



T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI BUĞDAY ÇEŞİTLERİNDE (*T. dicoccum* ve *T. aestivum* L.) TUZ
ve KADMIYUMUN ÇİMLENME ÜZERİNE ETKİLERİ**

ASENA KARABACAK

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATAY
MART - 2022



T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI BUĞDAY ÇEŞİTLERİNDE (*T. dicoccum* ve *T. aestivum* L.) TUZ ve
KADMIYUMUN ÇİMLENME ÜZERİNE ETKİLERİ

ASENA KARABACAK
ORCID:0000 0003 0784 6706

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman
Prof. Dr. Nuray ERGÜN
ORCID: 0000 0001 7725 3602

HATAY
MART - 2022

16/03/2022

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.

İmzası

ASENA KARABACAK

ÖZET

FARKLI BUĞDAY ÇEŞİTLERİNDE (*T. dicoccum* ve *T. aestivum* L.) TUZ ve KADMIYUMUN ÇİMLENME ÜZERİNE ETKİLERİ

Bu çalışmada tuz (NaCl) ve kadmiyumun (CdCl₂) stresi altında çimlendirilen atasal buğday olan *Triticum dicoccum* L.cv. Gacer çeşidi ve ekmeçlik buğday çeşitlerinden *T. aestivum* L. cv. Şehzade, Meke, Bayındır ve İkonya incelenmiştir. Tuz ve kadmiyumun buğday tohumlarının çimlenme, kök boyu, mitotik indeks üzerine etkileri ve mitoz bölünmenin farklı evreleri araştırılmıştır.

Bu çalışmada 200mM NaCl, 1mM CdCl₂ ve tuz+ kadmiyum uygulaması yapılan buğday çeşitlerinde kök boyları ve mitoz bölünme evrelerinde gözle görülür derecede azaldığı belirlenmiştir.

CdCl₂ uygulanan bütün buğday tohumlarında çimlenmenin azaldığı gözlemlenmiştir. Çalışılan çeşitler arasında tuz ve kadmiyum stresine en dayanıklı atalık buğday olan Gacer çeşidi olduğu belirlenmiştir. Ayrıca kontrole göre toksik bir metal olan Cd uygulamasının hücre bölünmesinde azalmaya neden olarak kök büyümesinin önemli derecede inhibe olduğu belirlenmiştir.

2022, 27 sayfa

Anahtar Kelimeler: Buğday, Mitotik indeks, Gacer, NaCl, CdCl₂

ABSTRACT

EFFECTS OF CADMIUM AND SALT ON DIFFERENT WHEAT (*T. dicoccum* and *T. aestivum* L.) VARIETIES

In this study, *Triticum dicoccum* L.cv, an ancestral wheat germinated under the stress of salt (NaCl) and cadmium (CdCl₂). Gacer cultivar and bread wheat cultivars *T. aestivum* L. cv. Şehzade, Meke, Bayındır and İkonya were examined. The effects of salt and cadmium on germination, root length, mitotic index of wheat seeds and different stages of mitosis were investigated.

In this study, it was determined that the root lengths and mitosis stages of wheat cultivars treated with 200mM NaCl, 1mM CdCl₂ and salt + cadmium were significantly reduced.

It was observed that germination decreased in all wheat seeds treated with CdCl₂. Among the studied varieties, it was determined that Gacer variety, which is the most resistant to salt and cadmium stress, is an ancestral wheat. In addition, it was determined that the application of Cd, which is a toxic metal compared to the control, caused a decrease in cell division and significantly inhibited root growth.

2022, 27 pages

Keywords: Wheat, Mitotic index, Gacer, NaCl, CdCl₂

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamda en büyük destekçim olan danışman hocam Prof. Dr. Nuray ERGÜN' e sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım analizlerim ve deneylerim boyunca yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Ayşe YAVUZ KOCAMAN, Dr. Öğr. Üyesi Fehime Sevil YALÇIN, Dr. Öğr. Üyesi Hasan YILDIZ, Dr. Öğr. Üyesi Özgür KANAT, Öğr. Gör. Hüseyin DOĞRU, Prof. Dr. Yaşar ERGÜN, Prof. Dr. Birgül ÖZCAN, aynı zamanda sevgili arkadaşlarım; Yüksek Biyolog Berna ÇALICI, Yüksek Biyolog Pelin ŞENGÜL TORAMAN, Yüksek Ziraat Müh. Yeşim BEKYÜREK Deniz KARABACAK ve Yüksek Biyolog Selim AYDOĞAN' a sonsuz teşekkürlerimi bildiririm.

Eğitim hayatım boyunca beni maddi ve manevi olarak destekleyen, güvenen ve daima yanımda olan canım aileme özellikle de anneme sonsuz minnet ve şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
2.1. Tuz (NaCl) ile ilgili çalışmalar.....	5
2.2. Ağır metallerle ilgili çalışmalar.....	7
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	9
3.1. Materyal.....	9
3.1.1. Deney Materyalinin Elde Edilmesi	9
3.2. Yöntem	9
3.2.1. NaCl ve CdCl ₂ muamelesi ve Buğday Çimlendirme Koşulları.....	9
3.2.2. Buğday Çimlenme Oranının Saptanması Ölçümleri	10
3.2.3. Kök Uzunluğunun ölçülmesi.....	10
3.2.4. Mitoz Bölünme İnceleme Hazırlıkları.....	11
3.2.4.1. Ön işlem ve 8-hydroxyquinoline Hazırlanması	11
3.2.4.2. Tespit etme (Fiksasyon) ve Carnoy fiksatifinin Hazırlanması.....	11
3.2.4.3. Hidroliz ve 1 N HCl çözeltisi.....	12
3.2.4.4. Aseto Carmin Boya Hazırlanması.....	12
3.2.4.5. Mitotik İndeks	13
3.2.4.6. İstatistik Analizi	13
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	14
4.1. Çimlenme Oranlarının Saptanması.....	14
4.1.1. Farklı konsantrasyonlardaki NaCl ve CdCl ₂ uygulamaları ve çimlenen buğday çeşitlerinde çimlenen oranı.....	14
4.2. Kök Boylarının incelenmesi	16
4.2.1. Buğday Çeşitlerinin Kök Boylarının karşılaştırılması.....	16
4.3. Elde Edilen Veriler	17
4.3.1. Buğday çeşitlerinin mitotik indekslerinin karşılaştırılması	17
4.4. Buğday Çeşitlerinde Mikroskop Görüntüleri	19
4.4.1. Gacer (<i>T.dicoccum</i>) Çeşidi	19
4.4.2. Bayındır Çeşidi	20
4.4.3. İkonya çeşidi.....	20
4.4.4. Şehzade Çeşidi.....	21
4.4.5. Meke Çeşidi.....	21
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	22
KAYNAKLAR	24
ÖZGEÇMİŞ	27

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Buğday bitkisinin beş farklı çeşidine ait tohumların muamele grupları	10
Çizelge 4.1. Farklı konsantrasyonlarda NaCl ile CdCl ₂ ayrı ayrı ve birlikte uygulanması sonucu beş farklı buğday çeşitlerinde ortalama kök boyları (Art ort.±standart hata)	17
Çizelge 4.2. Buğday çeşitlerinin Kök ucu Hücrelerindeki mitotik etkiler	19



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Türkiye'nin Buğday Atlası (Gürses, 2017).....	1
Şekil 3.1. Buğday çimlenmesi.....	10
Şekil 4.1.Kontrol, Tuz (T), CdCl ₂ , T+CdCl ₂ uygulamaları altında çimlenen buğday çeşitlerinde çimlenen oranı.....	15
Şekil 4.2. Buğday Çeşitlerinde Kök Boylarının karşılaştırılması	17
Şekil 4.3. Buğday çeşitlerinin mitotik indekslerinin karşılaştırılması	18
Şekil 4.4. Gacer (<i>T.dicoccum</i>) çeşidinde mitoz bölünme evrelerinden (a)Telofaz Evresi, (b) Profaz Evresi gözlemlenmektedir.....	19
Şekil 4.5. Bayındır çeşidinde mitoz bölünme evrelerinden Profaz Evresi gözlemlenmektedir.	20
Şekil 4.6. İkonya çeşidinde mitoz bölünme evrelerinden (a) Profaz Evresi, (b) Metafaz Evresi gözlemlenmektedir.....	20
Şekil 4.7. Şehzade çeşidinde sadece interfaz evresi gözlemlenmektedir.....	21
Şekil 4.8. Meke çeşidinde interfaz evresi gözlemlenmektedir.....	21

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

°C	: Derece Celsius
mg	: miligram
g	: gram
mM	: Milimolar

KISALTMALAR

NaCl	: Tuz
CdCl ₂	: Kadmiyum klorid



1. GİRİŞ

Buğdayın insanla olan hikâyesi yaklaşık olarak 10 bin yıl önce ‘Bereketli Hilal’ diye adlandırılan ve bugünkü İran, Irak, Türkiye, Suriye, Lübnan, Filistin’i kapsayan bölgede başlamıştır. Ekonomik yönden çok yönlü ve önemli olan buğdayın veriminin olumsuz olarak etkilendiği birçok stres faktörü bulunmaktadır (Şekil 1.1.) Bu faktörleri biyotik ve abiyotik stres olarak iki kategoride ele almak mümkündür. Abiyotik strese yol açan faktörlerden tuz ve ağır metaller buğdayın başa çıkması gereken stresler arasında yer almaktadır.



