

**KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ANADOLU KARAÇAMI (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lam.)
Holmboe) VE SARIÇAM (*Pinus sylvestris* L.) TOHUM ÖZELLİKLERİNE
MANYETİK ALAN UYGULAMALARININ ETKİSİ**

TUĞBA DUDU GÜNLÜ

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**Eylül 2014
KASTAMONU**

Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Tuğba Dudu GÜNLÜ tarafından hazırlanan "**Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold, subsp. *pallasiana* (Lam.) Holmboe) ve Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Tohum Özelliklerine Manyetik Alan Uygulamalarının Etkisi**" adlı YÜKSEK LİSANS tez çalışmasının uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Sezgin AYAN
Tez Danışmanı*, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

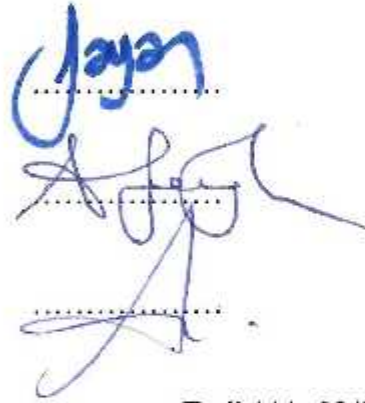


Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Orman Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Sezgin AYAN**
Orman Fakültesi, KÜ

Doç Dr. Ahmet SIVACIOĞLU
Orman Fakültesi, KÜ

Yrd. Doç. Dr. Aybaba HANÇERLİOĞLU
Fen-Edebiyat Fakültesi, KÜ



Tarih***: 03/09/2014

Bu tez ile K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu YÜKSEK LİSANS DERECESİNİ onamıştır.



Prof. Dr. Ömer KÜÇÜK
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

* Eğer ikinci danışmanı var ise aynı tez danışmanı gibi doldurulacaktır.

** Jüri Başkanının adı yazılmalıdır.

*** Savunma tarihi yazılacak.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ANADOLU KARAÇAMI (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lam.) Holmboe)
VE SARIÇAM (*Pinus sylvestris* L.) TOHUM ÖZELLİKLERİNE MANYETİK
ALAN UYGULAMALARININ ETKİSİ

Tuğba Dudu GÜNLÜ
Kastamonu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Sezgin AYAN

Bu çalışmada; Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lam.) Holmboe) ve Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) tohumları üzerinde manyetik alan uygulamalarının etkisi araştırılmıştır. Manyetik alan (MA) muamelesi için tohumlar farklı uygulama sürelerinde (5, 10 ve 15 dakika) ve değişik MA şiddetlerine (150, 300 ve 450 militesla) maruz bırakılmışlardır. Kontrol ve farklı MA şiddetlerine maruz bırakılan tohumlar, eşit koşullarda çimlendirilmeye alınmıştır.

Çimlenen tohumların 4., 7., 10., 14., 21 ve 27. günlerdeki tepkileri kayıt altına alınarak çimlenme hızı ve çimlenme yüzdeleri belirlenmiştir. Tohumların çimlenme hızı ve yüzdesine ilişkin olarak elde edilen veriler ile farklı MA şiddetleri ve uygulama süreleri için SPSS istatistik programı ile varyans analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, MA uygulanan Anadolu karaçamı ve sarıçam tohumlarında çimlenme hızı ve çimlenme yüzdelerinin kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. En uygun işlemleri belirlemek amacıyla Duncan testi uygulanmıştır. Buna göre; genel olarak 450 militesla ve 5 dakika süre ile uygulanan manyetik alan şiddetinde en iyi çimlenme hızı ve yüzdesi elde edilmiştir.

2014, 60 sayfa

Bilim Kodu:1205

Anahtar kelimeler: Manyetik alan, manyetik alan şiddeti, uygulama süresi, sarıçam, Anadolu karaçamı, tohum

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

THE EFFECT OF MAGNETIC FIELD APPLICATIONS ON SEED ATTRIBUTES
OF ANATOLIAN CRIMEAN PINE (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lam.)
Holmboe) AND SCOTCH PINE (*Pinus sylvestris* L.)

Tuğba Dudu GÜNLÜ
Kastamonu University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forestry Engineering

Adviser: Prof. Dr. Sezgin AYAN

In this study, the effects of electromagnetic field applications on Anatolian Crimean pine (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lam.) Holmboe) and Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) were investigated. The seeds were exposed to different treatment period 5 min, 10 min and 15 min and varied magnetic field intensities 150 mT, 300 mT and 450 mT, respectively. The control and experimental groups were germinated at equal conditions.

Seeds responses were recorded in 4th, 7th, 14th, 21th and 27th days, and the percentage and germination speed of seeds were determined. The data obtained from the percentage and germination speed of seeds with the different magnetic field intensities and treatment period variance analysis was performed with SPSS statistical software. As a result, the germination percentages and rates in Scotch pine and Crimean pinewere higher determined in the magnetic field applications than that in the control group. Duncan test to determine the most appropriate procedures have been applied. According this, generally, the best germination rate and percentage in magnetic field intensity which was applied for 450 mT and 5 min was obtained.

2014, 60 pages

Science Code:1205

Key Words: Magnetic field, magnetic field intensity, treatment period, crimean pine, scotch pine, seed

TEŞEKKÜR

“Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lam.) Holmboe) ve Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Tohum Özelliklerine Manyetik Alan Uygulamalarının Etkisi” isimli bu çalışma, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır. Çalışmanın başlangıç aşamasında bitiş aşamasına kadar destek ve yardımlarını esirgemeyen tez danışmanım sayın hocam Prof. Dr. Sezgin AYAN’a sonsuz teşekkür ve şükranlarımı sunarım. Gerek manyetik alan sisteminin kurulması gerekse manyetik alan uygulama işlemlerinin yapılmasında görüş ve önerileriyle çalışmamı yönlendiren, büyük ilgi ve desteğini gördüğüm sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Aybaba HANÇERLİOĞLU’na, Doç. Dr. Ahmet SIVACIOĞLU’na ve Yrd. Doç. Dr. Nezahat TURFAN’a teşekkür eder, şükranlarımı sunarım. Laboratuvar çalışmalarımın her aşamasında beni yalnız bırakmayan ve her zaman bana destek veren Arş. Gör. Esra Nurten YER ve Arş. Gör. Seda ERKAN BUĞDAY’a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Ayrıca çalışmamla ilgili olarak istatistik analizlerinin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Yrd. Doç. Dr. İlker ERCANLI’ya teşekkürlerimi sunuyorum. Yine bu günlere gelmemde çok büyük emekleri olan, hayatım boyunca bana her türlü konuda destek veren çok sevgili aileme, çalışmalarım süresince bana hep destek olan eşim Yrd. Doç. Dr. Alkan GÜNLÜ’ye ve biricik oğluma çok teşekkür ederim.

Tuğba Dudu GÜNLÜ
Kastamonu, Eylül 2014

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
TABLolar DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM	8
3.1. Materyal.....	8
3.1.1. Birinci Denemede Kullanılan Tohum Materyali.....	8
3.1.2. İkinci Denemede Kullanılan Tohum Materyali.....	8
3.2. Çimlenme Denemelerinde Kullanılan Ortam ve Materyaller	9
3.2.1. Birinci Denemede Kullanılan Ortam ve Materyaller	9
3.2.2. İkinci Denemede Kullanılan Ortam ve Materyaller	9
3.3. Yöntem.....	10
3.3.1. Çimlenme Testlerine Tabi Tutulacak Tohumlara Ön Hazırlık	10
3.3.2. Manyetik Alan Sisteminin Oluşturulması.....	10
3.3.2.1. Manyetik ölçerin özellikleri	10
3.2.2.2. Doğru akım (DC) ve alternatif akım (AC) güç kaynağı	11
3.2.2.3. Digital ölçümler	12
3.2.2.4. Biot-Savart ve Amper yasası.....	13
3.2.2.4.1. Biot-Savart yasası.....	13
3.2.2.4.2. Amper yasası	14
3.2.2.4.3. Sağ el kuralı.....	14
3.2.2.4.4. 150 mT'lık örnek bir manyetik alan şiddetinin elde edilmesi	14
3.4. Tohumlara Farklı Manyetik Alan Şiddetlerinin Uygulanması	16
3.4.1. Birinci Denemede	16
3.4.2. İkinci Denemede	18
3.5. İstatistiksel Değerlendirme	27

4.BULGULAR	28
4.1. Birinci Denemede Kullanılan Anadolu Karaçamı Tohumlarına İlişkin Tespitler	28
4.1.1. Anadolu Karaçamı Kuru Tohumlara Manyetik Alan Uygulaması	28
4.1.2. Suda Bekletilmiş Anadolu Karaçamı Tohumlarına Manyetik Alan Uygulaması.....	29
4.2. Birinci Denemede Kullanılan Sarıçam Tohumlarına İlişkin Tespitler	30
4.2.1. Sarıçam Kuru Tohumlara Manyetik Alan Uygulaması	30
4.2.2. Suda Bekletilmiş Sarıçam Tohumlarına Manyetik Alan Uygulaması.....	31
4.3. İkinci Denemede Kullanılan Sarıçam Tohumlarına İlişkin Tespitler	32
4.3.1. Çimlenme Yüzdesi Düşük Sarıçam Tohumlarına İlişkin Tespitler.	32
4.3.2. Çimlenme Yüzdesi Yüksek Sarıçam Tohumlarına İlişkin Tespitler	34
4.4. İkinci Denemede Kullanılan Anadolu Karaçamı Tohumlarına İlişkin Tespitler.....	39
4.4.1. Çimlenme Yüzdesi Düşük Anadolu Karaçamı Tohumlarına İlişkin Tespitler	39
4.4.2. Çimlenme Yüzdesi Yüksek Anadolu Karaçam Tohumlarına İlişkin Tespitler	42
5. TARTIŞMA	48
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	52
KAYNAKLAR	54
ÖZGEÇMİŞ	60

SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
AC	Alternatif Akım
ÇH	Çimlenme Hızı
ÇY	Çimlenme Yüzdesi
DC	Doğru Akım
dk	Dakika
G	Gauss
MA	Manyetik Alan
MAŞ	Manyetik Alan Şiddeti
mT	miliTesla
Std	Standart Sapma
T	Tesla

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan tohumların elde edildiği işletme şefliklerinin konumu	9
Şekil 3.2. Gauss/teslametrenin genel görünümü	11
Şekil 3.3. DC-AC güç kaynağı ile solenoid’te oluşan manyetik alan ölçülmesi	12
Şekil 3.4. Dijital multimetre cihazı	12
Şekil 3.5. Bir ds uzunluk elemanından geçen I akımının P noktasında oluşturduğu dB manyetik alanın Biot-Savart yasası ile gösterimi	13
Şekil 3.6. Sağ el kuralı	14
Şekil 3.7. Güçlü mıknatıs yardımıyla Anadolu karaçamı tohumlarına manyetik alan şiddetinin uygulanması	15
Şekil 3.8. Petri kaplarına konulacak tohumların sayılması	19
Şekil 3.9. Tohumların petri kaplarına konulması	20
Şekil 3.10. Tohumların manyetik alana maruz bırakılması	20
Şekil 3.11. Manyetik alana tabi tutulan tohumlardan bir görünüm	21
Şekil 3.12. Çimlendirme ortamı torf ile doldurulan viyollerin ekime hazırlanması ..	21
Şekil 3.13. Ekime hazır hale getirilen viyollerin etiketlenmesi	22
Şekil 3.14. Tohumların viyollere ekilmesi	22
Şekil 3.15. Viyollerin iklim odasına konulması	23
Şekil 3.16. İklim dolabının sıcaklık ve nem koşulları	23
Şekil 3.17. Viyollerdeki tohumların sulanması	24
Şekil 3.18. Tohumların çimlenme durumunun incelenmesi	24
Şekil 3.19. Viyollerde çimlenen tohumların sayılması (10. gün)	25
Şekil 3.20. Viyollerde çimlenen tohumların sayılması (14.gün)	25
Şekil 3.21. Viyollerde çimlenen tohumların sayılması (21.gün)	26
Şekil 3.22. Viyollerde çimlenen tohumların sayılması (27.gün)	26
Şekil 3.23. Çimlenen tohumların karnelere girilmesi	27
Şekil 4.1. Çimlenme yüzdesi düşük sarıçam tohumlarında farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde gözlenen çimlenme yüzdeleri	34
Şekil 4.2. Çimlenme yüzdesi yüksek sarıçam tohumlarında farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde gözlenen çimlenme yüzdeleri	37
Şekil 4.3. Çimlenme yüzdesi yüksek sarıçam tohumlarında farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde gözlenen çimlenme hızları	38
Şekil 4.4. Düşük ve yüksek çimlenme yüzdesine sahip sarıçam tohumlarına uygulanan farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde gözlenen çimlenme hızları	38
Şekil 4.5. Düşük ve yüksek çimlenme yüzdesine sahip sarıçam tohumlarına uygulanan farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde gözlenen çimlenme yüzdeleri	39
Şekil 4.6. Çimlenme yüzdesi düşük Anadolu karaçamı tohumlarında farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde gözlenen çimlenme hızları	42
Şekil 4.7. Çimlenme yüzdesi düşük Anadolu karaçamı tohumlarında farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde gözlenen çimlenme yüzdeleri	42

Şekil 4.8. Çimlenme yüzdesi yüksek Anadolu karaçamı tohumlarında farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde gözlenen çimlenme hızları	46
Şekil 4.9. Çimlenme yüzdesi yüksek Anadolu karaçamı tohumlarında farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde gözlenen çimlenme yüzdeleri.....	46
Şekil 4.10. Düşük ve yüksek çimlenme yüzdesine sahip Anadolu karaçamı tohumlarına uygulanan farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde gözlenen çimlenme hızları.....	47
Şekil 4.11. Düşük ve yüksek çimlenme yüzdesine sahip Anadolu karaçamı tohumlarına uygulanan farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde gözlenen çimlenme yüzdeleri	47

TABLolar DİZİNİ

Tablo 3.1. Birinci denemede kullanılan tohumlara ait bilgiler.....	8
Tablo 3.2. İkinci denemede kullanılan tohumlara ait bilgiler.....	9
Tablo 3.3. Birinci denemede kullanılan sarıçam ve Anadolu karaçamı tohumlarına uygulanan manyetik alan şiddetleri ve uygulama süreleri.....	17
Tablo 3.4. İkinci denemede kullanılan sarıçam ve Anadolu karaçamı tohumlarına uygulanan manyetik alan şiddetleri ve uygulama süreleri.....	18
Tablo 4.1. Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde Anadolu karaçamı kuru tohumlarında gözlenen çimlenme özellikleri	28
Tablo 4.2. Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde suda bekletilmiş Anadolu karaçamı tohumlarında gözlenen çimlenme özellikleri	29
Tablo 4.3. Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde sarıçam kuru tohumlarında gözlenen çimlenme özellikleri	30
Tablo 4.4. Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde suda bekletilmiş sarıçam tohumlarında gözlenen çimlenme özellikleri	31
Tablo 4.5. Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde çimlenme yüzdesi düşük sarıçam tohumlarında gözlenen çimlenme özellikleri	32
Tablo 4.6. Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde çimlenme yüzdesi düşük sarıçam tohumlarının çimlenme yüzdesine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	33
Tablo 4.7. Farklı manyetik alan şiddetlerine bağlı olarak çimlenme yüzdesi düşük sarıçam tohumlarının çimlenme yüzdesine ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları.....	33
Tablo 4.8. Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde çimlenme yüzdesi yüksek sarıçam tohumlarında gözlenen çimlenme özellikleri.....	34
Tablo 4.9. Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde çimlenme yüzdesi yüksek sarıçam tohumlarının çimlenme hızına etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	35
Tablo 4.10. Farklı manyetik alan şiddetlerine bağlı olarak çimlenme yüzdesi yüksek sarıçam tohumlarının çimlenme hızına ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları.....	35
Tablo 4.11. Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama sürelerinin çimlenme yüzdesi yüksek sarıçam tohumlarının çimlenme yüzdesi etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	36
Tablo 4.12. Farklı manyetik alan şiddetlerine bağlı olarak çimlenme yüzdesi yüksek sarıçam tohumlarının çimlenme yüzdesine ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları	36
Tablo 4.13. Farklı sürelerle bağlı olarak çimlenme yüzdesi yüksek sarıçam tohumlarının çimlenme yüzdesine ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları.....	37
Tablo 4.14. Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde çimlenme yüzdesi düşük Anadolu karaçamı tohumlarında gözlenen çimlenme özellikleri	39
Tablo 4.15. Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde çimlenme yüzdesi düşük Anadolu karaçamının çimlenme hızına etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	40

