris pseudacorus* L. *Journal of Experimental Botany*, 52: 2213-2225.
- Semenov, M.A. and Shewry, P.R., 2011. M.A. Semenov, P.R. Shewry Modelling Predicts that Heat Stress, not Drought, will Increase Vulnerability of Wheat in Europe. *Scientific Reports* 1, p. 66.
- Sillmann, J. and Roeckner, E., 2008. Indices for Extreme Events in Projections of Anthropogenic Climate Change. *Climatic Change*, pp. 83–104.
- Talbot, R.J., Etherington, J.R. and Bryant, J.A., 1987. Comparative studies of plant growth and distribution in relation to waterlogging: XII. Growth, photosynthetic capacity and metal ion uptake in *Salix Caprea* and *S. Cinerea* ssp. *Oleifolia*. *New Phytology* 105, 563-574.
- Tiryakioğlu, M., Karanlık, S., Soylu, S., 2012. Bazı Ekmeklik Buğday Çesitlerinin oksijensizliğe Tolerans Düzeylerinin Su Kültürü Ortamında Belirlenmesi. *Tübitak Sonuç Raporu*, No: 110O468, S.58.
- Tiryakioğlu ve ark., 2014. Farklı Su Baskını Sürelerinin Ekmeklik Buğday Fidelerinde Yaprak Alanı, Kuru Madde ve Klorofil İçeriğine Etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 1(2): 281–288.
- Tiryakioğlu, M., Karanlık, S., Arslan M., 2015. Response of bread-wheat seedlings to waterlogging stress. *Turk Journal of Agriculture and Forestry*, 39: 807-816
- Tournaire-Roux, C., Sutka, M., Javot, H.L., Gout, E., Gerbeau, P., Luu, D.T., Bligny, R, and Maurel, C., 2003. Cytosolic pH regulates root water transport during anoxic stress through gating of aquaporins. *Nature* 425:(25) 393-396.
- Trought M.C.T and Drew M.C., 1980. The development of waterlogging damage in wheat seedlings (*Triticum aestivum* L.). *Plant and Soil* February 1980, Volume 54, Issue 1, pp 77-94
- Ünlü, A. İ., 2004. Bazı ekmeklik buğday genotiplerinin su baskınına tolerans Derecelerinin belirlenmesi (M.Sc.), *Mustafa Kemal Üniversitesi F.B.E. Tarla Bitkileri A.B.D*

- Wiengweera, A. and Greenway, H., 2004. Performance of seminal and nodal roots of wheat in stagnant solution: K¹ and P uptake and effects of increasing O₂ partial pressures around the shoot on nodal root elongation. **Journal of Experimental Botany**, 55: 2121–2129.
- Yamasaki, S. and Dillenburg, L.R., 1999. Measurements of leaf relative water content in *araucaria angustifolia*. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, 11(2): 69-75.
- Yavaş, I., Unay, A., and Aydin, M., 2012. The waterlogging tolerance of wheat varieties in western of Turkey. **The Scientific World Journal Volume**, ,Article ID 529128, 7 pages doi:10.1100/2012/529128.
- Zheng, C.F., Dong, J.G., Liu, F.L., Dai, T.B., Liu, W.C., Jing, Q., Cao, W.X., (2009). Exogenous nitric oxide improves seed germination in wheat against mitochondrial oxidative damage induced by high salinity. **Enviromental and Experimental Botany** 67: 222–227.
- Zheng, C., Jiang, D., Liu, F., Dai, Tingbo., Qi Jing, Cao, Weixing., 2009. Effects of salt and waterlogging stresses and their combination on leaf photosynthesis, chloroplast ATP synthesis, and antioxidant capacity in whea. **Plant Science** 176 575–582.

ÖZGEÇMİŞ

Yazar 1978 yılında Şanlıurfanın Akçakale İlçesinde doğdu.İlkokul, Ortaokul ve Liseyi Akçakalede tamamladı. Mersin Üniversitesi Mut Meslek Yüksek Okulu Bahçe Ziraati Bölümünü 1994 yılında kazandı.Yüksek Okuldan 1996 yılında mezun oldu.1998 yılında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünü kazandı.2002 yılında Ziraat Fakültesinden mezun oldu.2006 yılında özel bir bankada Tarımsal Pazarlama bölümünde işe başladı.Bir yıl çalıştıktan sonra 2007 yılında Akçakale İlçe Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğünde Ziraat Mühendisi olarak göreve başladı.Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalında 2001-2016 yılları arasında Yüksek Lisans öğrenimine devam etti.Halen Belen Gıda Tarım ve Hayvancılık İlçe Müdürlüğünde görev yapmaktadır.Evli ve iki çocuk sahibidir.