Şekil 1.1. Türkiye'nin Buğday Atlası (Gürses, 2017)

İnsanlık tarihinden bu yana bir geçmişi olan buğday bitkisi, dünyada talebi artan stratejik öneme sahip sayılı gıdaların başında yer almaktadır. Nişasta ve enerji kaynağı olmanın yanı sıra sağlık için gerekli protein, vitaminler, diyet lifi ve antioksidan aktivitesi ile faydalı bir dizi bileşen muhtevasına sahip tam buğday danesi, insan metabolizması ve ihtiyacına göre yaratılmış en uygun gıda kaynağıdır (Kılıç ve ark. 2021).

Dünyada nüfus artışına bağlı olarak temel besin kaynakları arasında yer alan buğdaya olan ihtiyacımız giderek artış göstermektedir. Ham maddesi buğday olan ekme her dönem insanlar için önemli besin kaynağıdır. Dünyada tahıllar arasında mısır ve çeltikten hemen sonra ilk basamaklarda üretimi olan ürün buğdaydır (Doğan ve Kendal 2012).

28 yabancı buğday taksonlarına sahip olan Türkiye de 2016 yılında 198 ekmeklik, 61 makarnalık tescilli çeşit mevcuttur (Özberk ve ark. 2016). Buğday tek çenekliler sınıfındadır.

Buğdaygiller familyasından olan dünyada en çok üretilen ve ekilen ayrıca ülkelerin beslenmesinde vazgeçilmez tek yıllık otsu kültür bitki cinsidir (Kamçılı ve ark. 2019). Buğday ürünleri olan un, bulgur, makarna, nişasta, irmik insan besini olarak kullanılırken; buğday bitkisinin sapları ise kağıt karton yapımında ve hayvan besini olarak kullanılmaktadır. Dünya genelinde ve ülkemizde buğday insan beslenmesindeki en temel gıda maddelerinin elde edildiği tarla bitkilerinden biridir. Bununla birlikte, ekonomik olarak, tarla tarımında, sosyal ve kültürel açıdan da stratejik öneme sahip bir üründür. Tanesinin beslenme açısından dengeli aminoasitlerin yer alması, taşınma ve depolanmasındaki kolaylıklar ve geniş adaptasyon sınırları nedeniyle çoğu toplumda ve ülkelerde temel kalori kaynağı arasındadır. Ülkemiz coğrafyası, buğdayın gen merkezi halinde olduğu için yabani buğday türlerini, akraba türlerini, yerel buğday köy çeşitlerini ve modern ıslah çeşitlerini birlikte barındırdığından buğday yönünden son derece geniş bir çeşitliliğe ve zenginliğe sahiptir (Atak, 2017).

Dünya buğday üretimi nüfus artışına paralel olarak 1960'lı yıllarda yaklaşık 222 milyon ton iken, 2000'li yıllarda 586 milyon tona, 2010 yılında 650 milyon tona, 2016 yılında ise 723 milyon tona ulaşmıştır. Bu da buğdayın veriminin artmasıyla mevcut birim alanındaki üretimin artmasını sağlamıştır (Gökçalp ve Üremiş 2015).

Türkiye, 14 milyon hektarı aşan tahıl ekim alanı ve 33 milyon tonluk üretimi ile dünya tahıl üretiminde 10. sırada yer almaktadır. Kişi başına tüketimin fazla olduğu buğday, mısır ve çeltikte son yıllarda Türkiye kendine yeterli olma özelliğini kaybetmiştir (Şehirli ve ark. 2000).

İnsanlık tarihi boyunca ağır metaller antik çağlardan bu yana insan faaliyetleri sonucu olarak doğal çevrimler dışında atmosfer ve toprağa yayılmaya başlamışlardır. Endüstri faaliyetleri sırasında meydana gelen su ve hava kirleticileri kimyasal yollarla toprağa karışma yönelimindedir (Seven ve ark. 2018).

Bitkiler, toprak ve yeraltı suyu/atmosfer ara faz olarak görev yapmakta olup, yaşamlarınca birçok stres faktörü ile karşılaşır. Buğday gelişimi için gerekli olan mikro besin elementleri (bakır (Cu), çinko (Zn) vb.) ile toprakta mevcut olan ağır metaller (kurşun (Pb), kadmiyum (CdCl₂) vb.) belirli konsantrasyonların üstünde olduklarında ve çözünürlüklerine paralel olan fitotoksik etkilere sahiptirler. Bu metaller farklı yollarla ekosisteme dahil olmaktadır.

Endüstriyelden kaynaklı metallerin ilk kısmında Cu, nikel (Ni), Pb, Zn ve CdCl₂ gelmektedir. Önemli sorunlardan biri bu metallerin besin zincirine girme olasılığının artmış olmasıdır (Doğaroğlu, 2018).

Bitki gelişimini olumsuz yönde etkileyen, bitkisel üretimlerin azalmasına sebep olan ağır metaller, besin zinciri vasıtasıyla insanların ve tüm canlıların yaşamını tehdit etmektedir. Toprak, su ve havada değişik oranlarda mevcut olan ağır metaller belirli derişimler üzerinde bulunması kirliliğe yol açmaktadır. Ağır metallerin ekosistemde yaygın bir şekilde birikmesi, tüm canlılar için boyutları giderek artan bir tehlike oluşturmaktadır. Çevreyi kirleten bütün unsurlar bitkilerde strese neden olmaktadır. Genel olarak endüstriyel faaliyetler, motorlu taşıtların egzoz gazları, maden yatakları ve işletmeleri, volkanik faaliyetler, tarımda kullanılan gübre ve ilaçlar ile kentsel atıklar ağır metallerin çevreye yayılmasına neden olan etmenler arasında yer almaktadır.

Günümüzde sanayileşme ve kentleşme ile birlikte çevre kirliliğinde artmış ve birçok çevresel problem ortaya çıkmıştır. Bu problemlerin başında gelen ağır metaller, hava, toprak ve su kaynaklarında da kirliliklere sebep olmaktadır.

Bitkilerin fizyolojisini olumsuz yönde etkilemekte ile beraber, bitkisel üretimin azalmasına neden olan ağır metaller, besin zinciri yoluyla canlı sağlığını da tehdit etmektedir.

Ağır metallerin toprağa ve bitkiye etkisi, toprak ve bitki özelliklerine göre değişiklikler gösterebilmektedir. Ağır metaller toprak biyolojisinin bozulmasına, bitkide protein sentezi, DNA, RNA, kök-su ilişkisi, çimlenme, gelişme ve fotosentezin olumsuz etkilenmesine, toprak, bitki ve suda kompleks yapılar oluşturarak doku ve organların zarar görmesine neden olabilmektedir (Yerli ve ark. 2020).

Ağır metallerden kadmiyum, toprakta yüksek konsantrasyonlarda bulunduğu zaman hem bitki büyümesine hem de bu bitkilerle beslenen canlılara zarar vermektedir (Yasemin ve Erdem 2020).

Topraktaki kadmiyumun bitkiler tarafından alına bilirlik düzeyi topraktaki konsantrasyonuna, pH'na, redoks potansiyeline, sıcaklığa ve diğer elementlerin konsantrasyonuna bağlıdır. Cd iyonunun topraktan alınması membranlardan benzer şekilde taşınan K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Ni iyonlarıyla yarış halindedir. CdCl₂ bu iyonlar gibi rol yapar ve bitkilerde su alımını etkilemektedir (Kadioğlu, 2016).

Kadmiyum bitkiler ve hayvanların çoğunda sınır değerleri aşıldığında da toksik etki gösterebilmektedir. Ağır metallerin doğada bulunma oranları göz önüne alındığında, metallerin artışına ve ekosisteme zarar vermesine daha çok insan faktörünün neden olduğu görüşü hakim durumdadır. Sürekli kullanımına bağlı kirlenme, çevrede oldukça fazla ağır metal içeriğine ve birikimine neden olmaktadır. Bu birikim neticesinde doğada bulunan bitkiler olumsuz yönde etkilenmekte ve sağlık açısından son derece tehlike arz etmektedir (Melih ve ark. 2009).

Ağır metaller genellikle bitki metabolizması ve enzim reaksiyonları üzerinde negatif bir etki meydana getirmektedir. Kadmiyum' un kök hücrelerinde mitotik indeksin azalmasına neden olduğu yapılan araştırmalar sonucunda görülmüştür (Gedik ve ark. 2015).

Ülkemizde tuzluluk tarımsal alanlarda önemli stres faktörlerinden biridir ve çimlenme, bitki gelişiminde ve veriminde önemli ölçüde kayıplara neden olmaktadır. Tuzun konsantrasyonuna bağlı olarak çimlenme, kökçük uzunluğu ve kök uzunluğunun önemli ölçüde azaldığı ve ortalama çimlenme ve ortalama çıkış zamanı değerlerinde ise artış olduğunu belirlenmiştir. Çimlenme ve çıkış denemelerinde NaCl toleranslılık açısından farklı tepkiler bulunmuştur. Tuz konsantrasyonunun artışı ile beraber mitotik aktivitenin önemli ölçüde azalabileceği gözlemlenmiştir (Tabur ve Demir 2008).