Tablo 4.16. Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde çimlenme yüzdesi düşük Anadolu karaçamı tohumlarının çimlenme yüzdesi etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	41
Tablo 4.17. Farklı uygulama sürelerine bağlı olarak çimlenme yüzdesi düşük Anadolu karaçamı tohumlarının çimlenme yüzdelere ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları	41
Tablo 4.18. Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde çimlenme yüzdesi yüksek Anadolu karaçamı tohumlarında gözlenen çimlenme özellikleri.....	43
Tablo 4.19. Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde çimlenme yüzdesi yüksek Anadolu karaçamı tohumlarının çimlenme yüzdesine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	43
Tablo 4.20. Farklı manyetik alan şiddetine bağlı olarak çimlenme yüzdesi yüksek Anadolu karaçamı tohumlarının çimlenme hızına ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları	44
Tablo 4.21. Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde çimlenme yüzdesi yüksek Anadolu karaçamı tohumlarının çimlenme yüzdesine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	45
Tablo 4.22. Farklı manyetik alan şiddetine bağlı olarak çimlenme yüzdesi yüksek Anadolu karaçamı tohumlarının çimlenme yüzdesine ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları	45

1. GİRİŞ

Manyetik kirlenme; yüksek gerilim hatları, cep telefonları, baz istasyonları, televizyonlar, radyolar ve çeşitli elektrikli ev aletleri gibi kaynakların oluşturduğu manyetik alan (MA)'lardan kaynaklanmaktadır (Eren, 2006). Elektromanyetik alan terimi, doğal ve insan yapımı kaynaklar tarafından yayılan tüm alanları kapsamaktadır. Günümüzde MA oluşturan bu kaynaklar yaşamımızın bir parçası olmakta ve gün geçtikçe kullanımı yaygınlaşmaktadır. Manyetik kirlenme başta insanlar olmak üzere tüm canlıları etkilemektedir.

Bitkiler sağlıklı bir ekosistemin en önemli bileşenleridir. Bu nedenle dünyada, gıda ve oksijenin temel birincil üreticisi olan bitkiler önemli bir role sahiptirler. Bu nedenle; bitkilerin radyo, mikrodalga ve frekanslarına manyetik kaynakların maruz kalma etkileşiminin araştırılması önem arz etmektedir. Bitkilerin gelişimini etkileyen faktörlerin başında çevresel faktörler gelmektedir. Bitki büyümesini etkileyen çevresel faktörlerin bir kısmı elektromanyetik alanlardır.

Yapılan çalışmalarda, elektro MA'nın akışı ve maruz kalma süresi bitkilerin farklı özelliklerini etkiledikleri ortaya konulmuştur (Audus, 1960). Farklı bitkiler, farklı MA şiddetlerine ve MA'a maruz kalma süresi kombinasyonuna duyarlı olabilmektedirler (Majd et al., 2009). Bu nedenle, MA uyarımının doğasına ilişkin araştırmalar yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Günümüze kadar yapılan birçok araştırmada bitkiler üzerinde MA'nın etkisi araştırılmaya çalışılmıştır. Savastin (1928) MA'nın etkisi altındaki buğday fidelerinin boylarının uzamasında %100 oranında bir artış olduğunu saptamıştır. Daha sonra Murphy (1942) tohum çimlenmesindeki değişikliklerden, Audus (1960) ve Pittman (1965) kök gelişimi üzerinde güçlü elektromanyetotropik bir etkiden bahsetmiştir. Audus (1960) aktif olarak büyüyen köklerin manyetik akımın yüksek olduğu bölgeden düşük olduğu bölgeye doğru kıvrıldığını bulmuştur (Eren, 2006). Yapılmış bazı çalışmalarda; Güçlü MA etkisi bitkinin kök gelişimini etkilediği ortaya konulmuştur (Audus, 1960; Penuelas et al., 2004). Bununla birlikte, tohumun ekim öncesi MA'a maruz bırakılması bitkilerin performansını artırdığı yönde çalışmalar mevcuttur (Vashisth and Nagarajan, 2008). Tohumlara ekim öncesi uygulanan

fiziksel metotlar maliyetli olmamakla birlikte, aynı zamanda çevreyi olumsuz etkilemeden verimliliği artırmaktadır. Aynı zamanda söz konusu bu metotlar tohumun çimlenmesindeki fiziksel ve biyokimyasal süreci etkilemektedir. Böylece, daha güçlü ve gelişmiş ürünlerin elde edilmesine katkı sağlar. Bu nedenle, ekim öncesi tohuma uygulanacak olan fiziksel ön işlem, tohum performansını artırmaktadır (Tahir and Karim, 2010). Genel olarak, MA etkisi altındaki büyüme artışı yapılan birçok çalışmalarla ortaya konulmuştur (Bathnagar and Deb, 1977; Debeaujon, 2000; Penuelas et al., 2004). MA, fide gelişimi ve verimi, tohum gücünü artırmak için tohumlara ön işlem olarak genişçe kullanılmıştır (Pietruszewski, 1993). Yapılan çalışmalarda elektromanyetik alanın bitki büyümesini ve özellikle de tohumun çimlenmesini hızlandırmakta, bunun sonucunda da MA etkilerinin uygulanabilirliği bitkiler için yararlı olduğu ifade edilmektedir (Morar et al., 1988; Xiyao, 1988). Son zamanlarda yapılan bazı çalışmalarda MA'nın çiçeklerin sayısında ve toplam verim üzerinde (Danilov et al., 1994; Matsuda et al., 1993; Samy, 1998), tohumun çimlenme yüzdesi (ÇY) ve çimlenme hızı (ÇH)'nda (Amaya et al., 1996; Namba, 1996; Namba et al., 1998; Souza Torres et al., 1999) ve besin alımında (Duarte Diaz et al., 1997) pozitif yönde etki yaptığı ifade edilmektedir. Bunun aksine de bazı çalışmalarda; MA'nın etkili olmadığı (Magnusson, 1984) ya da negatif etki ettiği ifade edilmektedir (Dunlop and Schmidt, 1965).

Bitkilerin fiziksel özellikleri üzerinde sabit MA etkisinin mekanizması belirgin ve çok net değildir. Farklı bitki türlerinin MA'a tepkileri öngörülememektedir. Bitkilerin MA'a tepkileri MA'nın sıklığına, MA'a maruz kalma süresine, tohum hazırlama yöntemlerine, türlere ve tohumların özelliklerine bağlı olarak değişmektedir (Dhawi et al., 2009).

Bu tez çalışmasında; ÇY düşük ve yüksek olan sarıçam (%25 ve %90) ile Anadolu karaçamı (% 32 ve %92) tohumlarına uygulanan farklı MA şiddetleri (150, 300 ve 450 militesla (mT)) ve değişik uygulama süreleri (5, 10 ve 15 dakika (dk) içerisinde tohumların ÇH'na ve ÇY'ne olan etkisi ortaya konmaya çalışılmıştır. Böylece farklı tür ve aynı türe ait farklı özelliklerdeki tohum materyalinin MA şiddet ve süresine tepkisi belirlenmeye ve MA uyarımının doğasına ilişkin ipuçları yakalanmaya çalışılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bitkilerde oluşan morfolojik ve fizyolojik değişikler MA uygulamasının bir sonucudur. Alexander and Doijode (1995) tarafından yapılan bir çalışmada; soğan ve piriņ tohumları 12 saatlik bir süre zarfında zayıf bir elektriksel alana maruz bırakılmış ve bunun sonucunda tohumların çimlenmesinde, sürgün/kök uzunluğunda ve tohumların yaş/kuru oranında önemli artışlar gözlemlenmiştir.

Choudhary et al. (1981), Aksenov et al. (1996) buğdayla ilgili, Reina et al. (2001) lahana ile ilgili, Lynikienen and Poeliene (2003) arpa ile ilgili yaptıkları çalışmalarda; düşük frekanslı MA'larda tohumların Y ve oranının arttığını gözlemlenmiştir. Muraji et al. (1998) tarafından yapılan bir araştırmada ise tohumların çimlenmesinde MA pozitif yönde etki yaptığı ifade edilmiştir.

Tarakanova (1969) tarafından yapılan bir araştırmada MA'nın yüksek şiddette uygulanması sonucunda istenmeyen etkilerin ortaya çıktığı ifade edilmektedir. Davies (1996) tarafından yapılan bir araştırmada 60 Hertz (Hz) ve 40 mT MA etkisi altında turp bitkisinin boyutunda ve ağırlığında artış olduğu saptanmıştır.

Carbonell et al. (2000) tarafından yapılan bir çalışmanın sonucunda; 150 ve 200 mT'lık arasındaki MA uygulamasının pirincin çimlenmesini arttırdığı ifade edilmiştir. Garcia Reina et al. (2001) tarafından yapılan bir araştırmada; lahana tohumları 10 mT ve 10 dk süreyle MA'a maruz bırakılmış, MA'a maruz bırakılmış lahana tohumları işlem görmemiş yani diğer bir ifadeyle kontrol grubuna göre daha fazla suyu bünyesine aldığı tespit edilmiştir.

Harichand et al. (2002) tarafından yapılan bir araştırmada; buğday bitkisinin tohumları MA'a (10 mT ve 40 saat) maruz bırakılmış ve elde edilen sonuçlarda, bitki boyu, her başaktaki tohum ağırlığı ve tohum verimini arttırdığı gözlemlenmiştir.

Aladjadjiyan (2002) tarafından yapılan bir araştırmada; mısır tohumlarına 150 mT'lık bir MA uygulanmış ve bunun sonucunda çimlenme, taze ağırlık ve sürgün uzunluğunun arttığı görülmüştür. Atak vd. (2003) yaptıkları çalışmada; soya fasulyesi tohumları sabit bir MA (2.9-4.6 mT) maruz bırakılmış. Elde edilen sonuçlarda; MA uygulamasının kök büyümesini hızlandırdığı görülmüştür. Podlesny

et al. (2004) tarafından yapılan bir çalışmada; baklanın çimlenmesi ve ortaya çıkışı üzerinde MA'nın pozitif yönde etkisi olduğunu ifade etmişlerdir. Aynı zamanda bu çalışmada MA'nın uygulanması ve uygulanmaması durumları karşılaştırıldığında; MA uygulanmış alanlarda, MA'nın uygulanmadığı alanlara göre bitkinin 2-3 gün önce çimlendiği ifade edilmiştir. Bununla birlikte, ekim öncesi bakla tohumlarının MA'a tabi tutulmasıyla tohum veriminde önemli bir artışın olduğu da ifade edilmiştir.

Florez et al. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada; Mısır tohumlarının sürekli sabit MA'lara maruz kaldığında mısır fidanlarının çimlenmesinin ve başlangıçtaki büyümesinin geliştiğini belirlenmiştir. Răcuciu et al. (2008) tarafından yürütülen bir çalışmada; Yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia*) tohumları düşük sıklıktaki MA içerisine maruz bırakılmış, kısa süreli MA uygulamasında (0.5-1-2 saat) klorofil oranının yaklaşık %40 civarında arttığı ve aynı zamanda elde edilen genç akasya fidanlarının nükleik asit biyosentezi üzerinde MA'nın negatif yönde etkilediği ifade edilmiştir. Diğer bir ifadeyle; fidanların MA'a maruz kalma süresi arttıkça genç akasya fidanlarının yapraklarındaki ortalama nükleik asit seviyesi azaldığı belirtilmiştir.

Hong et al. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada; Orta ve yüksek ÇY'ne sahip *Pinus massoniana* tohumlarına 0.2 ve 0.3 T MA şiddeti 10 ve 15 dk süreyle MA uygulanmıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde; MA'nın ÇY'ni arttırdığı görülmüştür. Bu artış orta kuvvetli tohumlarda özellikle 0.3 T ve 15 dk'lık sürede çimlenme oranını %66'dan %83'ü kadar çıkarmıştır. Kuvvetli tohumlar da ise bu oran %83 olarak bulunmuştur.

Pietruszewski and Kania (2010) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada; yaz buğday bitkisinin çimlenmesi üzerine etkisini araştırmak üzere farklı şiddette MA (12.9 ve 17.9 kJ m⁻³ s) uygulanmış ve her iki MA uygulamasından elde edilen sonuçlar kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara bakıldığında, MA uygulanan tohumların çimlenmesinin kontrol grubuna göre arttığı gözlenmiştir.

Aladjadjiyan (2010) tarafında yapılan bir çalışmada; mercimek (lentil) tohumlarının ÇY'ne ilişkin olarak tohumlar 150 mT'lık ve dört farklı zaman dilimlerinde (3, 6, 9 ve 12 dk) MA'a maruz bırakılmış ve elde edilen sonuçlar kontrol gurubu ile

karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde MA'nın ÇY'ne etki etmediği ve kontrol grubu ile 9 dk süreyle uygulanan MA işleminde daha yüksek bir ÇY (%94) olduğu, bununla birlikte diğer MA işlemlerinde yukarıdaki sonuçlara yakın ÇY'nin (%87, %89 ve % 92) olduğu görülmüştür.

Vashisth and Nagarajan (2010) tarafından yapılan bir çalışmada; ayçiçeği (*Helianthus annuus*) tohumları, beş farklı MAŞ (50, 100, 150, 200 ve 250 mT) ve dört farklı zaman diliminde (1, 2, 3 ve 4 saat) MA'a maruz bırakılmıştır. ÇH ve ÇY'ne ilişkin elde edilen sonuçlar kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Gerek ÇH gerekse ÇY kontrol grubuna göre yüksek çıkmıştır. En iyi ÇH (%33) ve ÇY'nin (%95) 200 mT ve 2 saat süreyle uygulanan MA işleminde, buna karşın en düşük ÇH (%28) ve ÇY'nin (%80) kontrol grubu ve 250 mT-1 saat süreyle uygulanan MAŞ'nde olduğu görülmüştür.

Kuzugüdenli ve Kaya (2012) tarafından Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold.) tohumları üzerinde yapılan bir araştırmada; MA muamelesi için tohumlar saniyede 1 metre yol alan hareketli bir zeminde 3.8-4.8 mT'lık bir MAŞ'ne maruz bırakılmış. Kontrol ve farklı MAŞ'ne (1 kez, 3 kez, 9 kez ve 15 kez) maruz bırakılan tohumlar, eşit koşullarda çimlendirildi. Çimlenen tohumların 4., 7., 10., 14., 21 ve 28. günlerdeki optimum MAŞ'ni belirlemek için ÇY'leri ölçüldü. MA ile muamele edilmiş tohumlardan elde edilen fideliklerin boyları ve kök uzunlukları ise 60.günde ölçülmüştür. Sonuç olarak, MA uygulanan tohumlarda fidelik boylarında, ÇY'lerinde ve kök uzunluklarında olumlu yönde anlamlı ilişkiler bulunmuştur.

Faeghi and Seyedpour (2012) tarafından buğday (*Triticum* spp.) tohumları üzerinde yapılan bir çalışmada; düşük manyetik alan (50 Hz=0.05 mT) ve iki farklı süre (20 ve 40 saniye) içerisinde buğday tohumları üzerine uygulanmış, tohumlar ekildikten sonra 4. ve 8. günde fidanların yaş ağırlığı, boyu ve çimlenmeleri ölçülmüştür. Çalışmadan elde edilen sonuçlara bakıldığında başlangıçta buğday tohumlarının 20. ve 40. saniyede çimlenmesinin arttığı ancak daha sonra fidanların gövde uzunluğu ve ağırlığı ve ÇY kontrol grubuna göre azalmıştır. Aynı zamanda bu çalışmada elde edilen bir başka sonuç, buğday tohumlarına uygulanan manyetik alanın buğday fidelerinin büyümesini etkilediği görülmüştür. Genellikle uzun süreli (40 saniye) MA'a maruz kalma büyümeyi azda olsa olumlu yönde etkilemiştir.

Tanvir et al. (2012) tarafından MA'nın *Albizia procera* ve *Leucaena leucocephala* tohumlarının ÇY'ne ilişkin yapılan bir çalışmada 75 mT'lık sabit bir MAŞ üç farklı sürelerde (5, 10 ve 15 dk) tohumlar, MA maruz bırakılmıştır. Elde edilen sonuçlar kontrol grubuna göre değerlendirildiğinde; *Albizia procera* türü için 15 dk için %90, 10 dk için %82, 5 dk için %52 ve kontrol grubunda ise %41 düzeyinde bir ÇY elde edilmiştir. Bununla birlikte, *Leucaena leucocephala* türü için ise 15 dk için %78, 10 dk için %70, 5 dk için %59 ve kontrol grubunda ise %41 düzeyinde bir ÇY elde edilmiştir.

Jabail et al. (2013) tarafından buğday (*Triticum aestivum*) bitkisinin çimlenmesine üzerine yapılan bir çalışmada; 50 mT'lık bir MA üç farklı süre (10, 20 ve 30 dk) uygulanarak kök büyümesi, kuru ağırlık, kökçük büyümesinin ve köklerin kuru ağırlığı kontrol grubuna göre etkilendiği görülmüştür. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara bakıldığında, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında 50 mT ve 30 dk süre ile uygulanan MAŞ'nin buğday tohumlarının çimlenme sürecini önemli derecede etkilediği görülmüştür. Sonuç olarak; MA'nın uygulanmasıyla kök uzunluğu, kökçük büyümesi, köklerin kuru ağırlığı ve kökçük kuru ağırlığı sırasıyla %18, %12, %0.52 ve %43 oranında artmıştır.

Piras et al. (2013) tarafından çam tohumlarının çimlenmesi üzerine yaptıkları bir çalışmada 100 ppm giberelek asit (GA₃) kullanılarak çam tohumları ıslatılmış, çam tohumları üzerine negatif manyetik alan (-500 kV/m) 10 dk süreyle uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara bakıldığında, tohumların çimlenmesi üzerinde pozitif MA uygulaması kadar etkili olmamıştır. Ayrıca, negatif MAŞ'nin artırılmasıyla fidanların büyümesinin azaldığı görülmüştür.

Najafi et al. (2013) tarafından fasulye (*Phaseolus vulgaris*) bitkisi üzerinde yapılmış bir çalışmada fasulye bitkisinin morfolojik özellikleri üzerine MA'nın etkisi araştırılmıştır. Biri kontrol ve 1.8 mT MA ile iki farklı uygulama süresi (30 ve 60 dk) olmak üzere üç grup oluşturulmuş. Oluşturulan bu gruplarda 10 günlük süre içerisinde ölçümler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara bakıldığında 60 dk'lık süre içerisinde uygulanan MAŞ'nde diğer gruplara göre en küçük bitki boyu, en küçük kök ve gövde uzunluğunun meydana geldiği ve ayrıca bitkinin büyüme

dinamiklerinin yavaşladığı görülmüştür. Elde edilen bu sonuçlar ışığında bitkilerin büyüme karakterleri üzerinde farklı MAŞ'nin etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Gemici vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada yüksek gerilim hattının, elektromanyetik alanlarına maruz kalmış olan *Juglans regia* L. ve *Cerasus avium* L. Moench bitkilerin fizyolojisi üzerine etkileri incelenmiştir. Yapılan bu çalışma kontrol grubu ile karşılaştırıldığında absisik asit (ABA) içeriği artarken, gibberelik asit (GA₃) miktarı azalmış, klorofil a ve b'de azalış olduğu görülmüştür. Indole-3 asetik asit (IAA) miktarı cevizde artış kirazda bir azalış göstermiştir. Fizyolojik etkilerine göre yüksek voltajın büyüme, gelişme ve yaprak kalınlığı üzerine negatif etkileri olduğu ortaya konulmuştur.

Farzpourmachiani et al. (2013) tarafında yapılan çalışmada kedi otu (*Valeriana officinalis*) tohumlarına farklı MA (1 ve 2 mT) uygulanarak, tohumların çimlenmesi üzerinde MA'nin etkisi araştırılmıştır. Çalışmada tohumlar kuru ve ıslak (30 dk suda bekletilmiş) olarak kullanılmıştır. Tohumlar her gün 30 dk süreyle üç gün boyunca MA'a maruz bırakılmış. Elde edilen sonuçlar, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında elektro MA'a maruz kalmış tohumların ÇH ve ÇY'nin arttığı gözlemlenmiştir.

Samani et al. (2013) tarafından kimyon (*Cuminum cyminum*) tohumları üzerine MA'nin etkisi araştırılmıştır. Çalışmada üç farklı MAŞ (20, 50 ve 75 mT) ve üç farklı süre (15, 30 ve 60 dk) kullanılarak, kimyon tohumları MA'a maruz bırakılmıştır. Elde edilen sonuçlar kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, tohumların çimlenmesinde, ÇH'nda, sürgün uzunluğunda, kök uzunluğunda, toplam fidan uzunluğu, fidanların yaş ağırlığı ve kuru ağırlığında sırasıyla; %14-17, %14-57, %8-27, %25-62, %16-39, %10-29 ve %17-49 düzeyinde bir artış olduğu sonucuna varılmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Birinci Denemede Kullanılan Tohum Materyali

Birinci araştırma denemesinde; materyal olarak sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold subsp. *pallasiana* (Lam.) Holmboe) için iki farklı kaynaktan elde edilen tohumlar kullanılmıştır. Kullanılan Anadolu karaçamı tohumları, Karadere orjinli Hanönü-Günlüburun (Kastamonu) tohum bahçesinden; Sarıçam tohumları ise Araç-Dereyayla orjinli Taşköprü tohum bahçesinden temin edilmiştir. Birinci araştırma denemesinde kullanılan tohumlara ait bilgiler Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1. Birinci denemede kullanılan tohumlara ait bilgiler

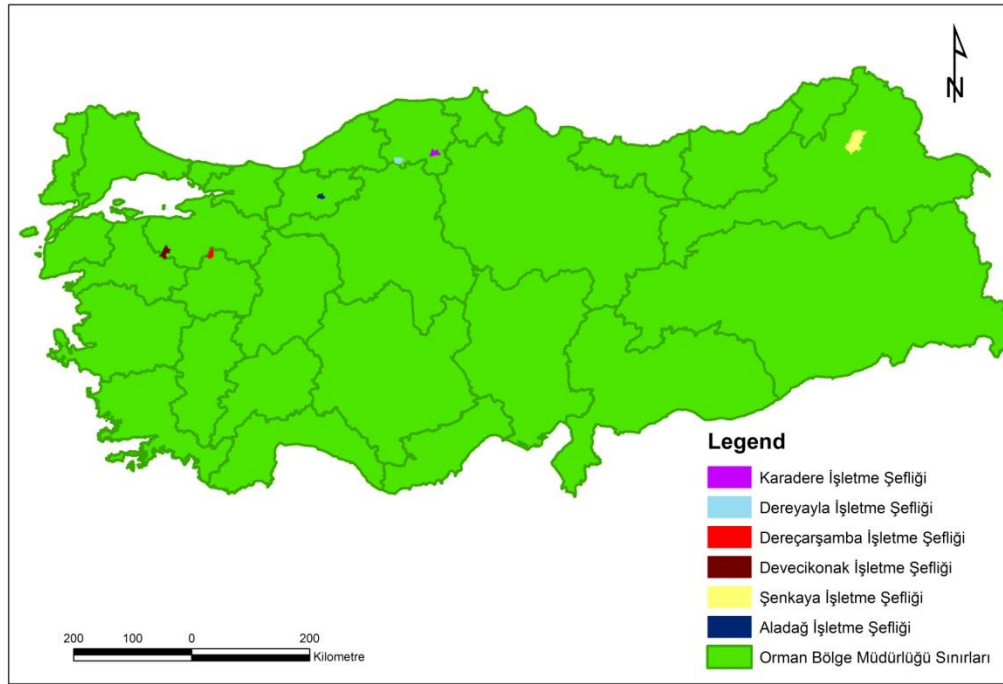
Tür Adı	Orman Bölge Müdürlüğü	Orman İşletme Müdürlüğü	Tohum Kaynağı	Orjini
<i>Pinus sylvestris</i> L.	Kastamonu	Taşköprü	Taşköprü- Tekçam Tohum Bahçesi	Araç- Dereyayla
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>pallasiana</i>	Kastamonu	Taşköprü	Hanönü- Günlüburun Tohum Bahçesi	Karadere

3.1.2. İkinci Denemede Kullanılan Tohum Materyali

İkinci araştırma denemesinde kullanılan tohumlar ise; ÇY düşük ve yüksek sarıçam ve Anadolu karaçamı tohumları kullanılmıştır. ÇY düşük (%25) ve ÇY yüksek olan (%92) sarıçam tohumları ile ÇY düşük olan (%32) ve ÇY yüksek olan (%92) Anadolu karaçamı tohumları kullanılmıştır. İkinci denemede kullanılan tohumlara ait bilgiler Tablo 3.2’de verilmiştir. Ayrıca, çalışmada kullanılan tohumların elde edildiği tohum bahçelerinin ve tohum meşcerelerinin Türkiye haritası üzerindeki konumsal durumları Şekil 3.1’de gösterilmiştir.

Tablo 3.2. İkinci denemede kullanılan tohumlara ait bilgiler

Tür Adı	Orman Bölge Müdürlüğü	Orman İşletme Müdürlüğü	Orman İşletme Şefliği	Tohum Kaynağı	ÇY
<i>Pinus sylvestris</i> L.	Bolu	Aladağ	Aladağ	Tohum meşçersi	%25
<i>Pinus sylvestris</i> L.	Erzurum	Şenkaya	Şenkaya	Tohum meşçersi	%92
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>pallasiana</i>	Bursa	Mustafa Kemalpaşa	Devecikonak	Tohum meşçersi	%32
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>pallasiana</i>	Kütahya	Domaniç	Dereçarşamba	Tohum meşçersi	%92



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan tohumların elde edildiği işletme şefliklerinin konumu

3.2. Çimlenme Denemelerinde Kullanılan Ortam ve Materyaller

3.2.1. Birinci Denemede Kullanılan Ortam ve Materyaller

Birinci denemede; sarıçam ve Anadolu karaçamı tahumlarının MA'a maruz bırakılması esnasında tohumların içerisine konulduğu petri kapları, filtre (emici) kâğıdı, saf su ve çimlendirme dolabı kullanılmıştır.

3.2.2. İkinci Denemede Kullanılan Ortam ve Materyaller

İkinci denemede ise, birinci denemede kullanılan ortam ve materyallere ilave olarak tohumlar için turba kullanılarak oluşturulan çimlendirme ortamı ve viyoller kullanılmıştır.

3.3. Yöntem

3.3.1. Çimlenme Testlerine Tabi Tutulacak Tohumlara Ön Hazırlık

Tohumların analize hazır hale getirilmesi iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci denemede kullanılan ve tohum bahçelerinden toplanan sarıçam ve Anadolu karaçamı tohumları içerisinde öncelikli olarak el muayenesi ile sağlam tohumlar seçilerek kullanıma hazır hale getirilmiştir. İkinci deneme kullanılan ve tohum meşcerelerinden elde edilen düşük ve yüksek ÇY'ne sahip sarıçam ve Anadolu karaçamı tohumları rastgele seçilerek, MA'na maruz bırakılacak tohumlar elde edilmiştir.

3.3.2. Manyetik Alan Sisteminin Oluşturulması

3.3.2.1. Manyetik ölçerin özellikleri

Sarıçam ve Anadolu karaçamı tohumlarının ÇH ve ÇY üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan MA ölçümü için Magnet-Phy FH 51 Dr. Steingroever GmbH, Art no:2000510 ve seri no:113592 CE olan gauss/teslametre manyetik alan ölçüm cihazı kullanılmıştır. Bu cihazın maksimum ölçme aralığı 20 mili Tesla-2 Tesla arasında olup, frekans aralığı DC ve AC 20 Hertz'den 10 KHz aralığında olmuştur. MA'nın ölçümü esnasındaki kullanılan hassas prope, HS-TB51 cal 650'dir. Cihazın toplam ağırlığı 0.35 Kg olup, oda sıcaklığındaki hassasiyeti 0.02 (DC için) ve 0.05 (AC)'dir. Cihaz 0-50 derece arasında ölçüm yapabilme imkânı sağlamaktadır. Cihazın içyapısında LED yapısı mevcuttur Şekil 3.2'de gauss/teslametrenin genel görünümü verilmiştir.



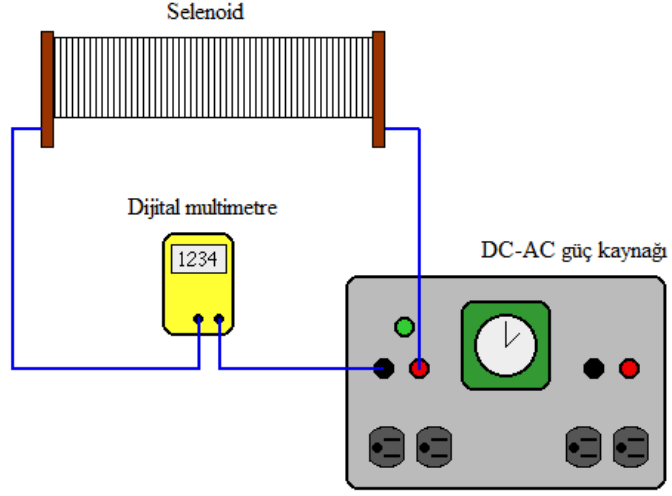
Şekil 3.2. Gauss/teslametrenin genel görünümü

3.2.2.2. Doğru akım (DC) ve alternatif akım (AC) güç kaynağı

NETES firmasına ait olan akım-gerilim güç kaynağı ile gerekli DC akımını elde ederek manyetik alan üretmek için kullandığımız selonoid'in iki ucuna belli gerilimlerde ve değişik zamanlarda sabit akımlar vererek selonoid'te manyetik alan elde edilmiştir. Selonoid'ten elde edilen manyetik alan yönü, sağ el kuralı ile manyetik alanın şiddeti de *amper yasası* yardımıyla hesaplanmıştır. Ayrıca, oluşan manyetik kuvvet değerleri Lorentz kuvvet yasası ile açıklanabilmiştir. Burada lorentz kuvveti aşağıdaki bağıntıyla verilir.