Tarımsal alanlarda tuzluluğun artması, toprağın yapısını bozmakta, bitkilerin ürün kalitesi ve verimliliğini önemli ölçüde sınırlandırmaktadır. Tuz stresi, bitkilerde çeşitli gelişim süreçlerinin yanında morfolojik, hücrenel, fizyolojik ve moleküler seviyede pek çok aksaklıklara neden olmaktadır (Yılmaz ve ark. 2011).

Bu çalışmada tuz (NaCl), ağır metal (CdCl₂) ve tuz + ağır metal stresleri altında çimlendirilen *Triticum dicoccum* L.cv. Gacer çeşidi ve *T. aestivum* L. cv. Şehzade, Meke, Bayındır ve İkonya çeşitlerinde ve buğdayların çimlenme, kök boyu, mitotik indeks üzerine etkileri ve mitoz bölünmenin farklı evrelerin incelenmesi amaçlanmıştır. Atasal Gacer buğday fideleri ile belirlenen diğer parametreler açısından buğday çeşitleri birbiriyle karşılaştırılması yapılarak tuz ve ağır metal uygulamalarına karşı etkileşimlerinin olup olmadığı incelenmeye çalışılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Yabani siyez (*Triticum boeoticum*) ve Yabani Gernik (*T. dicoccoides*) doğadan toplamıştır. Daha sonrasında bu iki yabani türün, doğal seçimle insanların ekimini yapmakta olduğu siyez (*T. monococcum*) ve Gernik 'in (*T. dicoccom*) ilkel formlarına dönüştüğü bilinmektedir. İlkel formlar, yabanilere göre daha iri taneli, kavuzlu olması ve başakları kırılğan değildir (Türkiye'nin Buğday Atlası, 2016).

Bayındır buğdayı: kılçıklı, başak rengi beyaz, dane rengi beyaz, uzun boylu bir çeşittir. Tarla koşullarında pas ve sürmeye dayanıklıdır (Tarım orman, 2020).

İkonya buğdayı: 90-100cm boyunda beyaz başaklı, kılçıklı, kırmızı sert tanelidir. Kışa ve kuraklığa dayanıklı bir çeşittir (Anonim, 2020).

Meke buğdayı: Kışlık, bitki boyu uzun ve başaklanma zamanı erken olup tarımsal verim olarak 7. Sırada yer almaktadır (Tarım Orman, 2020).

Şehzade buğdayı: Kılçıklı, başak orta boyda ve beyaz taneli, ve orta boylu bir çeşittir. Sağlam saplı ve kurak şartlara dayanıklı, suya bağlı eş zamanlı olgunlaşmaya sahip, başaklanma zamanı erken-orta, yüksek verimli bir çeşittir (Tarım Orman, 2018)
Yıllardır ilk alışkanlıklarımızda buğday tüketimi yer almaktadır.

FAO istatistiklerinde yılda kişi başına buğday tüketimi 173.5 kg bilgisi yer alır bu rakam ABD'de 79.5kg; Almanya'da 85.4 kg ve Fransa'da 106.4 kg'dır. Bu rakamlar baz alınarak şu söylenebilir Türkiye ağırlıklı olarak buğday ve türevleri ile beslenen bir ülkelerden biridir (FAO, 2009).

Son günlerde ekmek tüketiminde gözle görülür bir artış gözlenmekte ve bu tüketimin obezite, diyabet ve benzeri hastalıkların artmasına neden olabileceği düşünülmektedir. Buna paralel olarak tam buğday ekmeğinin kullanım olarak artması olumlu bir gelişmelerden biridir. Çünkü tanenin tamamını içermekte olan tam tahıllar besleyicilik ve fitokimyasal bileşenler açısından oldukça zengindir (Özberk ve ark.2016).

2.1. Tuz (NaCl) ile ilgili çalışmalar

Tuz konsantrasyonlarına bağlı; çimlenme, kökçük uzunluğu ve kök uzunluğunun önemli ölçüde azaldığı; ortalama çimlenme zamanı ve ortalama çıkış zamanı değerlerinde ise artış belirlenmiştir.

Çimlenme ve çıkış denemelerinde NaCl toleranslılık açısından farklı tepkiler göstermişlerdir. Tuz konsantrasyonunun artışı ile beraber mitotik aktivitenin önemli ölçüde azalabileceği gözlemlenmiştir (Tabur ve Demir 2008).

Bitkilerde osmotik ve iyon stresinin nedeni olan tuz stresi; büyümeyi ve gelişmeyi olumsuz yönde etkilemekle beraber tuzun çeşidine, stresin düzeyine ve süresine, strese maruz kalan bitkinin genotipine ve gelişim evresine paralel olarak değişim gösterir.

Tuzluluğa maruz kalan bitkilerde çeşitli metabolik olayların ve fotosentetik aktivitenin etkilenmesi bitkilerin hayatta kalma şansını azaltabilmektedir. Bazı bitkiler bu koşullara karşı duyarlılık gösterir ve hatta bazıları çeşitli fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler cevaplar ile aktive edilen tolerans mekanizmalarıyla hayatta kalmayı başarırlar.

Tuzluluğa karşı bu tolerans mekanizmalarını sağlayan fizyolojik ve biyokimyasal cevapları; iyonların seçici olarak biriktirilmesi ve atılımı, kökte iyon alımının ve sürgüne iletiminin kontrolü, iyonların bitkide ve hücrelerde belirli bölümlerde biriktirilmesi, osmotik düzenleyicilerin sentezi ve antioksidan sistemler oluştururken; moleküler cevapları sinyal iletim yolları ile çeşitli genlerin aktivasyonu ve inaktivasyonu oluşturmaktadır. Fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler cevapların sonucunda bitkilerde tuz regülasyonunun korunması sağlanır.

Tuz konsantrasyonunun artışına paralel olarak mitotik aktivitenin önemli ölçüde azaldığı ifade edilmiştir. Tuzun, tohum çimlenmesi, fide büyümesi, enzim aktivasyonu, DNA, RNA ve protein sentezi hatta mitoz bölünmeyi engelleyerek bitki büyüme ve gelişmesine olumsuz etkileri bilinmektedir.

Tuz ile tedavi edilen hasta embriyolar düşük seviyede iyileşme oranı sergilemiştir ve durulamadan sonra belirli dereceye kadar anormal çimlenme gözlemlenerek çimlenmenin stres inhibisyonu olduğu sonucuna varılmıştır (Almansouri ve ark 2001).

2.2. Ağır metallerle ilgili çalışmalar

Buğdayda (*Triticum aestivum* L.) kadmiyum (Cd) birikimi ve ardından besin zincirine geçişi dünya çapında önemli bir çevre sorunudur. Buğdayda Cd alımını ve birikimini azaltmayı amaçlayan buğdayın Cd stresine tepkisini ve yönetimini anlamak, buğday büyümesini ve tane kalitesini iyileştirmeye yardımcı olabilir. Rizwan ve ark.(2016), buğdayda Cd stresinin toksik etkilerini, tolerans mekanizmalarını ve yönetimini gözden geçirmişlerdir. Cd' nin buğdayın çimlenmesini, büyümesini, mineral besin maddelerini, fotosentezini ve tane verimini azalttığı ve Cd toksisitesine bitkinin tepkisinin çeşitlere, büyüme koşullarına ve uygulanan stres süresine göre değiştiği ifade edilmiştir. Kadmiyum, buğday bitkilerinde oksidatif strese ve genotoksisiteye neden olmuştur. Antioksidan savunma sisteminin uyarılması, ozmoregülasyon, iyon homeostazi ve sinyal moleküllerinin aşırı üretimi, Cd stresi altında buğdayın önemli adaptif stratejileridir. Bitki büyüme düzenleyicilerinin eksojen uygulaması, inorganik ıslahlar, uygun gübreleme, silikon ve organik, gübreler ve ıslahlar buğdayda Cd alımının azaltılması için yaygın olarak kullanılmaktadır. Düşük Cd biriktiren buğday çeşitlerinin seçimi, ürün rotasyonu, toprak tipi ve mikropların eksojen uygulaması, buğday tarafından Cd alımının azaltılmasında başarıyla uygulanan diğer tarımsal uygulamalar arasındadır. Bu yönetim uygulamalarının buğdayın Cd stresine karşı toleransını artırabilir ve Cd' nin besin zincirine transferini azaltabileceği ifade edilmiştir.

Bununla birlikte, buğday tarafından Cd alımını azaltmadaki uzun vadeli sürdürülebilirliklerinin daha fazla değerlendirilmesi gerektiği bildirilmiştir (Rizwan ve ark. 2016).

Günümüzde toprakta ağır metal kirliliği önemli çevresel sorunlardandır. Ağır metallerden olan kadmiyum; çevreyi kirleten etmenlerin başında yer almakta. Kadmiyum toprakta da normalde bulunurken diğer etkenlerle de toprağa karışmaktadır.

Kadmiyum; bitki büyüme ve gelişiminde zorunlu olmamanın yanı sıra toksik özellikte bir elementtir ve hücrelerde biyokimyasal ve fizyolojik etkilere sahip olduğu bilinmektedir.

Ağır metallerin toprakta birikmesi sadece toprağın verimliliği açısından ele alınmamalı ekosistem fonksiyonları üzerinde de önemli bir etkisinin olduğu düşünülmelidir. Kadmiyum' un insan sağlığına oldukça fazla bir etkiye sahip olduğu için gündemden de düşürülmemelidir.