$F=QV \times B + QE=IL \times B + QE$, bağıntıdaki parametreleri göstermek gerekirse;

I=selonoidden geçen akım (amper), L=selonoid'in (bobinin) boyu (metre), B=selonoidin merkezinde oluşan maksimum manyetik alan şiddeti (1 tesla= 10^4 gauss), F=manyetik kuvvet (newton), Q=selonoid'in birim kesitinden geçen yük(coulomb). V= yüklerin manyetik kuvvete dik olan hızlarıdır (m/sn) E=oluşan elektriksel alan (N/coulomb ya da V/m) dir. (X)= vektörel çarpımdır. Hesaplamalarda yerin MA'ı sabit kabul edilip, deneysel çalışmalar boyunca kullanılan MA yanında ihmal edilmiştir. Kullanılan tohumların petri kaplarındaki malzeme diamagnet olup, manyetik özelliği zayıftır. Şekil3.3'te güç kaynağı ile belli akım-gerilim değerlerine göre selonoid de oluşan akımın gauss/teslametre ile dijital ölçümü gösterilmiştir.



Şekil 3.3. DC-AC güç kaynağı ile solenoid'te oluşan manyetik alan ölçülmesi

3.2.2.3. Digital ölçümler

Çalışma boyunca ölçümler hassas dijital multimetre ile yapılmıştır. DC-AC gerilim akımölçer olan bu cihaz toprak hattı ile beraber maksimum 1000 Volt'a kadar duyarlıdır. Cihaz Bryman firmasına ait olup, BM-805'dir. Şekil 3.4'de bu cihazın detayları gösterilmiştir. Bu cihaz yardımıyla direnç, akım, gerilim ve bunlardan başka frekans değerleri hassas olarak ölçülebilmektedir.



Şekil 3.4. Dijital multimetre cihazı

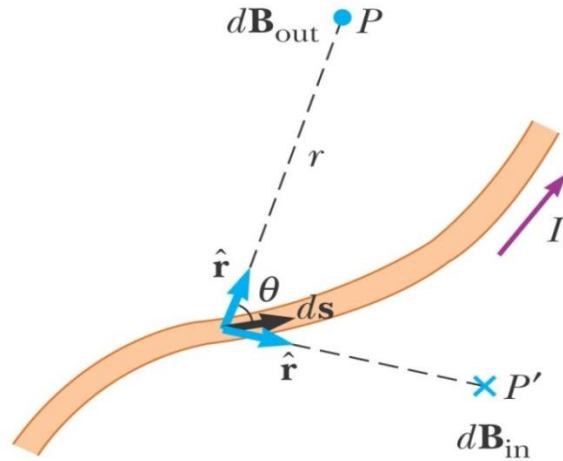
3.2.2.4. Biot-savart ve amper yasası

3.2.2.4.1. Biot-savart yasası

Oersted'in 1819'da akım-taşıyan bir iletkenin bir pusula iğnesini saptırdığını keşfinden kısa bir süre sonra, Jean Baptiste Biot (1774-1862) ve Felix Savart (1791-1841) bir elektrik akımının yakınındaki bir mıknatısa uyguladığı kuvvetle ilgili nicel deneyler yaptılar. Biot ve Savart deneysel sonuçlardan yola çıkarak uzayın bir noktasındaki MA, bu alanı oluşturan akım cinsinden veren matematiksel bir ifade buldular. İfadede, kararlı bir I akımı taşıyan bir telin bir ds uzunluk elemanının P noktasında oluşturduğu dB MA'ı aşağıdaki deneysel gözlemlerine dayanır. Şekil 3.5'de bir ds uzunluk elemanından geçen I akımının P noktasında oluşturduğu dB manyetik alanın Biot-Savart yasası ile verilmiştir. Bağıntı aşağıdaki gibidir.

$$d\vec{B} = \frac{I d\vec{s} \times \hat{r}}{r^2} \quad (3.2)$$

Burada, $d\vec{B}$ vektörü; hem ds hem de $d\vec{s}$ den P ye yönelen r birim vektörüne dik olup büyüklüğü r^2 ile ters orantılıdır. r ise $d\vec{s}$ 'nin P ye olan uzaklığıdır. $d\vec{B}$ 'nin büyüklüğü, akımla ve $d\vec{s}$ uzunluk elemanının büyüklüğü $d\vec{s}$ ve $\sin\theta$ ile orantılıdır. Burada θ , $d\vec{s}$ ve \hat{r} vektörleri arasındaki açıdır.



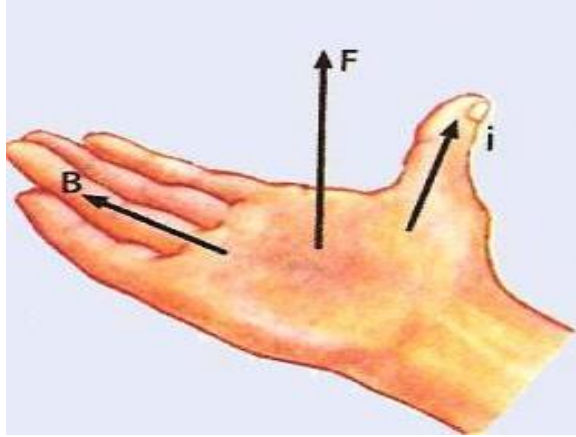
Şekil 3.5. Bir ds uzunluk elemanından geçen I akımının P noktasında oluşturduğu dB manyetik alanın Biot-Savart yasası ile gösterimi

3.2.2.4.2. Amper yasası

Bir MA ile bu alanı doğuran elektrik akımı ya da değişken elektrik alanı arasındaki nicel bağıntıyı tanımlayan yasa elektrik ile manyetizma arasındaki temel bağıntılardan biri olan Amper yasası, 1825'e değin yaptığı çalışmalarla elektromanyetizma kuramının temellerini atmış olan Andre-Marie Ampere'in adı ile anılır. MA ile bu alanı doğuran elektirik akımı arasındaki bağıntıyı belirten Biot-Savart yasasının değişik bir anlatımı olan Amper yasası genellikle, "MA'nin gelişigüzel seçilen bir yolun çevresindeki çizgi integrali, bu yolun çevrelediği net elektrik akımıyla orantılıdır" biçiminde ifade edilir. James Clerk Maxwell hem yasanın bu matematiksel tanımını yapmış hem de yasayı, elektrik akımı olmaksızın doğan manyetik alanları da kapsayacak biçimde genişletmiştir. Periyodik olarak yüklenip boşaldıkça levhaları arasındaki elektrik alanı değişen, ama elektrik yükü akışı olmayan bir sığaçta levhalar arasında oluşan MA, elektrik akımı olmaksızın doğan alanlara örnektir. Maxwell boşlukta bile, elektrik alanındaki değişikliklere eşlik eden, değişken bir MA'nin var olduğunu göstermiştir. Amper yasasının bütünü bu olayların tümünü tanımlar.

3.2.2.4.3. Sağ el kuralı

Manyetik kuvvet ve manyetik alan yönü sağ el kuralı ile şöyle belirlenir. Başparmağın I akım yönünü, dört parmak B manyetik alan yönünü (tesla) ve F avuç içi kuvveti (newton) göstermektedir (Çolakoğlu, 2009). Sağ el kuralı Şekil 3.6'da gösterilmiştir.



Şekil 3.6. Sağ el kuralı

3.2.2.4.4. 150 mT'lık örnek bir manyetik alan şiddetinin elde edilmesi

150 mT'lık sabit bir DC kaynağından elde edilen manyetik alanın bobin (selonoid) yardımıyla hesaplanması biot-savart yasası ile şöyle verilmiştir.

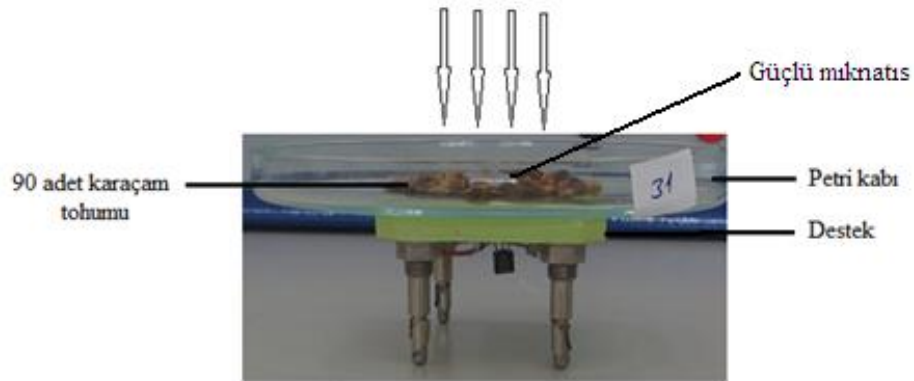
B. $B = \mu_0 \times I \times n$ bağıntısından yararlanılarak selenoid merkezindeki manyetik alan şiddeti için;

$B = \mu_0 \times I \times n \times L$ bağıntısı elde edilir.

Bütün çalışmalar boyunca MKS birim sistemi kullanılmıştır. Şekil 3.3'de DC-AC güç kaynağı, multimetre ve selenoid'in şekli gösterilmiştir. Bobin boyu $L=45$ cm, $t=5$ dk, $\pi=3,14$, devreden geçen akım 2 amper ve $\mu_0=4 \times \pi \times 10^{-7}$ N/A² (serbest uzayın manyetik geçirgenlik katsayısı);

Buradan; $B = \mu_0 \times I \times n \times L$ 'den $n=26871$ sarım sayısı elde edilir.

Ölçüm boyunca güçlü mıknatıslardan ve selenoidten yararlanılmıştır. Ölçümler değişik zamanlarda değişik manyetik alan şiddetlerinde kuru ve suda doymun hale getirilmiş sarıçam ve Anadolu karaçamı tohumlarına manyetik alan yönü yukarıdan aşağıya olacak şekilde uygulanmıştır. Düşük manyetik alanlarda selenoid kullanılmıştır. Ancak, daha şiddetli manyetik alanlar için (100 mT - 500 mT) güçlü mıknatıslardan oda sıcaklığı 300 K (27 C⁰) olacak şekilde ölçümler alınmıştır. Şekil 3.7'de güçlü mıknatıs yardımıyla Anadolu karaçamı tohumların manyetik alan şiddetinin uygulanması ve manyetik alan yönü gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Güçlü mıknatıs yardımıyla Anadolu karaçamı tohumlarına manyetik alan şiddetinin uygulanması

3.4. Tohumlara Farklı Manyetik Alan Şiddetlerinin Uygulanması

3.4.1. Birinci Denemede

Tohum bahçelerinden elde edilen sarıçam ve Anadolu karaçamı tohumlarının ÇH ve ÇY üzerine farklı şiddetler ve sürelerde uygulanan MA'nın etkisini belirlemek amacıyla üç farklı işlem uygulanmıştır.

Birinci Deneme işlemleri

- 1. işlem:** Sarıçam ve Anadolu karaçamı kuru tohumlarına MA uygulaması
- 2. işlem:** 12 saat saf su ile doymuş hale getirilen sarıçam ve Anadolu karaçamı tohumlarına MA uygulaması
- 3. İşlem:** Sarıçam ve Anadolu karaçamı tohumlarına ilişkin herhangi bir işlem yapılmayan diğer bir ifadeyle MA'na maruz bırakılmayan ve kontrol olarak değerlendirilen işlemdir.

Birinci deneme aşamasında; çalışmada kullanılan ve tohum bahçesinden elde edilen sarıçam ve Anadolu karaçamı tohumları üzerine optimum MA şiddetini belirlemek amacıyla, tohumlar petri kapları içine konularak, 24 °C oda sıcaklığında, Kastamonu Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü Laboratuvarında kurulan ve MA şiddeti, 10-25-50-100 ve 200 mT ve 5-10-15-30-60 ve 90 dk süreler boyunca MA'a maruz bırakılmışlardır. Bu aşamada tohumların MA'a maruz bırakılmasında selenoidlerden yararlanılmıştır (Tablo 3.3).

Tablo 3.3. Birinci denemede kullanılan sarıçam ve Anadolu karaçamı tohumlarına uygulanan manyetik alan şiddetleri ve uygulama süreleri

İşlemler	Uygulama	Uygulanan MAŞ (mT)	Uygulama süresi (dk)
1. işlem	MA	10	5
		25	10
		50	15
		100	30
		200	60
			90
2. işlem	MA	10	5
		25	10
		50	15
		100	30
		200	60
			90
3. işlem	Kontrol	-	-

Tohumlara ilişkin deneme çalışmaları, kontrollü iklim koşullarının oluşturabildiği ve Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü, Silvikültür Laboratuvarında bulunan “Climacell İklim Dolabında”, üzerine işlem kodları yazılmış, 12 cm çapındaki petri kaplarında, damıtılmış su ile doyurulmuş Whatman No:2 filtre kâğıdı üzerinde 22 +/-2 °C sıcaklıkta, %70 nem koşullarında çimlendirmeye alınmıştır. Bu amaçla; Petri kabında 3 tekerrürlü, her bir tekerrürde 30 adet tohum olmak üzere her bir petri kabı için toplam 90 adet tohum kullanılmıştır. Tohumlar gözleme dayalı olarak denemenin sonuna kadar saf su püskürterek nemlendirilmiştir. Çimlendirme denemeleri süresince gözleme dayalı olarak filtre kâğıtları gerektiğinde değiştirilmiştir. Tohumun çimlenmiş olarak kabul edilmesi için, kökçüklerin 1 mm. olması ile yeterli olarak kabul edilmiştir. Optimum MA şiddetini belirlemek için çimlenen tohumların sayım işlemleri denemenin başlamasından sonra 4., 7., 10., 14., 21. ve 27. günlerde gerçekleştirilmiştir.

Tohumun çimlenme yeteneğinin oransal değeri “ÇY” olarak nitelendirilir. Bunun için çimlenme denemesine konan belirli sayıda (3x100 veya 4x100 adet) tohumdan çimlenenlerin yüzde olarak ifadesi “ÇY” veya “çimlenme gücü” olarak tanımlanır. Diğer taraftan; Tohumun çabuk çimlenme yeteneği “ÇH” ya da “çimlenme enerjisi” olarak adlandırılmaktadır. ÇH, ilk 4, 7 veya 10. günde çimlenen tohumların yüzdesinin belirlenmesi ile bulunmaktadır (Üçler ve Turna, 2005). Bu çalışmada, ÇH’nın hesaplanmasında 10. günde çimlenen tohum sayıları dikkate alınmıştır.

Birinci aşamadaki deneme kurgusunda, tohum bahçelerinden elde edilen sarıçam ve Anadolu karaçamı tohumlarının, ÇH ve ÇY üzerine farklı MAŞ'leri ve sürelerinin etkisi araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde; suda 12 saat bekletilerek yüksek MAŞ ve kısa süreli olarak MA'a maruz bırakılan sarıçam ve Anadolu karaçamı tohumlarında ÇH ve ÇY'nin daha iyi olduğu yapılan çoklu varyans analizi ile ortaya konulmuştur. Bu nedenle; ikinci deneme aşamasında sadece suda 12 saat bekletilmiş ÇY düşük ve yüksek olan sarıçam ile Anadolu karaçamı tohumları MA'a maruz bırakılmıştır. Dolayısıyla bu tez kapsamında ikinci aşamada elde edilen sonuçlar üzerinde detaylı değerlendirmelerde bulunulmuştur.

3.4.2. İkinci Denemede

Tohum meşcerelerinden elde edilen sarıçam ve Anadolu karaçamı tohumlarının ÇH ve ÇY üzerine farklı şiddetler ve farklı sürelerde uygulanan MA'ın etkisini belirlemek amacıyla iki farklı işlem uygulanmıştır.

Deneme işlemleri

- 1. İşlem:** 12 saat saf su ile doymun hale getirilen sarıçam ve Anadolu karaçamı tohumlarına farklı süre ve şiddetlerde MA uygulaması
- 2. İşlem:** Sarıçam ve Anadolu karaçamı tohumlarına ilişkin herhangi bir işlem yapılmayan diğer bir ifadeyle MA'na maruz bırakılmayan ve kontrol olarak değerlendirilen işlemdir.

İkinci deneme aşamasında, sarıçam ve Anadolu karaçamı tohumları üç farklı MAŞ (150, 300 ve 450 mT) ile üç farklı süre (5, 10 ve 15 dakika) ile MA'na maruz bırakılmıştır (Tablo 3.4).

Tablo 3.4. İkinci denemede kullanılan sarıçam ve Anadolu karaçamı tohumlarına uygulanan manyetik alan şiddetleri ve uygulama süreleri

İşlemler	Uygulama	Uygulanan MAŞ (mT)	Uygulama süresi (dk)
1. işlem	Kontrol	-	-
2. işlem	MA	150	5
		300	10
		450	15

Birinci deneme aşamasında, olduğu gibi her bir işlem 3 tekerrürlü ve her bir tekerrürde 30 adet tohum olmak üzere toplam 90 adet tohum kullanılmıştır. Birinci deneme aşamasında olduğu gibi ikinci aşamasında da sarıçam ve Anadolu karaçamı tohumları petri kabına koyularak manyetik alana maruz bırakılmıştır. Bu aşamada manyetik alan ölçümleri için güçlü mıknatıslardan yararlanılmıştır. Bu çalışma; 10.12.2013 tarihinde Kastamonu Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Laboratuvarı'nda güçlü mıknatıslar tarafından oluşturulan manyetik alan düzeneğinde petri kaplarına konulan 90 adet sarıçam ve Anadolu karaçamı tohumları MA'na maruz bırakılmıştır. MA'na maruz kalan sarıçam ve Anadolu karaçamı tohumları torf maddesiyle doldurulmuş olana viyollere ekilmiştir. Viyollere ekilen sarıçam ve Anadolu karaçamı tohumları Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstrisi Bölümü İklim Odasında 22 +/-2 °C sıcaklıkta, %70 nem koşullarında çimlendirmeye alınmıştır (Şekil 3.8-3.23). Ekimi izleyen 14.12.2013 tarihinde (4. gün), 17.12.2013 tarihinde (7. gün), 20.12.2013 tarihinde (10. gün), 24.12.2013 tarihinde (14. gün), 31.12.2013 tarihinde (21. gün) ve 06.01.2014 tarihinde (27. gün) çimlenen sarıçam ve Anadolu karaçamı tohumları üzerinde sayım işlemleri yapılmıştır (Şekil 3.8-3.23). Elde edilen değerler yardımıyla sarıçam ve Anadolu karaçamı tohumlarına ilişkin ÇH ve ÇY değerleri (%) hesaplanmıştır.



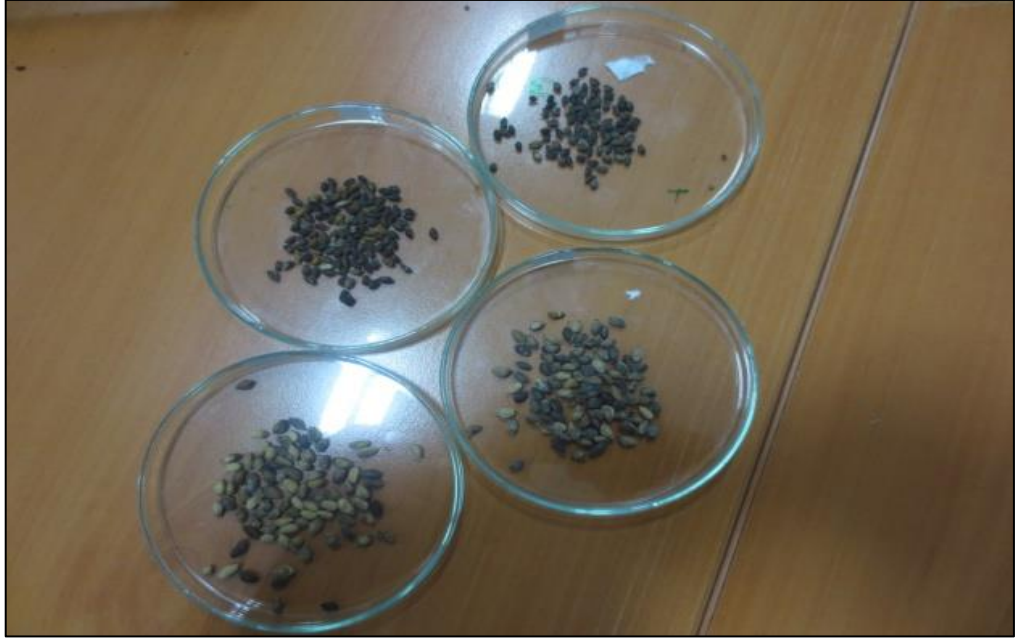
Şekil 3.8. Petri kaplarına konulacak tohumların sayılması



Şekil 3.9. Tohumların petri kaplarına konulması



Şekil 3.10. Tohumların manyetik alana maruz bırakılması



Şekil 3.11. Manyetik alana tabi tutulan tohumlardan bir görünüm



Şekil 3.12. Çimlendirme ortamı torf ile doldurulan viyollerin ekime hazırlanması



Şekil 3.13. Ekime hazır hale getirilen viyollerin etiketlenmesi



Şekil 3.14. Tohumlarının viyollere ekilmesi



Şekil 3.15. Viyollerin iklim odasına konulması



Şekil 3.16. İklim dolabının sıcaklık ve nem koşulları



Şekil 3.17. Viyollerdeki tohumların sulanması



Şekil 3.18. Tohumların çimlenme durumunun incelenmesi



Şekil 3.19. Viyollerde çimlenen tohumların sayılması (10.gün)



Şekil 3.20. Viyollerde çimlenen tohumların sayılması (14.gün)



Şekil 3.21. Viyollerde çimlenen tohumların sayılması (21.gün)



Şekil 3.22. Viyollerde çimlenen tohumların sayılması (27.gün)

SULU SARIÇAM TOHUM ÖRNEKLERİNDE

İşlemin Adı	Çimlenme Hızı												Çimlenme Yüzdesi						
	4.gün			7.gün			10.gün			14.gün			21.gün			27.gün			
	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%	27%	
TEKERRÜR																			
C Yüzdesi /yıl																			
1 C=MA200/5dk																			
2 C=MA200/10dk																			
3 C=MA200/15dk																			
4 C=MA400/5dk																			
5 C=MA400/10dk																			
6 C=MA400/15dk																			
7 C=MA600/5dk																			
8 C=MA600/10dk																			
9 C=MA600/15dk																			
10 KONTROL																			
C Yüzdesi /yıl																			
11 C=MA200/5dk																			
12 C=MA200/10dk																			
13 C=MA200/15dk																			
14 C=MA400/5dk																			
15 C=MA400/10dk																			
16 C=MA400/15dk																			
17 C=MA600/5dk																			
18 C=MA600/10dk																			
19 C=MA600/15dk																			
20 KONTROL																			

Şekil 3.23. Çimlenen tohumlarının karnelere girilmesi

3.5. İstatistiksel Değerlendirme

Farklı şiddetlerde ve değişik sürelerle sarıçam ve Anadolu karaçamı tohumlarının manyetik alana maruz bırakılması sonucu tohumların ÇH ve ÇY'ne ilişkin olarak elde edilen verilerin değerlendirilmesinde; varyans analizi ve Duncan testi kullanılmıştır. Elde edilen veriler SPSS 15.0 istatistik programı yardımıyla değerlendirilmiş ve varyans analizine tabi tutulmuştur. Tek yönlü varyans analizi, normal dağılım gösteren k toplumdaki alınan, k bağımsız grup ortalamalarının birbirine eşitliğini test etmek için kullanılan bir analizdir. sarıçam ve Anadolu karaçamı tohumlarına ilişkin elde edilen çimlenme sayıları yüzdeye çevrilerek tohumların farklı MAŞ'nde ve değişik sürelerdeki ÇH ve ÇY hesaplanmıştır. Hesaplanan bu yüzde değerler üzerinde varyans analizi öncesinde "arcsin kare kök p dönüştürmesi" uygulanmıştır (Kalıpsız 1994). Varyans analizi sonucunda istatistiksel bakımdan anlamlı ($P \leq 0.05$) farklılıklar bulunması durumunda "Duncan" çoklu testi uygulanarak homojen gruplar oluşturulmuştur. Duncan çoklu testi ile ölçülen ÇH ve ÇY bakımından hangi işlemlerin aynı grupta yer aldığı ya da farklılık gösterdiği ortaya konulmuştur (Özkan, 2003; Özdamar, 1999; Ercan, 1997; Yurtsever, 1984; Güney 2003).

4. BULGULAR

4.1. Birinci Denemede Kullanılan Anadolu Karaçamı Tohumlarına İlişkin Tespitler

4.1.1. Anadolu Karaçamı Kuru Tohumlarına Manyetik Alan Uygulaması

Anadolu karaçamı kuru tohumlarına uygulanan farklı MAŞ ve süre içerisinde Anadolu karaçamı tohumlarında meydana gelen ÇH ve ÇY'ne ilişkin veriler Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde Anadolu karaçamı kuru tohumlarında gözlenen çimlenme özellikleri

MAŞ (mT)	Süre (dk)	Kullanılan tohum sayısı (adet)	Çimlenen tohum sayısı			ÇH (%)	Çimlenen tohum sayısı			ÇY (%)
			4.gün	7.gün	10.gün		14.gün	21.gün	27.gün	
10	5	90	-	9	17	18.8	23	24	29	32.2
10	10	90	-	10	20	22.2	22	22	27	30.0
10	15	90	-	12	20	22.2	21	21	22	24.4
10	30	90	1	14	16	17.7	21	28	30	33.3
10	60	90	2	9	11	12.2	20	24	24	26.6
10	90	90	-	7	17	18.8	19	19	21	23.3
25	5	90	-	6	18	20.0	28	28	28	31.1
25	10	90	-	6	14	15.5	20	23	25	27.7
25	15	90	-	6	23	25.5	25	25	26	28.8
25	30	90	2	12	13	14.4	28	28	28	31.1
25	60	90	-	3	12	13.3	18	18	20	22.2
25	90	90	3	7	14	15.5	17	19	21	23.3
50	5	90	-	6	12	13.3	23	23	27	30.0
50	10	90	1	8	17	18.8	25	25	25	27.7
50	15	90	2	10	12	13.3	20	23	23	25.5
50	30	90	2	7	10	11.1	24	28	30	33.3
50	60	90	-	9	21	23.3	25	30	30	33.3
50	90	90	-	6	12	13.3	14	17	19	21.1
100	5	90	3	7	14	15.5	18	18	19	21.1
100	10	90	-	3	14	15.5	30	30	30	33.3
100	15	90	1	6	6	6.6	12	23	23	25.5
100	30	90	1	9	16	17.7	27	27	28	31.1
100	60	90	3	6	11	12.2	12	14	15	16.6
100	90	90	-	9	19	21.1	19	19	20	22.2
200	5	90	-	7	19	21.1	23	23	23	25.5
200	10	90	2	11	26	28.8	26	26	26	28.8
200	15	90	1	8	17	18.8	24	24	24	26.6
200	30	90	2	11	17	18.8	21	21	21	23.3
200	60	90	-	18	27	30.0	32	32	32	35.5
200	90	90	-	13	20	22.2	22	27	28	31.1
Ortalama						9.0				27.5
KONTROL		90	2	12	25	27.7	32	32	32	35.5

Tablo 4.1 incelendiğinde, Anadolu karaçamı kuru tohumlarına uygulanan farklı MAŞ ve uygulama süresinde özellikle 200 mT'lık ve 60 dk süre ile uygulanan MAŞ'nde en yüksek ÇH (% 30) ve ÇY'nin (% 35.5) olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar kontrol

işlemi ile karşılaştırıldığında; ÇY'nin (% 35.5) aynı olduğu, ÇH'nin (% 27.7) ise daha düşük olduğu görülmüştür.

4.1.2. Suda Bekletilmiş Anadolu Karaçamı Tohumlarına Manyetik Alan Uygulaması

Suda bekletilmiş Anadolu karaçamı tohumlarına uygulanan farklı MAŞ ve uygulama süresinde Anadolu karaçamı tohumlarında meydana gelen ÇH ve ÇY'ne ilişkin veriler Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2. Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde suda bekletilmiş Anadolu karaçamı tohumlarında gözlenen çimlenme özellikleri

MAŞ (mT)	Süre (dk)	Kullanılan tohum sayısı (adet)	Çimlenen tohum sayısı			ÇH (%)	Çimlenen tohum sayısı			ÇY (%)
			4.gün	7.gün	10.gün		14.gün	21.gün	27.gün	
10	5	90	-	10	26	28.8	26	26	26	28.8
10	10	90	3	24	26	28.8	26	26	26	28.8
10	15	90	2	15	27	30.0	31	31	31	34.4
10	30	90	-	8	18	20.0	24	24	24	26.6
10	60	90	-	11	18	20.0	20	22	23	25.5
10	90	90	-	13	22	24.4	22	23	30	33.3
25	5	90	-	10	15	16.6	20	20	20	22.2
25	10	90	-	6	23	25.5	28	28	28	31.1
25	15	90	-	11	15	16.6	28	31	31	34.4
25	30	90	-	17	21	23.3	23	23	28	31.1
25	60	90	-	11	16	17.7	20	26	30	33.3
25	90	90	-	9	21	23.3	23	23	23	25.5
50	5	90	-	7	14	15.5	25	26	28	31.1
50	10	90	-	12	25	27.7	33	33	33	36.6
50	15	90	-	7	11	12.2	25	25	25	27.7
50	30	90	-	9	20	22.2	24	30	30	33.3
50	60	90	-	13	27	30.0	33	33	33	36.6
50	90	90	-	13	23	25.5	40	40	40	44.4
100	5	90	2	24	33	36.6	34	37	39	43.3
100	10	90	-	13	27	30.0	35	35	35	38.8
100	15	90	-	19	29	32.2	29	29	32	35.5
100	30	90	7	16	20	22.2	20	21	21	23.3
100	60	90	2	22	24	26.6	25	25	28	31.1
100	90	90	-	20	23	25.5	24	26	26	28.8
200	5	90	-	22	34	37.7	34	33	34	37.7
200	10	90	1	14	17	18.8	23	23	23	25.5
200	15	90	-	16	33	36.6	40	40	41	45.5
200	30	90	-	12	20	22.2	28	28	29	32.2
200	60	90	1	18	21	23.3	34	34	34	37.7
200	90	90	5	15	20	22.2	27	27	27	30.0
Ortalama						24.7				32.5
KONTROL		90		18	19	21.1	23	23	23	25.5

Tablo 4.2 incelendiğinde, suda bekletilmiş Anadolu karaçamı tohumlarına uygulanan farklı MAŞ ve uygulama süresinde özellikle 200 mT'lık ve 15 dk süre ile uygulanan MAŞ'nde en yüksek ÇH (% 36.6) ve ÇY'nin (% 45.5) olduğu görülmüştür. Bu

sonuçlar kontrol işlemi ile karşılaştırıldığında; kontrol işlemine göre daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir.