Protein, lipit ve DNA'nın bozulmasına neden olduğu düşünölen serbest radikallerin çoğalmasına sebep olduğu bilinmektedir.

Bitkilerde kadmiyum toksitesinin oksidatif hücre zararlarının bir sonucu olduğu, bu nedenle tolerans bakımından serbest oksijen radikallerini detoksifiye etme kapasitesinin önemli olduğu bilinmektedir.



3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışma, bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L ve *Triticum dicoccum* L,) çeşitlerinin çimlenme ve mitotik indeks üzerine tuz (NaCl) ve Kadmiyum (CdCl₂) streslerinin etkileri araştırılmıştır. Deneyler Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Botanik Uygulamaları 2 Laboratuvarı'nda yürütülmüştür.

3.1.1. Deneysel Materyalinin Elde Edilmesi

Çalışmamızda numune olarak özellikle Kayseri ve çevresinde yetiştirilen Gacer (T. dicoccum) ve Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünden temin edilen Bayındır, İkonca, Şehzade ve Meke (*Triticum aestivum* L.) ekmeklik çeşidi buğday tohumları kullanılmıştır. Belirtilen çeşitlerinin çimlenme ve mitotik indeks üzerine tuz (200mM) (NaCl) ve Kadmiyum (1mM) (CdCl₂) ve tuz +Cd streslerinin etkileri araştırılmıştır. Bu amaç için farklı tuz ve kadmiyum konsantrasyonu ortamlarında çimlenmesini tamamlamış bitkilerde çimlenme oranı, kök uzunluğuve mitotik indeks belirlenmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. NaCl ve CdCl₂ muamelesi ve Buğday Çimlendirme Koşulları

Buğday taneleri %5'lik çamaşır suyunda 20 dakika bekletilerek steril edildi (Ergün ve Öncel 2012). 2 saat ılık distile suda bekletildikten sonra her bir petri kabına 10'ar tane olmak üzere nemlendirilmiş kurutma kağıdı arasına konuldu. Buğday bitkisinin beş farklı çeşidine ait tohumlar kontrol ve 3 muamele grubuna ayrıldı. Muamele grupları çimlenme için 3, mitotik indeks için 3 tekrarlı olarak çalışıldı. Buğday bitkisinin farklı çeşitleri için NaCl ve CdCl₂ ayrı ayrı ve kombine olarak tohumlara uygulanarak çimlendirilmiştir.

Kontrol grubu çimlendirilirken sadece distile su ile muamele edilmiştir. Kontrol ve farklı konsantrasyonlarda NaCl ve CdCl₂ ile ayrı ayrı ve birlikte muamele edilen tohumlar etüv de 24°C'da 3 günlük çimlenmeye (72 saat) bırakıldı. İnkübatörün içerisine

yerleştirilen petri kapları 24°C 'da sabitlendi ve 3 günlük çimlenmeye yani 72 saatlik zamana bırakıldı.

Çizelge 3.1. Buğday bitkisinin beş farklı çeşidine ait tohumların muamele grupları

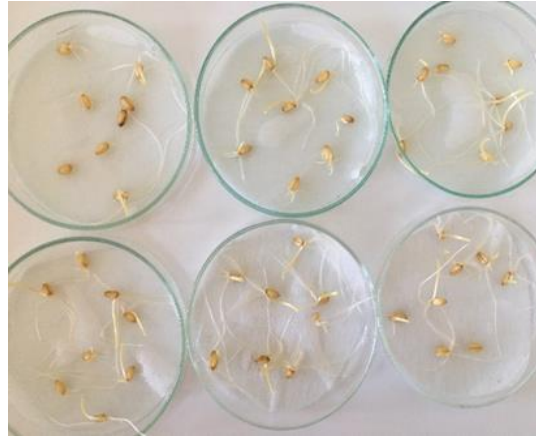
Muamele	Çeşit	Tohum sayısı	Tekrar	
			Çimlenme	Mitoz
Kontrol	Gacer,	66	3	3
200mM (NaCl)	İkonya	66	3	3
1mM (CdCl ₂)	Şehzade	66	3	3
200mM NaCl+1mM	Meke	66	3	3

3.2.2. Buğday Çimlenme Oranının Saptanması Ölçümleri

Buğday çeşitlerine ait tohumların kontrol ve muamele grupları çimlendirilmeğe bırakıldıkları andan itibaren 24.,48. ve 72.saatlerde çimlenme sayısı alındı.

3.2.3. Kök Uzunluğunun ölçülmesi

Farklı konsantrasyonlardaki NaCl ve CdCl₂ çözeltilisinin, her buğday çeşidine ait kök uzunluğuna etkisini belirlemek amacı ile çimlenen tohumların köklerinin uzunlukları 72 saatlik periyotta ayrı ayrı ölçülüp aritmetik ortalamaları alındı ve fotoğraf çekimleri yapıldı(Şekil 3.2.2.1-2).



Şekil 3.1. Buğday çimlenmesi

3.2.4. Mitoz Bölünme İnceleme Hazırlıkları

Bu tez çalışmasında her buğday çeşidi için 6'şarlı grup petri kaplarından 3'er adet tekrarlı petri kapları mitoz bölünme incelemesi için ayrıldı. Kontrol ve farklı muamele gruplarına ait buğday çeşitlerinde Mitoz bölünmenin incelenmesi için aşağıdaki hazırlık işlemleri yapılmıştır.

3.2.4.1. Ön işlem ve 8-hydroxyquinoline Hazırlanması

Kromozomların somatik olarak sayısal ve yapısal yönden ayrıntılı olarak incelenebilmesi için fiksatif sıvısından önce "ön işlem "ya da "ön muamele " adı verilen bir işlem uygulanır. Ön işlem genellikle kromozomların metafaz düzleminde tutulmalarını ve sarmal sayısını artırarak kısaltmalarını sağlar. Bunun için kök uçları ön işlem çözeltisinde bir süre bekletilir(Gönüz ve ark.2009).Ön işlem çözeltisi olarak bu çalışmada 8-hydroxyquinoline kullanılmıştır.

60°C sıcaklıkta 200-250 cm³ saf su içerisine, 0.058 gram 8-hydroxyquinoline 10-15 dakika eritildi. Sıvıdaki oksijen miktarını artırmak amacıyla içine bir pipetle hava üflendi. Hazırlanan çözelti küçük tüplere konuldu (Gönüz ve ark. 2009).

3.2.4.2. Tespit etme (Fiksasyon) ve Carnoy fiksatifinin Hazırlanması

Fiksasyon, basitçe canlı hücre ve dokularının yaşamsal fonksiyonlarının ani olarak durdurulmasıdır. Burada istenen incelenecek yapının canlılığındaki özelliklerinin bozulmadan korunmasıdır. Laboratuvar çalışmalarında genellikle birçok özdek için en çok kullanılan fiksatif Farmer sıvısı ya da Carnoy fiksatifidir. (Gönüz ve ark. 2009).

Carnoy fiksatif;3:1 oranında yani 3 kısım absolu alkol ve 1 kısım Glasiyal Asetik asit formülü kullanılarak hazırlandı.

3.2.4.3. Hidroliz ve 1 N HCl çözeltisi

Hidroliz, doku halindeki hücreleri bir arada tutan orta lamelin eritilmesi ve bazı hücrelerde yoğun bulunan sitoplazmanın, kromozom boyalarını engellememesi için değişik kimyasallar yada enzimler ile yapılan uzaklaştırılmasıdır (Gönüz ve ark.2009).

Hidroliz işleminde örnekler genellikle 1 N HCl çözeltisinde bitki çeşidine göre değişebilen sıcaklıklarda ve sürelerde bekletilir.

3.2.4.4. Aseto Carmin Boya Hazırlanması

Fiksasyon işlemi, hücrelerin içerisindeki yapıların kimyasal özelliklerine göre farklı kırılma indisleri kazanmalarını sağlar ve dokuların rengini koyulaştırır. Bu nedenle incelenmek istenen objelerin belirgin hale getirilmesi için boyanmaları gerekir. Kök uçlarının asetö carmin boya ortamında ısıtılmasının hücre sitoplazmasının rengini açması ve kromozomların daha koyu göstermesinden dolayı bu boya çok kullanılmaktadır (Gönüz ve ark.2009)

Asetö Carmin boya hazırlanırken; 55cm³ saf su ile 45cm³ glasiyal asetik asit bir cam balonda karıştırıldı. 100ml olan %45'lik asetik asit karışımı bir cam balona konuldu. İçerisinde %45'lik asetik asit karışımı bulunan bu cam balon bir kaynar su banyosuna oturtuldu ve 10 dakika ısıtıldı ta ki %45'lik asetik asidin sıcaklığı kaynayan suyun derecesine ulaşınca kadar. Daha sonra 1 gram toz carmin kaynamakta olan asetik aside yavaşça aktarıldı. Bu karışım 10 dakika boyunca cam baget ile karıştırılır. Boya uygun süre içerisinde soğutulur ve soğuduktan sonra başka bir kaba alınır. Boyanın içerisine 2 damla demir asetatin suda doymuş çözeltisinden damlatılır.

Hazırlanan boya bu şekilde 12 saat oda sıcaklığında bekletilip filtre kağıdından süzülür +4°C'de dolapta saklanır (Gönüz ve ark. 2009). Mitoz Preparatlarının Hazırlanması: Beş farklı buğday çeşidine ait kontrol ve muamele edilmiş tohumlar petri kutularındaki nemlendirilmiş kurutma kağıtların da 25 °C'lık etüvde çimlendirilmek için 3 gün süreyle bekletilmiştir. Sabahın erken saatlerinde 1-2 cm olan kök uçları ince uçlu bir pens ile kopartılmış ve içinde 8-hydroxyquinoline maddesinin sudaki doymuş çözeltisi bulunan kapaklı şişelere konulmuştur. Oda sıcaklığında 3-4 saat bekletildikten sonra ilk işlem yapılmıştır. 8-hydroxyquinoline süzülükten ve 5-6 kez musluk suyuyla yıkayıp en son saf sudan geçirildikten sonra Carnoy fiksatifine [Farmer sıvısı; % 96 etil alkol: glasiyal

asetik asit (3:1)] konmuştur. Oda sıcaklığında 48 saat bekletilip tespit işlemi gerçekleştirilmiştir. Tespit işlemi tamamlanan kök ucu örnekleri % 70'lik alkolde 5'er dakika yıkanmıştır. %70'lik alkolde saklanan kök ucu örnekleri inceleneceği zaman iki kez saf suyla yıkandıktan sonra aseto-Carmin içine konularak boyanmıştır. Boyanan kök uçları, hidroliz işlemi için 1 N HCl çözeltisi içinde ve oda sıcaklığında bir saat bekletilmiştir. Saf suyla yıkandıktan sonra koyu kırmızıya boyanan kök uçları % 45'lik asetik asit kullanılarak ezme preparatları hazırlanmıştır.

3.2.4.5. Mitotik İndeks

Mitotik indeks, bir hücre popülasyonunda mitoz bölünme yapan hücrelerin tüm hücrelere oranıdır. Bu çalışmada, mitotik indeks hesaplama amacı ile her bir konsantrasyon grubu ve kontrol grubu için hazırlanan preparatlardan rastgele 3 tanesi seçilmiştir. Seçilen 3 preparattan toplam 644 hücre sayılmıştır. Bu sayılan hücrelerden mitoz geçirmekte olanlarının tüm hücrelere oranı % olarak hesaplandı. Çalışmamızda Olympus (CH20BIMF200) mikroskop kullanılmıştır.

3.2.4.6. İstatistik Analizi

Çalışmamda birbirinden bağımsız çimlenme için 3, mitotik indeks için 3 tekrarlı olarak yapılmıştır. Sonuçlarda standart sapma, standart hata ve aritmetik ortalama verilmiştir. Ortalamalar arasındaki fark 'Duncan's Multiple Range Test' kullanılarak saptanmış. Deneyde uygulamalar arasındaki analizler SPSS 22.00 istatistik programı ile gerçekleştirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu bölümünde farklı konsantrasyonlardaki NaCl ve CdCl₂ ve tuz + kadmiyum uygulamalarının çözeltilerinin beş farklı buğday çeşidi üzerine ayrı ayrı ve birlikte uygulanması sonucu meydana gelen etkilerden elde edilen veriler bu bölümde irdelenecektir

4.1. Çimlenme Oranlarının Saptanması

4.1.1. Farklı konsantrasyonlardaki NaCl ve CdCl₂ uygulamaları ve çimlenen buğday çeşitlerinde çimlenen oranı

Çalışmamızda NaCl ile CdCl₂ farklı konsantrasyonlarının ayrı ayrı ve birlikte uygulanması sonucu beş farklı buğday çeşitlerine ait tohumların çimlenme oranları Şekil 4.1.'de verilmiştir.

Elde edilen bulgulara göre, NaCl ile CdCl₂ farklı konsantrasyonlarının ayrı ayrı ve birlikte uygulanması sonucu beş farklı buğday çeşitleri içinde kontrole göre en dayanıklı buğday çeşidinin atalık buğday olan Gacer (*T.dicoccum*) olduğu gözlemlenmiştir. Uygulanan streslere çok dayanıklı olmayan çeşidin ise Bayındır olduğu gözlemlenmiştir.

Gacer çeşidinde kontrole göre en fazla kadmiyum stresinin çimlenmeyi azaltıcı etkisi olduğu ve NaCl ve NaCl+CdCl₂ streslerinin ise benzer etki oranlarında olduğu gözlemlenmiştir.

Bayındır çeşidinde kontrole göre karşılaştırma yaptığımızda uygulanan streslerin çimlenme üzerine etkisi yaklaşık olarak aynı olduğu gözlemlenmektedir.

İkonya çeşidinde kontrole göre çimlenme oranını en fazla etkileyen stres grubunun NaCl stresi olduğu gözlemlenmiştir. Kontrole göre CdCl₂ stres uygulamasının NaCl+CdCl₂ stres uygulamasına göre çimlenmeyi negatif yönde daha az etkilediği gözlemlenmiştir.

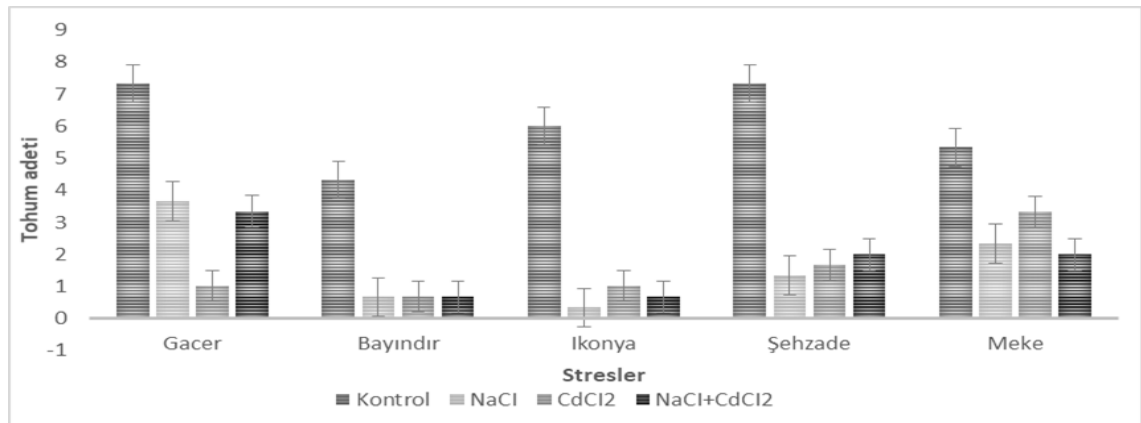
Şehzade çeşidinde kontrol dikkate alınarak bakıldığında NaCl stresi uygulanan grubun diğer uygulanan stres gruplarına göre biraz daha etkili olduğu gözlemlenmektedir. CdCl₂ stresi, NaCl CdCl₂ stresine oranla daha etkili olduğu gözlenmiştir.

Meke çeşidinde kontrol ve uygulanan tüm stres gruplarında çimlenme olmasına rağmen stres gruplarında kök gelişimi gözlenmemiştir.

Tuz ve tuz + kadmiyum uygulanan bütün buğday çeşidi tohumlarında kontrole göre çimlenen tohum sayısında önemli derece azalma tespit edilmiştir ($p \leq 0,01$). İncelenen çeşitler arasında çimlenme inhibisyonu en fazla Bayındır ve İkonya'da belirlenmiştir ($p \leq 0,01$), (Şekil 4.1.).

Tuzluluğun bitki büyümesini engelleyen oldukça toksik bir faktör olduğu bilinmektedir. Tuz konsantrasyonu artışına bağlı paralel tüm çeşitlerde hem çimlenme hem de fide gelişimi önemli oranda engellemiştir. Bitkiler içerisinde, çalışılan parametrelere göre, hibrid çeşitlerin tuza en toleranslı olduğu belirlenmiştir (Aydın, 2015). Ağır metaller tohumların çimlenme aşamasında radikula uzaması başta olmak üzere koleoptil uzamasını belirgin şekilde inhibe etmektedir (Güvercin, 2017). Çimlenme parametrelerinde ağır metal dozu arttıkça sürgün ve kök uzunluğu ile yaş ağırlık düşüş göstermektedir (Aygün, ve ark., 2022). Tuz dozlarının bütün çimlenme parametreleri üzerindeki etkileri ve oluşan farklar önemli bulunmuştur. Çeşitler ve NaCl interaksiyonlarının ise bütün parametrelerde oluşan farklar üzerindeki etkileri önemli bulunmuştur (Altuner ve ark., 2022). Tuz konsantrasyonları arttıkça çimlenme oranlarının tüm çeşitlerde azaldığı görülmüştür (Kıldış, 2021).

Tuzlu ortamlarda çimlenmenin engellendiği ve büyüme hızının azaldığı ifade edilebilir.



Şekil 4.1.Kontrol, Tuz (T), CdCl₂, T+CdCl₂ uygulamaları altında çimlenen buğday çeşitlerinde çimlenen oranı

4.2. Kök Boylarının incelenmesi

4.2.1. Buğday Çeşitlerinin Kök Boylarının karşılaştırılması

Kadmiyum bitki büyümesini engelleyen oldukça toksik bir metaldir (Ahmad ve ark. 2012). Benzer şekilde tuz stresi altındaki bitkilerde kök büyümesinin önemli ölçüde azaldığı gözlemlenmiştir (Öncel ve ark. 2002).