4.2. Birinci Denemede Kullanılan Sarıçam Tohumlarına İlişkin Tespitler

4.2.1. Sarıçam Kuru Tohumlara Manyetik Alan Uygulaması

Sarıçam kuru tohumlarına uygulanan farklı MAŞ ve uygulama süresinde sarıçam tohumlarında meydana gelen ÇH ve ÇY'ne ilişkin veriler Tablo 4.3'de verilmiştir.

Tablo 4.3. Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde sarıçam kuru tohumlarında gözlenen çimlenme özellikleri

MAŞ (mT)	Süre (dk)	Kullanılan tohum sayısı (adet)	Çimlenen tohum sayısı			ÇH (%)	Çimlenen tohum sayısı			ÇY (%)
			4.gün	7.gün	10.gün		14.gün	21.gün	27.gün	
10	5	90	-	3	4	4.4	10	10	12	13.3
10	10	90	-	10	11	12.2	12	15	20	22.2
10	15	90	-	6	6	6.6	9	9	9	10
10	30	90	-	-	3	3.3	8	9	13	14.4
10	60	90	-	3	3	3.3	7	7	8	8.8
10	90	90	3	9	9	10.0	9	9	11	12.2
25	5	90	-	6	9	10.0	18	18	20	22.2
25	10	90	1	6	7	7.7	7	7	7	7.7
25	15	90	-	1	1	1.1	10	10	10	11.1
25	30	90	-	1	1	1.1	6	7	8	8.8
25	60	90	-	-	1	1.1	3	4	6	6.6
25	90	90	-	2	2	2.2	5	6	7	7.7
50	5	90	-	-	2	2.2	8	8	9	10
50	10	90	1	1	1	1.1	15	15	15	16.6
50	15	90	-	-	4	4.4	6	8	9	10
50	30	90	-	1	2	2.2	5	13	16	17.7
50	60	90	-	-	5	5.5	10	10	10	11.1
50	90	90	-	-	2	2.2	9	9	9	10
100	5	90	-	2	2	2.2	7	7	7	7.7
100	10	90	-	2	2	2.2	9	10	11	12.2
100	15	90	1	-	2	2.2	12	12	14	15.5
100	30	90	1	2	6	6.6	9	12	16	17.7
100	60	90	-	-	3	3.3	7	7	7	7.7
100	90	90	-	2	3	3.3	6	7	8	8.8
200	5	90	1	1	1	1.1	13	14	14	15.5
200	10	90	-	-	-	-	10	10	10	11.1
200	15	90	-	-	2	2.2	7	7	7	7.7
200	30	90	-	2	2	2.2	8	8	7	7.7
200	60	90	-	-	-	-	10	10	10	11.1
200	90	90	-	-	1	1.1	16	16	16	17.7
Ortalama						3.6	0.1	0.11	0.12	12.0
KONTROL		90	-	-	-	-	3	12	15	16.6

Tablo 4.3 incelendiğinde, kuru sarıçam tohumlarına uygulanan farklı MAŞ ve süreleri içerisinde özellikle 10 mT'lık ve 10 dk süre ile uygulanan MAŞ'nde en yüksek ÇH (% 12.2) ve ÇY'nin (% 22.2) olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar kontrol işlemi ile karşılaştırıldığında; kontrol işlemine göre daha iyi sonuçlar elde edilmiştir.

4.2.2. Suda Bekletilmiş Sarıçam Tohumlarına Manyetik Alan Uygulaması

Suda bekletilmiş sarıçam tohumlarına uygulanan farklı MAŞ ve uygulama süresinde sarıçam tohumlarında meydana gelen ÇH ve ÇY'ne ilişkin veriler Tablo 4.4'de verilmiştir.

Tablo 4.4. Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde suda bekletilmiş sarıçam tohumlarında gözlenen çimlenme özellikleri

MAŞ (mT)	Süre (dk)	Kullanılan tohum sayısı (adet)	Çimlenen tohum sayısı			ÇH (%)	Çimlenen tohum sayısı			ÇY (%)
			4.gün	7.gün	10.gün		14.gün	21.gün	27.gün	
10	5	90	-	2	2	2.2	4	9	12	13.3
10	10	90	-	-	-	-	5	9	13	14.4
10	15	90	-	-	-	-	9	11	12	13.3
10	30	90	-	-	-	-	6	9	14	15.5
10	60	90	-	-	-	-	3	13	13	14.4
10	90	90	-	3	3	3.3	10	12	14	15.5
25	5	90	-	-	-	-	4	12	17	18.8
25	10	90	-	-	-	-	7	7	7	7.7
25	15	90	-	1	3	3.3	14	14	14	15.5
25	30	90	-	-	-	-	6	8	9	10.0
25	60	90	-	-	1	1.1	14	14	14	15.5
25	90	90	-	-	1	1.1	6	14	15	16.6
50	5	90	-	4	4	4.4	10	14	18	20.0
50	10	90	-	-	-	-	9	10	11	12.2
50	15	90	-	2	4	4.4	16	19	21	23.3
50	30	90	-	1	2	2.2	13	13	13	14.4
50	60	90	1	2	2	2.2	10	13	13	14.4
50	90	90	-	1	1	1.1	5	9	16	17.7
100	5	90	-	1	2	2.2	12	15	16	17.7
100	10	90	-	5	5	5.5	10	12	13	14.4
100	15	90	-	4	4	4.4	9	11	11	12.2
100	30	90	1	4	5	5.5	9	10	12	13.3
100	60	90	3	6	6	6.6	6	6	6	6.6
100	90	90	-	4	4	4.4	6	6	8	8.8
200	5	90	1	8	8	8.8	10	10	10	10.0
200	10	90	1	6	6	6.6	10	10	11	12.2
200	15	90	-	3	4	4.4	17	17	17	18.8
200	30	90	1	7	7	7.7	8	8	9	10.0
200	60	90	-	6	6	6.6	6	9	11	12.2
200	90	90	3	9	9	10.0	16	17	19	21.1
Ortalama						3.3				14.4
KONTROL		90	2	3	3	3.3	3	6	9	10.0

Tablo 4.4 incelendiğinde, suda bekletilmiş sarıçam tohumlarına uygulanan farklı MAŞ ve süreleri içerisinde özellikle 50 mT'lık ve 15 dk süre ile uygulanan MAŞ'nde en yüksek ÇY'nin (% 23.3) olduğu görülmüştür. Buna karşın en iyi ÇH'nın (% 10) ise 200 mT'lık ve 90 dk süre ile uygulanan MAŞ'nde görülmüştür. Bu sonuçlar, kontrol işlemi ile karşılaştırıldığında; kontrol işlemine göre daha iyi sonuçlar elde edildiği görülmektedir.

Birinci deneme sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde; 12 saat suda bekletilmiş tohumların hem sarıçam hem de Anadolu karaçamında ÇH ve ÇY açısından kuru tohumlara göre daha iyi sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Ayrıca, yüksek MAŞ uygulamalarının düşük MAŞ'lerine göre daha yüksek çimlenme değeri sonuçları oluşturmuştur.

4.3. İkinci Denemede Kullanılan Sarıçam Tohumlarına İlişkin Tespitler

4.3.1. Çimlenme Yüzdesi Düşük Sarıçam Tohumlarına İlişkin Tespitler

ÇY düşük olan sarıçam tohumlarına uygulanan farklı MAŞ ve uygulama süresinde sarıçam tohumlarında meydana gelen ÇH ve ÇY'ne ilişkin veriler Tablo 4.5'de verilmiştir.

Tablo 4.5. Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde çimlenme yüzdesi düşük sarıçam tohumlarında gözlenen çimlenme özellikleri

MAŞ (mT)	Süre (dk)	Kullanılan Tohum Sayısı(adet)	Çimlenen tohum sayısı			ÇH (%)	Çimlenen tohum sayısı			ÇY (%)
			4.gün	7.gün	10.gün		14.gün	21.gün	27.gün	
150	5	90	-	-	-		1	4	5	5.5
150	10	90	-	-	-		-	9	13	14.4
150	15	90	-	-	-		3	9	15	16.6
300	5	90	-	-	-		-	3	7	7.7
300	10	90	-	-	-		1	4	5	5.5
300	15	90	-	-	-		1	2	2	2.2
450	5	90	-	-	2	2.2	9	14	17	18.8
450	10	90	-	-	-		3	5	9	10.0
450	15	90	-	-	-		3	5	8	8.8
KONTROL		90	-	-	-		-	2	2	2.2

Tablo 4.5 incelendiğinde, ÇY düşük olan sarıçam tohumlarına uygulanan farklı MAŞ ve uygulama süresinde özellikle 450 mT'lık ve 5 dk süre ile uygulanan MAŞ'nde en yüksek ÇY'nin (% 18.8) olduğu görülmüştür. Bu sonuca göre ÇY düşük sarıçam tohumlarında; 5 dk süreli 450 mT MA uygulaması, Kontrol işlemine göre ÇY'de takriben 9 kat daha olumlu etki yapmıştır.

ÇY düşük olan sarıçam tohumlarının farklı MAŞ ve uygulama süresine göre tohumlarda meydana gelen ÇH için yeterli sayıda veri olmadığından dolayı sadece tohumların ÇY, kontrol işlemi de dahil olmak üzere değerlendirilmiştir. Elde edilen değerler, 3 farklı MAŞ ve her bir MAŞ için 3 farklı sürede ÇY düşük sarıçam

tohumlarının ÇY üzerinde istatistiksel ($P<0.05$) olarak anlamlı etkilerin olup olmadığı çoklu varyans analizi ile belirlenmiştir. Çoklu varyans analizinin sonuçları Tablo 4.6’da verilmiştir.

Tablo 4.6. Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde çimlenme yüzdesi düşük sarıçam tohumlarının çimlenme yüzdesine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

İşlemler	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
MAŞ	0.129	2	0.064	3.721	0.042*
Süre	0.007	2	0.004	0.209	0.813
MAŞ X Süre	0.100	4	0.025	1.441	0.257
Hata	0.346	20	0.017		

*Önem düzeyi (P) < 0.05 (%5 olasılık düzeyinde) istatistiksel olarak fark var

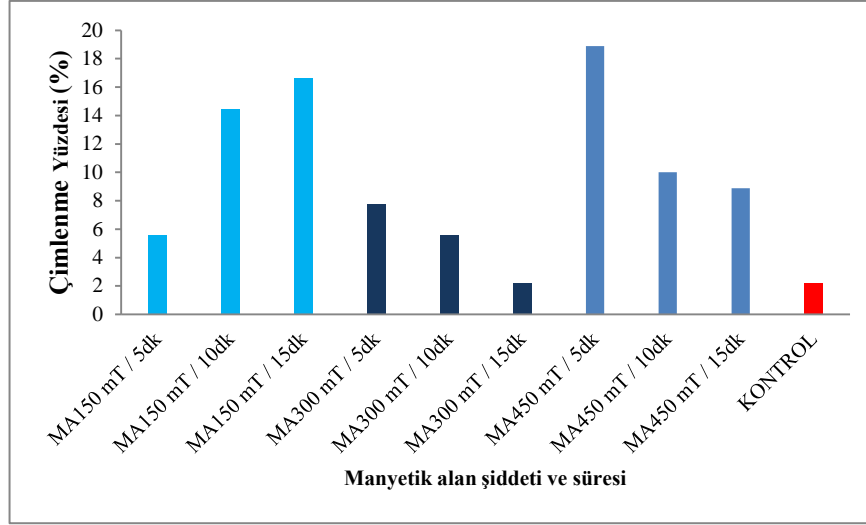
Tablo 4.6. incelendiğinde, MAŞ’ne bağlı olarak tohumların ÇY’ne ilişkin $p<0.05$ önem düzeyi ile anlamlı bir istatistiksel farklılık belirlenmiştir ($F_{hesap}=3.721$ ve $p<0.05$). Farklılıkların hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. MAŞ’leri ve sürelerle bağlı olarak ÇY düşük sarıçam tohumlarının ÇY’lerinin minimum, maksimum ve ortalama değerleri ve oluşan gruplar sırasıyla Tablo 4.7’de verilmiştir.

Tablo 4.7. Farklı manyetik alan şiddetlerine bağlı olarak çimlenme yüzdesi düşük sarıçam tohumlarının çimlenme yüzdesine ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları

MAŞ (mT)	X_{min}	X_{max}	\bar{X}	Std	Gruplar
150	3.33	33.33	12.22	9.42	b
300	0	13.33	5.18	4.44	ab
450	3.33	30	12.59	8.62	b
Kontrol	0	6.67	2.22	3.85	a

Tablo 4.7. incelendiğinde, MAŞ’lerinin uygulandığı sürelerle göre ÇY düşük sarıçam tohumlarının ÇY’lerinin ortalama değerlerine bağlı olarak iki grup oluşmuştur. 450 mT’lık MAŞ’nde tohumların diğer MAŞ’ndeki tohumlara oranla daha iyi ÇY elde edilmiştir.

Kontrol grubuna göre farklı MAŞ ve uygulama sürelerine bağlı olarak ÇY düşük sarıçam tohumlarında meydana gelen ÇY’lerinin grafiksel olarak nasıl değişim gösterdiği Şekil 4.1’de görülmektedir.



Şekil 4.1. Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde çimlenme yüzdesi düşük sarıçam tohumlarında gözlenen çimlenme yüzdeleri

4.3.2. Çimlenme Yüzdesi Yüksek Sarıçam Tohumlarına İlişkin Tespitler

ÇY yüksek olan sarıçam tohumlarına uygulanan farklı MAŞ ve uygulama süresinde ÇY yüksek sarıçam tohumlarında meydana gelen ÇH ve ÇY'ne ilişkin veriler Tablo 4.8'de verilmiştir.

Tablo 4.8. Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde çimlenme yüzdesi yüksek sarıçam tohumlarında gözlenen çimlenme özellikleri

MAŞ (mT)	Süre (dk)	Kullanılan tohum sayısı(adet)	Çimlenen tohum sayısı			ÇH (%)	Çimlenen tohum sayısı			ÇY (%)
			4.gün	7.gün	10.gün		14.gün	21.gün	27.gün	
150	5	90	-	1	5	5.5	11	15	20	22.2
150	10	90	-	-	-		3	7	8	8.8
150	15	90	-	-	-		3	9	13	14.4
300	5	90	-	-	2	2.2	13	22	24	26.6
300	10	90	-	-	5	5.5	10	13	16	17.7
300	15	90	-	-	5	5.5	20	20	20	22.2
450	5	90	-	-	18	20	32	38	40	44.4
450	10	90	-	-	5	5.5	14	16	22	24.4
450	15	90	-	-	5	5.5	20	22	22	24.4
KONTROL		90	-	-	7	7.7	17	18	18	20.0

Tablo 4.8. incelendiğinde, ÇY yüksek olan sarıçam tohumlarına uygulanan farklı MAŞ ve uygulama süresinde özellikle 450 mT'lık ve 5 dakika süre ile uygulanan MAŞ'nde en fazla ÇH (% 20.0) ve ÇY (% 44.4) olduğu görülmüştür.

ÇY yüksek olan sarıçam tohumlarının farklı MAŞ ve uygulama süresine göre tohumlarda meydana gelen ÇH, kontrol işlemi de dahil olmak üzere değerlendirilmiştir. Elde edilen değerler, 3 farklı MAŞ ve her bir MAŞ için 3 farklı sürede ÇY yüksek sarıçam tohumlarının ÇH üzerinde istatistiksel ($P < 0.05$) olarak anlamlı etkilerin olup olmadığını çok yönlü varyans analizi araştırılmıştır. Çok yönlü varyans analizinin sonuçları Tablo 4.9’da verilmiştir.