Genel olarak CdCl₂ stresinden daha çok etkilenen buğday çeşitlerinin Cd kök boylarının daha kısa olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 4.2.). CdCl₂ 'den sonra ise etkilenme açısından NaCl+CdCl₂ geldiği gözlemlenmiştir. İkonya, Şehzade ve Meke çeşidi Cd uygulamasıyla kök gelişimi çok önemli derecede inhibe olurken Gacer ve Bayındır çeşitlerinde kontrole göre kök büyümesi azalmış ama belirtilen 3 çeşitten daha az etkilenmiş. Çalışmamızda benzer şekilde (Ahmad ve ark.2012) buğdayda çeşitli Cd konsantrasyon uygulamalarının kök boyunun konsantrasyon artışına paralel olarak azaldığını ifade etmişlerdir. Streslere en dayanıklı çeşidin ise Gacer (*T.dicoccum*) olduğu kök boylarına bakıldığında da gözlemlenmiştir.

Bayındır çeşidinde ise NaCl+CdCl₂ stresinde kontrole göre daha çok etkilendiği gözlemlenmektedir. Sonrasında bakıldığında NaCl+ CdCl₂ stresi göz önüne alındığında NaCl stresinin de kontrole karşılaştırmasında etkilendiği gözlemlenmektedir. CdCl₂ uygulamasının diğer streslere oranla daha az etkilediği gözlenmektedir.

İkonya çeşidinde ise CdCl₂ stresi uygulanan buğdaylar kontrole göre karşılaştırıldığında daha çok etkilendiği gözlemlenmiştir. İkonya çeşidi uygulanan NaCl ve NaCl+CdCl₂ streslerinden benzer düzeyde ve CdCl₂ stresine bakıldığında daha az etkilendikleri gözlemlenmiştir.

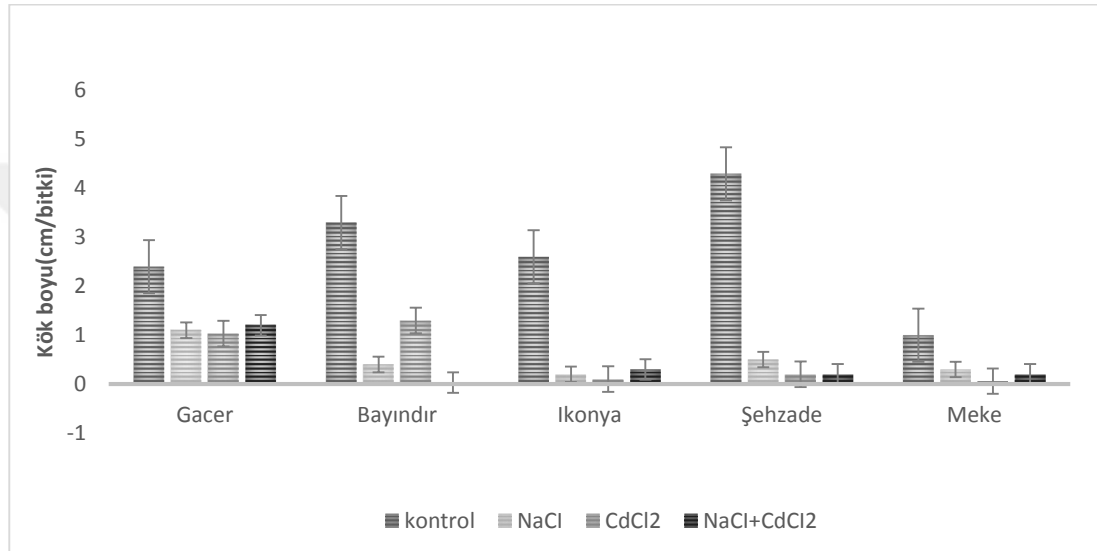
Şehzade çeşidinde kontrole göre CdCl₂ ve NaCl+CdCl₂ stresleri aynı oranda etkilemiştir. Kontrole bakıldığında NaCl stresinin daha az etkilediği gözlemlenmiştir. Meke çeşidinde kontrole göre uygulanan streslerden daha çok etkilendiği gözlemlenmiştir.

NaCl ve NaCl+CdCl₂ uygulanan bütün buğday çeşidi tohumlarında kontrole göre toplam kök boylarında önemli derece azalma tespit edilmiştir. ($p \leq 0,01$).

Buğday çeşitlerinde yapılan uygulamaların tüm çeşitlerde azalma olmasına rağmen İkonya ve Meke çeşitlerinde en fazla kök boyu inhibisyonuna uğradığı belirlenmiştir ($p \leq 0,01$) (Şekil 4.2).

Çizelge 4.1. Farklı konsantrasyonlarda NaCl ile CdCl₂ ayrı ayrı ve birlikte uygulanması sonucu beş farklı buğday çeşitlerinde ortalama kök boyları (Art ort.±standart hata)

Kök Boyları Oranı		Çeşitler			
Muamele	Gacer	Bayındır	İkonya	Şehzade	Meke
Kontrol	2,40±0,29	3,30±0,44	2,60±0,44	4,30±0,60	1,00±0,28
NaCl	1,10±0,18	0,40±0,62	0,20±0,23	0,50±0,49	0,30±0,11
CdCl ₂	1,03±0,87	1,30±0,33	0,10±0,87	0,20±0,15	0,06±0,03
NaCl+CdCl ₂	1,20±0,43	0,03±0,33	0,30±0,31	0,20±0,15	0,20±0,12



Şekil 4.2. Buğday Çeşitlerinde Kök Boylarının karşılaştırılması

4.3. Elde Edilen Veriler

4.3.1. Buğday çeşitlerinin mitotik indekslerinin karşılaştırılması

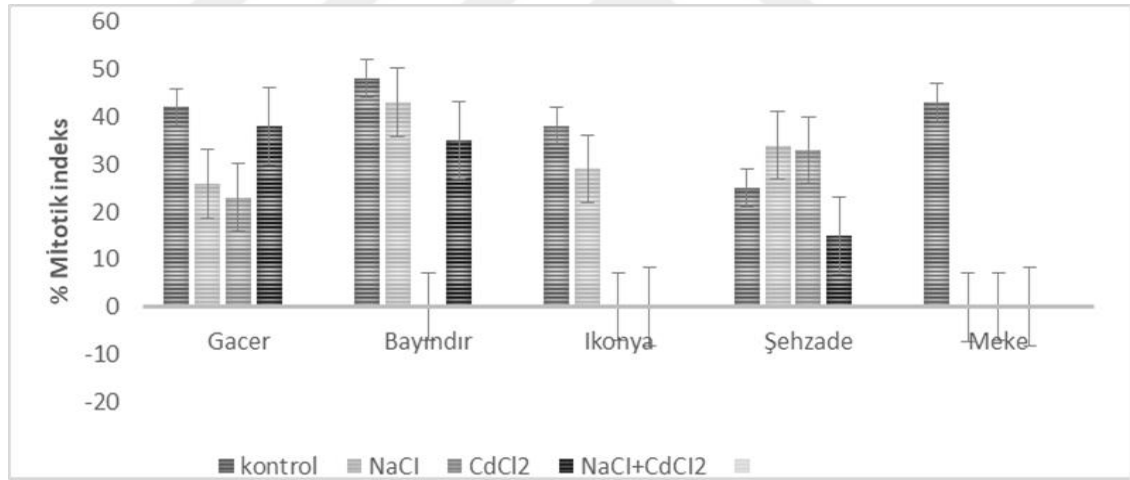
Mitotik indeks hücre bölünme frekansını yansıtan kök gelişim oranını belirlemede önemli bir parametre olarak kullanılmaktadır (Jiang ve Liu,2000). Çizelge 4.2.' den de görüleceği gibi uygulanan NaCl,CdCl₂ ve NaCl +CdCl₂ farklı konsantrasyonlarının tamamının kontrole göre mitoz bölünme üzerinde olumsuz etki yaptığı belirlenmiştir. Mitoz bölünme frekansının, tuz ve CdCl₂ konsantrasyonuna bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir.

Çalışmada NaCl ve CdCl₂ uygulamaları altında çimlenen Gacer (*T.dicoccum*) çeşidinin kontrol ve de NaCl + CdCl₂'e göre mitotik indeksin azaldığı saptanmıştır.

Bayındır çeşidi mitotik indeksleri hesaplanmıştır. Kök ucu meristem hücrelerinden hazırlanan ezme-preparatlarda, stres uygulanmış olanlarda mitotik indeksin azalmasına neden olduğu ve CdCl₂ uygulamasında mitotik indeks hesaplanamadığı gözlemlenmiştir. İkonya çeşidinde mitotik indeksin, uygulanan NaCl uygulamasında kontrole göre azalma ayrıca CdCl₂ ve NaCl+CdCl₂ muamelelerinin ise mitotik indeksinin hesaplanamadığı gözlemlenmiştir.

Şehzade çeşidi mitotik indeksleri hesaplanmıştır. Bu buğday çeşidinde kontrole göre NaCl ve CdCl₂ konsantrasyonlarında mitotik indeks oranında artış görülürken, NaCl+CdCl₂ uygulamasında azalma görülmüştür. Tuz ve tuz + kadmium uygulanan bütün buğday çeşidi tohumlarında kontrole göre mitotik indekste önemli derece artış tespit edilmiştir. ($p \leq 0,01$).

Buğday çeşitlerinde yapılan uygulamaların tüm çeşitlerde azalma olmasına rağmen İkonya ve Meke çeşitlerinde en fazla çimlenme inhibisyonuna uğradığı belirlenmiştir ($p \leq 0,01$) (Şekil 4.3)



Şekil 4.3. Buğday çeşitlerinin mitotik indekslerinin karşılaştırılması

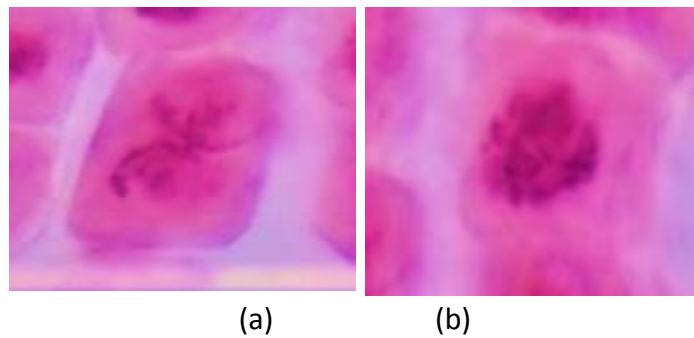
Çizelge 4.2. Buğday çeşitlerinin Kök ucu Hücrelerindeki mitotik etkiler

Çeşit	Muamele	Sayılan toplam hücre	Mitotik indeks (%)	Normal bölünen hücre
Gacer	Kontrol	313,30±0,33	42,0±0,0	132,60±0,33
	NaCl	231,30±3,33	26,0±0,0	230,60±0,33
	CdCl ₂	263,60±0,66	23,0±0,0	61,60±0,33
	NaCl+CdCl ₂	210,60±0,33	38,0±0,0	80,30±0,33
Bayındır	Kontrol	201,00±0,00	48,0±0,0	96,00±0,00
	NaCl	201,30±0,33	43,0±0,0	85,30±0,33
	CdCl ₂	201,00±0,00	0,0±0,0	0,00±0,00
	NaCl+CdCl ₂	200,00±0,00	35,0±0,0	70,00±0,00
İkonya	Kontrol	206,60±0,00	38,0±0,0	80,30±0,33
	NaCl	201,60±0,33	29,0±0,0	60,30±0,33
	CdCl ₂	203,00±0,00	0,0±0,0	0,00±0,00
	NaCl+CdCl ₂	204,00±0,00	0,0±0,0	0,00±0,00
Şehzade	Kontrol	318,0±0,33	25,0±0,0	78,60±0,33
	NaCl	408,0±5,77	34,0±0,0	136,60±0,33
	CdCl ₂	222,0±0,33	33,0±0,0	75,30±0,33
	NaCl+CdCl ₂	219,0±0,33	15,0±0,0	333,0±0,33
Meke	Kontrol	233,0±5,77	43,0±0,0	100,0±0,57
	NaCl	205,00±0,00	0,0±0,0	0,00±0,00
	CdCl ₂	201,00±0,00	0,0±0,0	0,00±0,00
	NaCl+CdCl ₂	206,00±0,00	0,0±0,0	0,00±0,00

4.4. Buğday Çeşitlerinde Mikroskop Görüntüleri

4.4.1. Gacer (*T.dicoccum*) Çeşidi

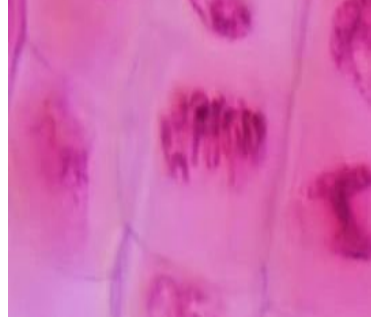
Bu çalışmada çimlendirilen Gacer (*T.dicoccum*) çeşidi kök ucu ezme preparat mitoz bölünme mikroskop görüntüleri x40



Şekil 4.4. Gacer (*T.dicoccum*) çeşidinde mitoz bölünme evrelerinden (a)Telofaz Evresi, (b) Profaz Evresi gözlemlenmektedir.

4.4.2. Bayındır Çeşidi

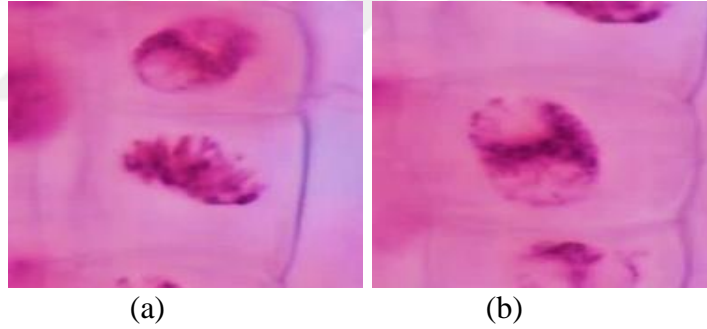
Bu çalışmada çimlendirilen Bayındır çeşidi kök ucu ezme preparat mitoz bölünme mikroskop görüntüleri x40



Şekil 4.5. Bayındır çeşidinde mitoz bölünme evrelerinden Profaz Evresi gözlemlenmektedir.

4.4.3. İkonya çeşidi

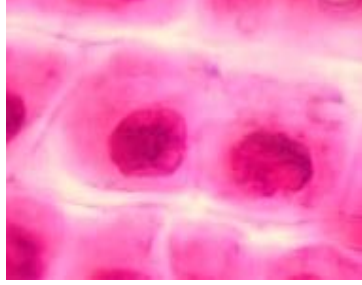
Çalışmamızda çimlendirilen İkonya çeşidi mikroskop görüntüleri x40



Şekil 4.6. İkonya çeşidinde mitoz bölünme evrelerinden (a) Profaz Evresi, (b) Metafaz Evresi gözlemlenmektedir

4.4.4. Şehzade Çeşidi

Çalışmamızda çimlenen Şehzade çeşidi mikroskop görüntüsü x40



Şekil 4.7. Şehzade çeşidinde sadece interfaz evresi gözlemlenmektedir.

4.4.5. Meke Çeşidi

Çalışmamızda çimlendirilen Meke çeşidi mikroskop görüntüsü x40



Şekil 4.8. Meke çeşidinde interfaz evresi gözlemlenmektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında tuz ve kadmiyum stresleri altında çimlendirilen atasal buğday çeşidi Gacer ile Anadolu'da yaygın tarımı yapılan Meke, İkonya, Bayındır ve Şehzade buğday çeşitlerinin çimlenme, mitotik indeks ve kromozom davranışlarına etkileri incelenip bu parametrelerden elde edilen sonuçlar ile ilgili literatürlerle karşılaştırılmıştır.

Bilindiği üzere kadmiyum ağır metali insan ve diğer canlıların metabolizması üzerinde önemli derecede toksik etkiye sahiptir. Tuz ise çimlenme esnasında dormansi halindeki buğday tanelerini etkileyerek çimlenme süresini uzatmaktadır. Bu çalışmamızda buğday çeşitlerinin uygulanan stresler altındaki etkilenme miktarları üzerinde durulmuştur.

Kullanılan buğdaylara çimlenmeleri esnasında ağır metal, tuz ve tuz + ağır metal stresler uygulandı ve kök uçlarından alınan örnekler çeşitli kimyasallardan geçirilip sitolojik çalışmalarda yapılmıştır. Uygulanan stresler altında çimlenen buğdaylar NaCl stresinden daha en çok CdCl₂ stresinden etkilenmişlerdir.

Bayındır, İkonya ve Meke çeşitlerinin CdCl₂ stresi altında çimlenen buğdayların kök gelişimi olmadığından mitotik indeksleri hesaplanamamıştır. Benzer şekilde İkonya ve Meke çeşitlerinde ekstra NaCl+CdCl₂ stresi altında çimlenme de kök gelişimi olmadığından mitotik indeksleri hesaplanamamıştır. Bu durumda toksik bir ağır metal olan Cd'un (1mM) çok düşük konsantrasyonlarda dahi çimlenme oranı ve kök gelişimini önemli oranda inhibe ettiği ilgili belirlenmiştir. Bu konu ile ilgili olarak; buğdayda Cd toksisitesinin daha iyi anlaşılması için Cd konsantrasyonlarının daha da çeşitlendirildiği sitolojik ve moleküler düzeyde çalışmalara ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. Ayrıca buğdayın çimlendirilmesinde tuz ve Cd toksisitesinin azaltılmasında farklı değişikliklerin mekanizmalarını anlamak için hala daha detaylı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Çalışılan buğday çeşitleri arasında tuz ve kadmiyum stresine en toleranslı çeşidin atalık buğday olan Gacer olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yapılan tüm uygulamalarda, kök büyümesi kontrole göre toksik bir metal olan CdCl₂ 'un hücre bölünmesinde azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Buğdayda Cd ve tuz toksisitesini azaltmak için çeşitli kimyasal uygulamaları gibi daha ileri çalışmalara ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. Buğday tohumlarında tuzluluk ve ağır metallerin çimlenme üzerine zararlarını ortadan kaldırmak ve daha toleranslı çeşitleri seçmek amacı ile tuz ve ağır metal

konsantrasyonlarının ve buğday çeşitlerinin arttırıldığı moleküler, fizyolojik ve sitogenetik düzeyde detaylı çalışmaların yapılmasının faydalı olacağını düşünmekteyiz.