Tablo 4.9. *Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde çimlenme yüzdesi yüksek sarıçam tohumlarının çimlenme hızına etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları*

İşlemler	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
MAŞ	0.207	2	0.103	5.654	0.011*
Süre	0.072	2	0.036	1.963	0.167
MAŞ X Süre	0.167	4	0.042	2.288	0.096
Hata	0.366	20	0.018		

*Önem düzeyi (P) < 0.05 (%5 olasılık düzeyinde) istatistiksel olarak fark var

Tablo 4.9 incelendiğinde, MAŞ’lerine bağlı olarak tohumların ÇH’na ilişkin $p < 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı bir istatistiksel farklılık belirlenmiştir ($F_{\text{hesap}} = 5.654$ ve $p < 0.05$). Farklılıkların hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. MAŞ’lerine bağlı olarak ÇY yüksek sarıçam tohumlarının ÇH’larının minimum, maksimum ve ortalama değerleri ve oluşan gruplar sırasıyla Tablo 4.10’da verilmiştir.

Tablo 4.10. *Farklı manyetik alan şiddetlerine bağlı olarak çimlenme yüzdesi yüksek sarıçam tohumlarının çimlenme hızına ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları*

MAŞ (mT)	X_{\min}	X_{\max}	\bar{X}	Std	Gruplar
150	0	10	1.85	3.76	a
300	0	13.33	4.44	4.40	ab
450	0	26.67	10.37	9.92	b
Kontrol	3.33	13.33	7.77	5.09	b

Tablo 4.10 incelendiğinde, MAŞ’lerine göre ÇY yüksek sarıçam tohumlarının ÇH’larının ortalama değerlerine bağlı olarak iki grup oluşturulmuş, 450 mT’lık MAŞ’nde tohumların diğer MAŞ’ndeki tohumlara oranla daha iyi ÇH elde edilmiştir. Elde edilen bu sonuca göre ÇY yüksek sarıçam tohumlarında; 5 dk süreli 450 mT MAŞ’nde tohumlarına iyi ÇH elde edilmiştir.

ÇY yüksek olan sarıçam tohumlarının farklı MAŞ ve uygulama süresine göre tohumlarda meydana gelen ÇY, kontrol işlemi de dahil olmak üzere değerlendirilmiştir. Elde edilen değerler, 3 farklı MAŞ ve her bir MAŞ için 3 farklı sürede ÇY yüksek sarıçam tohumlarının ÇY üzerinde istatistiksel ($P<0.05$) olarak anlamlı etkilerin olup olmadığı çoklu varyans analizi araştırılmıştır. Çoklu varyans analizinin sonuçları Tablo 4.11’de verilmiştir.

Tablo 4.11. *Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama sürelerinin çimlenme yüzdesi yüksek sarıçam tohumlarının çimlenme yüzdesi etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları*

İşlemler	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
MAŞ	0.173	2	0.086	4.785	0.020*
Süre	0.148	2	0.074	4.110	0.032*
MAŞ X Süre	0.173	4	0.006	0.349	0.842
Hata	0.148	20	0.018		

*Önem düzeyi (P) < 0.05 (%5 olasılık düzeyinde) istatistiksel olarak fark var

Tablo 4.11 incelendiğinde, hem MAŞ’lerine hem de MA’nın uygulama süresine bağlı olarak tohumların ÇY’ne ilişkin $p<0.05$ önem düzeyi ile anlamlı bir istatistiksel farklılık belirlenmiştir ($F_{hesap}=4.785$, $F_{hesap}=4.110$ ve $p<0.05$). Farklılıkların hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. MAŞ’leri ve sürelerle bağlı olarak ÇY yüksek sarıçam tohumlarının ÇY’lerinin minimum, maksimum ve ortalama değerleri ve oluşan gruplar sırasıyla Tablo 4.12 ve 4.13’de verilmiştir.

Tablo 4.12. *Farklı manyetik alan şiddetlerine bağlı olarak çimlenme yüzdesi yüksek sarıçam tohumlarının çimlenme yüzdesine ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları*

MAŞ (mT)	X_{min}	X_{max}	\bar{X}	Std	Gruplar
150	3.33	36.67	15.18	9.87	a
300	6.67	43.33	22.22	10.92	ab
450	6.67	53.33	31.11	13.84	b
Kontrol	13.33	30	20	8.81	ab

Tablo 4.12 incelendiğinde, MAŞ’lerinin uygulandığı sürelerle göre ÇY yüksek sarıçam tohumlarının ÇY’lerinin ortalama değerlerine bağlı olarak iki grup

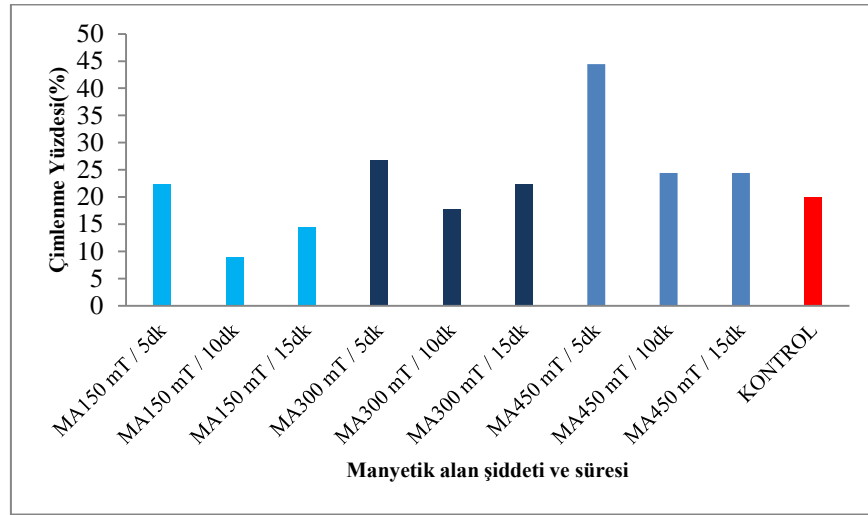
oluşmuştur. 450 mT'lık MAŞ'nde tohumların diğer MAŞ'ndeki tohumlara oranla daha iyi ÇY elde edilmiştir.

Tablo 4.13. Farklı sürelerle bağlı olarak çimlenme yüzdesi yüksek sarıçam tohumlarının çimlenme yüzdesine ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları

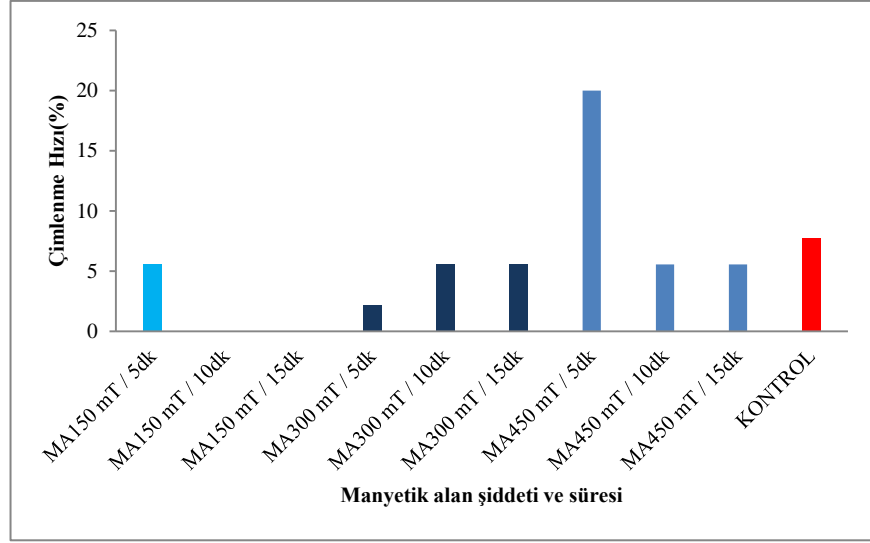
Süre (dk)	X_{min}	X_{max}	\bar{X}	Std	Gruplar
5	10	53.33	31.11	14.71	b
10	3.33	36.67	17.03	11.95	a
15	10	33.33	20.37	8.40	ab
Kontrol	13.33	30	20	8.81	ab

Tablo 4.13 incelendiğinde, MAŞ'lerinin uygulandığı sürelerle göre ÇY yüksek sarıçam tohumlarının ÇY'lerinin ortalama değerlerine bağlı olarak iki grup oluşmuştur. 5 dk'lık MA maruz bırakılan tohumlar diğer sürelerdeki tohumlara oranla daha iyi ÇY elde edilmiştir.

Kontrol grubuna göre farklı MAŞ'lerine ve sürelerle bağlı olarak ÇY yüksek sarıçam tohumlarında meydana gelen ÇY ve ÇH'nın grafiksel olarak nasıl değişim gösterdiği Şekil 4.2 ve 4.3'te görülmektedir.

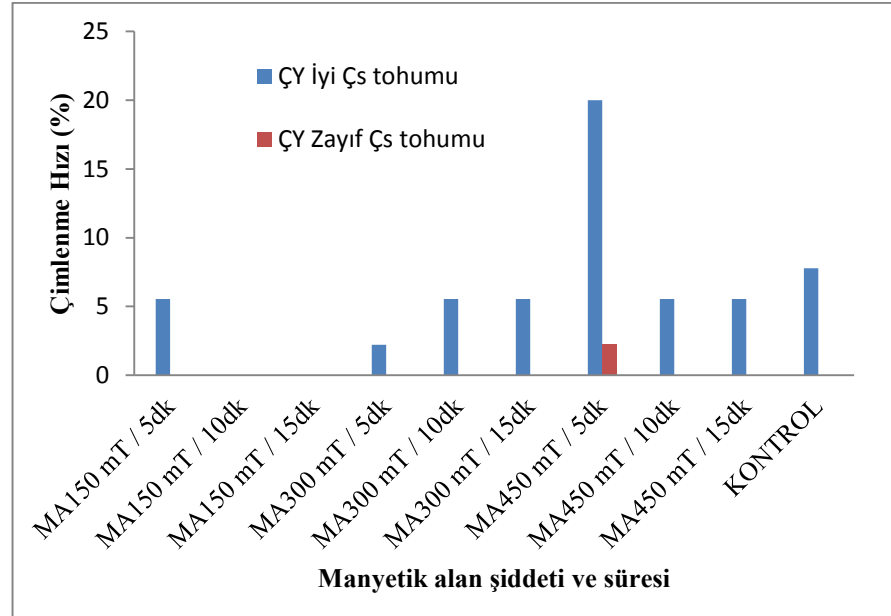


Şekil 4.2. Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde çimlenme yüzdesi yüksek sarıçam tohumlarında gözlenen çimlenme yüzdeleri

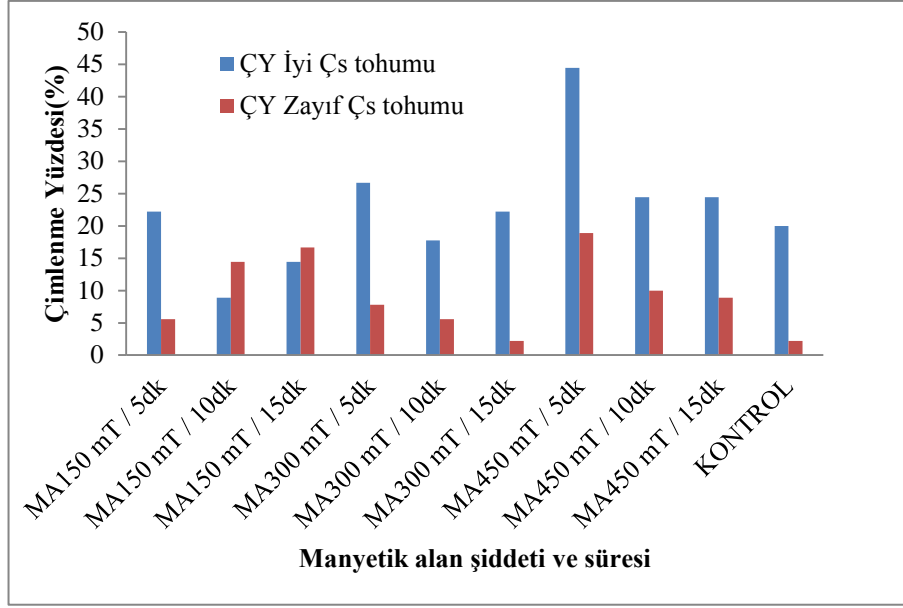


Şekil 4.3. Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde çimlenme yüzdesi yüksek sarıçam tohumlarında gözlenen çimlenme hızları

Ayrıca, ÇY düşük ve yüksek sarıçam tohumlarına ilişkin farklı MAŞ'leri ve uygulama sürelerinde; tohumlarda meydana gelen ÇH ve ÇY'ne ilişkin veriler birlikte değerlendirilmiş ve bu değerlere ilişkin grafikler Şekil 4.4 ve 4.5'de verilmiştir.



Şekil 4.4. Düşük ve yüksek çimlenme yüzdesine sahip sarıçam tohumlarına uygulanan farklı manyetik alan şiddeti ve uygulama süresinde gözlenen çimlenme hızları



Şekil 4.5. Düşük ve yüksek çimlenme yüzdesine sahip sarıçam tohumlarına uygulanan farklı manyetik alan şiddeti ve uygulama süresinde gözlenen çimlenme yüzdeleri

4.4. İkinci Denemede Kullanılan Anadolu Karaçamı Tohumlarına İlişkin Tespitler

4.4.1. Çimlenme Yüzdesi Düşük Anadolu Karaçamı Tohumlarına İlişkin Tespitler

ÇY düşük olan Anadolu karaçamı tohumlarına uygulanan farklı MAŞ ve uygulama süresinde Anadolu karaçamı tohumlarında meydana gelen ÇH ve ÇY'ne ilişkin veriler Tablo 4.14'de verilmiştir.

Tablo 4.14. Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde çimlenme yüzdesi düşük Anadolu karaçamı tohumlarında gözlenen çimlenme özellikleri

MAŞ (mT)	Süre (dk)	Kullanılan Tohum Sayısı(adet)	Çimlenen tohum sayısı			ÇH (%)	Çimlenen tohum sayısı			ÇY (%)
			4.gün	7.gün	10.gün		14.gün	21.gün	27.gün	
150	5	90	-	-	2	2.22	5	10	12	13.3
150	10	90	-	-	-	-	3	4	5	5.5
150	15	90	-	-	-	-	2	2	2	2.2
300	5	90	-	-	-	-	2	7	8	8.8
300	10	90	-	-	3	3.33	5	5	5	5.5
300	15	90	-	-	2	2.22	5	5	5	5.5
450	5	90	-	-	9	10.0	10	15	16	17.7
450	10	90	-	-	-	-	-	5	5	5.5
450	15	90	-	-	-	-	8	9	9	10.0
KONTROL		90	-	-	6	6.67	6	8	11	12.2

Tablo 4.14. incelendiğinde, ÇY düşük olan Anadolu karaçam tohumlarına uygulanan farklı MAŞ ve uygulama süresinde özellikle 450 mT'lık ve 5 dk süre ile uygulanan MAŞ'nde en fazla ÇH'nın (% 10.0) ve ÇY'nin (% 17.7) olduğu görülmüştür.