KAYNAKLAR

- Aghanejad, M., Mahfoozi, S. and Sharghi, Y., 2015. Effects of Late-Season Drought Stress on some Physiological Traits. **Yield and Yield Components of Wheat Genotypes Biological Forum-An International Journal**, 7(1):1426-1431.
- Ahmad, I. Akhtar, M. J, Zahir, Zahir A, Jamil, A., (2012),Effect Of CdCl₂mium On Seed Germination And Seedling Growth Of Four Wheat (*Triticum aestivum* L.) **Cultuvars, Pak. J. Bot**,1569-1574
- Alaei, Y., 2011. The Effect of Amino Acids on Leaf Chlorophyll Content in Bread Wheat Genotypes under Drought Stress Conditions. **Middle-East Journal of Scientific Research**, 10 (1): 99-101.
- Almansouri, M., Kinet, J. M., & Lutts, S., 2001. Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). **Plant and soil**, 231(2), 243-254.
- Aygün, Y. Z., İbrahim, Atış., & Ertekin, İ., 2022. Kadmiyum Stresi Altında Farklı Kinoa Genotiplerinin Çimlenme ve İlk Fide Gelişimi. **Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi**, 27(1), 1-8..
- Aydın, İ., 2015. Tuz stresinin bazı kültür bitkilerinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri. **Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**, 3(2), 2.
- Akar, M., Atış, İ., 2019. Tohum astarlaması uygulamalarının kadmiyum ve nikel stresine maruz bırakılan kırmızı yumağın çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkisi. **Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 9(1), 26-36.
- Ak, A., 2011. Buğday çeşitlerinde ağır Metal Stresinin hücre bölünmesi Ve Antioksidan Enzim Seviyeleri üzerine Ekotoksikolojik Etkileri (**Doctoral dissertation, Anadolu University (Turkey)**).
- Atak, M., 2017. Buğday ve Türkiye buğday köy çeşitleri. **Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 22(2), 71-88.
- Acir, Y., Erdem, H., 2020. Biochar uygulamalarının ekmeklik buğdayın kadmiyum (Cd) alımına etkisi. **Akademik Ziraat Dergisi**, 9(2), 327-336.
- Asım, K., 2016. Bitki Fizyolojisi, 6.Baskı (Gündüz ofset matbaacılık ve yayıncılık/ Trabzon), 61.
- Altuner, F., Erol, Oral, & Baran, İ., 2022 Bazı Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Çeşitlerinde Tuz (NaCl) Stresinin Çimlenme Özellikleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. **Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi**, 19(1), 39-50.
- Anonim, 2022. <https://www.ariun.com.tr> Ariun web sitesi (Erişim tarihi:2022)
- Bilgili, D., Atak, & M., Mavi, K., 2018. Bazı Ekmeklik Buğday Genotiplerinde NaCl Stresinin Çimlenme ve Fide Gelişimine Etkisi. **Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 23(1), 85-96.
- Bir, T. İ., 2016. Türkiye'nin Buğday Atlası.
- Doğan, Y., Kendal, E., 2012. Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinin tane verimi ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. **Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, (1), 113-121.
- Doğaroğlu, Z. G., 2018. Kadmiyum, Kurşun Ve Çinko Metallerinin Marul (*Lactuca sativa*) Tohumlarının Çimlenme Özellikleri Üzerine Etkisi. **Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering**, 23(2), 299-308.
- Ergun, N.,Öncel I. 2012. Effects of some heavy metals and heavy metal hormone interactions on wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Gun 91) seedlings. **African Journal of Agricultural Research**, 7(10), 1518-1523.

- Ertekin, E. N., Bilgen, M., 2021. Bazı Ağır Metallerin At Dişi Mısır (*Zea mays* L.)’da Çimlenme Ve Erken Fide Gelişimi Üzerine Etkileri. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 14(2), 198-207.
- Gedik, O.; Kıran, Y., Şahin, A., 2015. Kadmiyum’ un *Vicia peregrina* L.Tohumlarının Çimlenmesi, Kök Gelişimi ve Kök Ucu Hücreleri Üzerindeki Mitotik Etkileri, **Karaelmas Science and Engineering Journal**, 5(1):9-14
- Güverci, D., 2014. Sorgum Tohumlarının Çimlenmesi Sırasında Ağır Metal Stresi Etkilerinin Hafifletilmesinde Gibberellik Asit ve Kinetinin Rolü, **Süleyman Demirel Üniversitesi**.
- Güvercin, D., 2017. Sorgum Tohumlarında Ağır Metal Stresi Etkilerinin Hafifletilmesinde Bazı Bitki Büyüme Regülatörlerinin Rolü. **Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 21(3), 886-893.
- Gökalp, Ö., Üremiş, İ., 2015. Mardin’de buğday ürününe karışan yabancı ot tohumlarının belirlenmesi. **Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 20(1), 23-30.
- Öncel, I., & Keleş, Y., 2002. Tuz stresi altındaki buğday genotiplerinde büyüme, pigment içeriği ve çözünür madde kompozisyonunda değişimler. **Cumhuriyet Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fen Bilimleri Dergisi**, 23(2).
- Kılıç, H., Hatipoğlu, A., & Şahin, M., 2021. İnsan Sağlığı Esaslı Ekmeklik Buğday Kalite Yaklaşımları. **Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**, 9(1), 857-870.
- Kamçılı, N., Can, F., 2019. Hatay ili buğday alanlarında zararlı buğday sülüğü *Oulema melanopus* (L.) (Coleoptera: Chrysomelidae)’un popülasyon gelişimi, yayılış alanları ve konukçularının belirlenmesi. **Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi**, 24(2), 116-122.
- Kıldış, M. H., 2021. Farklı tuz konsantrasyonlarının bazı serin iklim çim alan buğdaygillerinin çimlenme ve sürgün gelişimine etkileri (**Master's thesis, Sakarya Üniversitesi**).
- Özberk, F., Karagöz, A., Özberk, İ. Atlı, A., 2016. Buğday Genetik Kaynaklarından Yerel ve Kültür Çeşitlerine; Türkiye’de Buğday ve Ekmek, **Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi**,25(2):218-233
- Özkan, H., Genç, İ., 1998. *Triticum aestivum* x *Triticum durum* Türler Arası Buğday Melezinin Farklı Kromozom Sayılı Aneuploid F2 Bitkilerinin Kimi Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma, *Anadolu, J. of Aarı*, 8(1),16-25
- Öney, S., 2009. Sıcaklık Stresi Altında Çimlendirilen *Vicia faba* L. cv. Eresen- 87 Tohumlarında Mitotik İndeks, Hücre Döngüsü Ve Kromozom Davranışları Üzerine Kimyasal Gübrelerin Etkileri.” **Yüksek lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi**.
- Öktüren Asri, F., Sönmez, S., 2006. Ağır Metal Toksisitesinin Bitki Metabolizması Üzerine Etkileri. *Derim*, 23(2), 36-45.
- Rizwan, M., Ali, S., Abbas, T., Zia-ur-Rehman, M., Hannan, F., Keller, C. & Ok, Y. S., 2016. Cadmium minimization in wheat: a critical review. **Ecotoxicology and environmental safety**, 130, 43-53.
- Sivas, H., Gökbayrak, S., 2011. Investigation of cytotoxic effects of pyridine in root meristem cells of onion (*Allium cepa*), **Biological Diversity and Conservation**. 4(2):92-98
- Şehirali, S; Gençtan, T; Birsin, M. A; Zencirci, N. & Uçkesen, B., 2013. Türkiye Tahıl ve Yemelik Tane Baklagil Üretiminin Bugünkü ve Gelecekteki Boyutları, **Hakemli Dergisi**. 360: 22-31

- FAO, 2009. Faostat-Agriculture. <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx?anchor=29.06.2009>.
- Seven, T, Can, B., Darende, B. N., & Ocak, S., 2018. Hava ve toprakta ağır metal kirliliği. **Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi**, 1(2), 91-103.
- Tabur, S., Demir, K., 2008. Tuz Stresi (NaCl) Altında Çimlendirilen Arpa Tohumlarının Mitotik İndeks ve Kromozom Anormallikleri Üzerine Bazı Bitki Büyüme Düzenleyicisi Kombinasyonlarının Etkileri, **SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi (E-Dergi)**,3(2),162-173
- Tarım Orman, 2020. <https://www.tarimorman.gov.tr> (Erişim tarihi:2020)
- Tarım Orman, 2018. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr> (Erişim tarihi: 2018)
- Türkiye 'de ve Dünya 'da Buğday, 2017. <https://agtechtr.wordpress.com.tr> (Erişim tarihi: 2017)
- Yerli, C, Çakmakçı, T., Üstün, Ş., & Tüfenkçi, Ş., 2020. Ağır metallerin toprak, bitki, su ve insan sağlığına etkileri. **Türk Doğa ve Fen Dergisi**, 9(Özel Sayı), 103-114.
- Yılmaz, E., Tuna, A. L., & Bürün, B., 2011. Bitkilerin Tuz Stresi Etkilerine Karşı Gelistirdikleri Tolerans Stratejileri-Tolerance Strategies Developed By Plants To The Effects Of Salt Stress. **Celal Bayar University Journal of Science**, 7(1), 47-66.