ÇY düşük olan Anadolu karaçamı tohumlarının farklı MAŞ ve uygulama süresinde tohumlarda meydana gelen ÇH, kontrol işlemi de dahil olmak üzere değerlendirilmiştir. Elde edilen değerler, 3 farklı MAŞ ve her bir MAŞ için 3 farklı sürede ÇY düşük Anadolu karaçamı tohumlarının ÇH üzerinde istatistiksel ($P<0.05$) olarak anlamlı etkilerin olup olmadığı çok yönlü varyans analizi araştırılmıştır. Çok yönlü varyans analizinin sonuçları Tablo 4.15'de verilmiştir.

Tablo 4.15. *Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde çimlenme yüzdesi düşük Anadolu karaçamı tohumlarının çimlenme hızına etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları*

İşlemler	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
MAŞ	0.017	2	0.008	0.690	0.513
Süre	0.036	2	0.018	1.461	0.256
MAŞ X Süre	0.138	4	0.035	2.848	0.051
Hata	0.243	20	0.012		

*Önem düzeyi (P) < 0.05 (%5 olasılık düzeyinde) istatistiksel olarak fark var

Tablo 4.15. incelendiğinde, MAŞ uygulandığı sürelerle bağlı olarak tohumların ÇH'na ilişkin $p<0.05$ önem düzeyi ile anlamlı bir istatistiksel farklılık belirlenmemiştir ($F_{hesap}=0.690, F_{hesap}=1.461$ ve $p<0.05$).

ÇY düşük olan Anadolu karaçamı tohumlarının farklı MAŞ ve uygulama süresine göre tohumlarda meydana gelen ÇY, kontrol işlemi de dahil olmak üzere değerlendirilmiştir. Elde edilen değerler, 3 farklı MAŞ ve her bir MAŞ için 3 farklı sürede tohumların ÇY üzerinde istatistiksel ($P<0.05$) olarak anlamlı etkilerin olup olmadığı çoklu varyans analizi araştırılmıştır. Çoklu varyans analizinin sonuçları Tablo 4.16'da verilmiştir.

Tablo 4.16. *Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde çimlenme yüzdesi düşük Anadolu karaçamı tohumlarının çimlenme yüzdesi etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları*

İşlemler	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
MAŞ	0.033	2	0.016	1.050	0.369
Süre	0.138	2	0.069	4.439	0.025*
MAŞ X Süre	0.041	4	0.010	0.663	0.625
Hata	0.311	20	0.016		

*Önem düzeyi (P) < 0.05 (%5 olasılık düzeyinde) istatistiksel olarak fark var

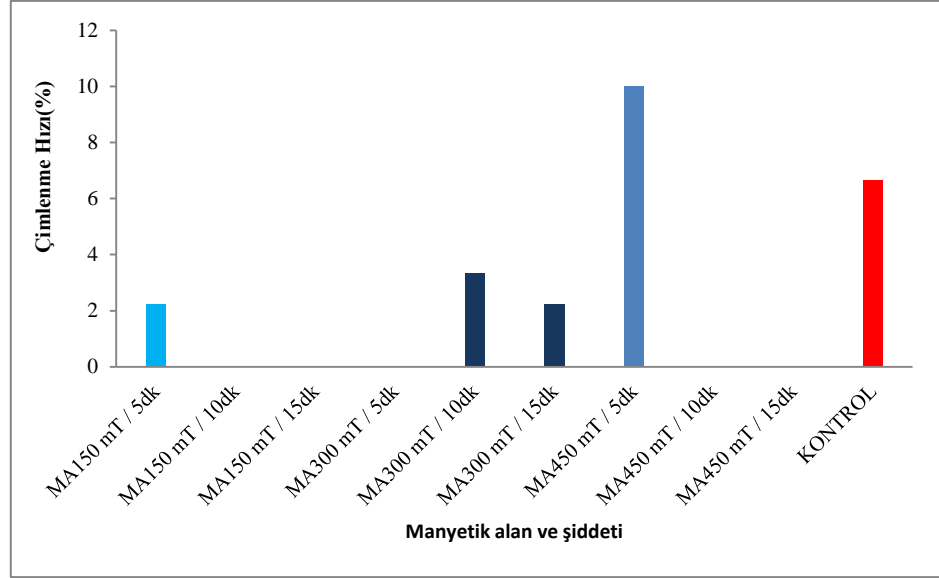
Tablo 4.16 incelendiğinde, MAŞ'lerinin uygulama sürelerine bağlı olarak tohumların ÇY'ne ilişkin $p < 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı bir istatistiksel farklılık belirlenmiştir ($F_{\text{hesap}}=4.439$ ve $p < 0.05$). Farklılıkların hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. MAŞ'leri ve sürelerle bağlı olarak ÇY düşük Anadolu karaçamı tohumlarının ÇY'lerinin minimum, maksimum ve ortalama değerleri ve oluşan gruplar sırasıyla Tablo 4.17'de verilmiştir.

Tablo 4.17. *Farklı uygulama sürelerine bağlı olarak çimlenme yüzdesi düşük Anadolu karaçamı tohumlarının çimlenme yüzdesine ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları*

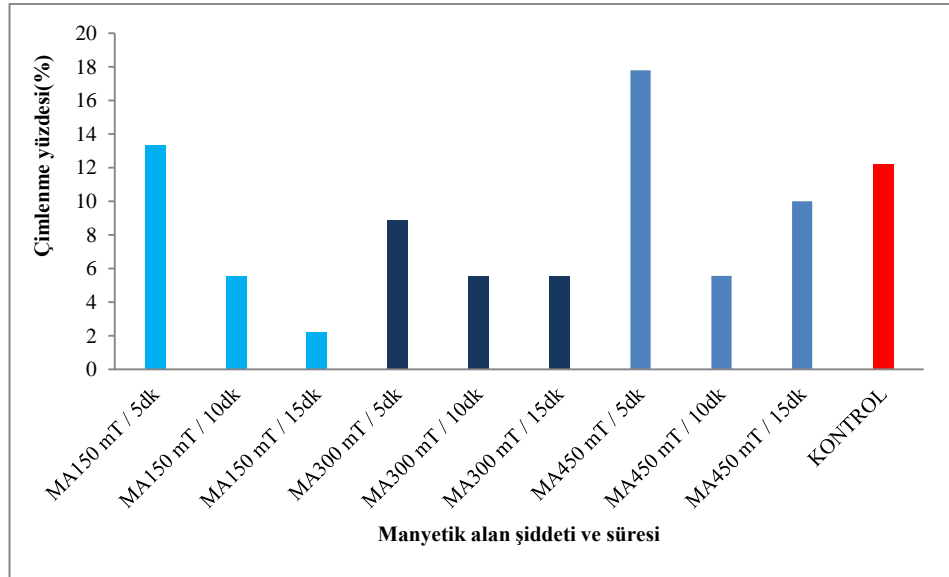
Süre (dk)	X_{\min}	X_{\max}	\bar{X}	Std	Gruplar
5	3.33	23.33	13.33	6.45	b
10	0	10	5.55	4.40	a
15	0	16.67	5.92	5.21	ab
Kontrol	3.33	20	12.22	8.39	ab

Tablo 4.17. incelendiğinde, MAŞ'lerinin uygulandığı sürelerle göre Anadolu karaçamı tohumlarının ÇY'lerinin ortalama değerlerine bağlı olarak iki grup oluşturulmuş, 5 dk'lık sürede tohumların diğer sürelerdeki tohumlara oranla daha iyi ÇY elde edilmiştir.

Kontrol grubuna göre farklı MAŞ'lerine ve sürelerle bağlı olarak ÇY düşük Anadolu karaçamı tohumlarında meydana gelen ÇH ve ÇY'lerinin grafiksel olarak nasıl değişim gösterdiği Şekil 4.6 ve 4.7'de görülmektedir.



Şekil 4.6. Çimlenme yüzdesi düşük Anadolu karaçamı tohumlarında farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde gözlenen çimlenme hızları



Şekil 4.7. Çimlenme yüzdesi düşük Anadolu karaçamı tohumlarında farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde gözlenen çimlenme yüzdeleri

4.4.2. Çimlenme Yüzdesi Yüksek Anadolu Karaçamı Tohumlarına İlişkin Tespitler

Deneme materyali olarak ÇY yüksek olan Anadolu karaçamı tohumlarına uygulanan farklı MAŞ ve uygulama süresi içerisinde Anadolu karaçamı tohumlarında meydana gelen çimlenme sayılarına ilişkin veriler Tablo 4.18’de verilmiştir.

Tablo 4.18. *Farklı manyetik alan şiddeti ve uygulama süresinde çimlenme yüzdesi yüksek Anadolu karaçamı tohumlarında gözlenen çimlenme özellikleri*

MAŞ (mT)	Süre (dk)	Kullanılan Tohum	Çimlenen tohum sayısı			ÇH (%)	Çimlenen tohum sayısı			ÇY (%)
			4.gün	7.gün	10.gün		14.gün	21.gün	27.gün	
150	5	90	-	2	37	41.11	52	54	58	64.4
150	10	90	-	-	22	24.44	42	42	48	53.3
150	15	90	-	-	18	20.00	40	41	48	53.3
300	5	90	-	1	18	20.00	29	35	37	41.1
300	10	90	-	-	32	35.56	40	41	45	50.0
300	15	90	-	-	12	13.33	20	22	22	24.4
450	5	90	-	-	31	38.89	51	55	59	65.5
450	10	90	-	-	41	45.56	49	49	56	62.2
450	15	90	-	1	36	40.00	46	46	49	54.4
KONTROL		90	-	-	38	42.22	38	38	40	44.4

Tablo 4.18. incelendiğinde, ÇY yüksek olan karaçam tohumlarına uygulanan farklı MAŞ ve uygulama süresinde özellikle 450 mT'lık ve 5 dk süre ile uygulanan MAŞ'nde en fazla ÇY'nin (% 65.5) olduğu, buna karşın yine 450 MT'lık ve 10 dk süre ile uygulanan MAŞ'nde en fazla ÇH'nin (% 45.56) olduğu görülmüştür.

ÇY yüksek olan Anadolu karaçamı tohumlarının farklı MAŞ ve uygulama süresine göre tohumlarda meydana gelen ÇH, kontrol işlemi de dahil olmak üzere değerlendirilmiştir. Elde edilen değerler, 3 farklı MAŞ ve her bir MAŞ için 3 farklı sürede Anadolu karaçamı tohumlarının ÇH üzerinde istatistiksel ($P < 0.05$) olarak anlamlı etkilerin olup olmadığı çok yönlü varyans analizi araştırılmıştır. Çok yönlü varyans analizinin sonuçları Tablo 4.19'da verilmiştir.

Tablo 4.19. *Farklı manyetik alan şiddeti ve uygulama süresinde çimlenme yüzdesi yüksek Anadolu karaçamı tohumlarının çimlenme hızına ilişkin varyans analizi sonuçları*

İşlemler	Kareler	Serbestlik	Kareler	F	Önem Düzeyi (P)
	Toplamı	Derecesi	Ortalaması	Değeri	
MAŞ	0.150	2	0.075	8.038	0.003*
Süre	0.055	2	0.027	2.937	0.076
MAŞ X Süre	0.097	4	0.024	2.601	0.067
Hata	0.186	20	0.009		

*Önem düzeyi (P) < 0.05 (%5 olasılık düzeyinde) istatistiksel olarak fark var

Tablo 4.19 incelendiğinde; MAŞ faktörü tohumların ÇH'na $p < 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı bir istatistiksel farklılık oluşturmuştur ($F_{\text{hesap}}=8.038$ ve $p < 0.05$). Farklılıkların hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. MAŞ'lerine bağlı olarak ÇY yüksek Anadolu karaçanı tohumlarının ÇH'larının minimum, maksimum ve ortalama değerleri ve oluşan gruplar sırasıyla Tablo 4.20'de verilmiştir.

Tablo 4.20. *Farklı manyetik alan şiddetine bağlı olarak çimlenme yüzdesi yüksek Anadolu karaçanı tohumlarının çimlenme hızına ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları*

MAŞ (mT)	X_{\min}	X_{\max}	\bar{X}	Std	Gruplar
150	13,33	53,33	28,51	12,92	a
300	6,67	46,67	22,96	13,37	a
450	23,33	53,33	41,48	9,58	b
Kontrol	33,33	53,33	42,22	10,18	b

Tablo 4.20 incelendiğinde, MAŞ'lerine göre çimlenen Anadolu karaçanı tohumlarının ortalama değerlerine bağlı olarak iki grup oluşmuş, kontrol işlemi ile birlikte 450 mT MAŞ'ne maruz bırakılan tohumların diğer MAŞ'ndeki tohumlara oranla daha iyi ÇH elde edilmiştir.

ÇY yüksek olan Anadolu karaçanı tohumlarının farklı MAŞ ve uygulama süresine göre tohumlarda meydana gelen ÇY, kontrol işlemi de dahil olmak üzere değerlendirilmiştir. Elde edilen değerler, 3 farklı MAŞ ve her bir MAŞ için 3 farklı sürede ÇY yüksek Anadolu karaçanı tohumlarının ÇY üzerinde istatistiksel ($P < 0.05$) olarak anlamlı etkilerin olup olmadığı çok yönlü varyans analizi araştırılmıştır. Çok yönlü varyans analizinin sonuçları Tablo 4.21'de verilmiştir.

Tablo 4.21. *Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde çimlenme yüzdesi yüksek Anadolu karaçamı tohumlarının çimlenme yüzdesine ilişkin varyans analizi sonuçları*

İşlemler	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
MAŞ	0,286	2	0,143	6,311	0,008*
Süre	0,102	2	0,051	2,254	0,131
MAŞ X Süre	0,068	4	0,017	0,749	0,570
Hata	0,453	20	0,023		

*Önem düzeyi (P) < 0.05 (%5 olasılık düzeyinde) istatistiksel olarak fark var

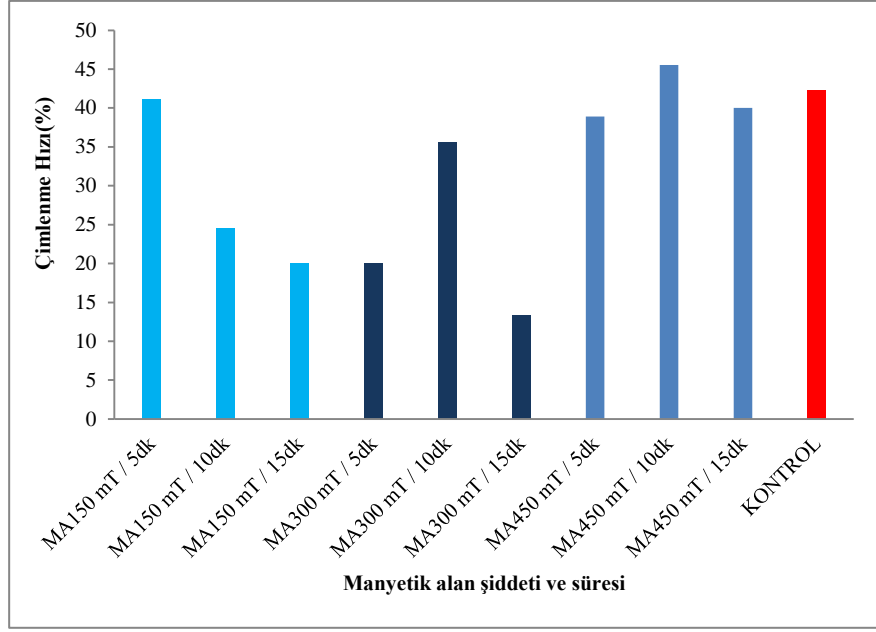
Tablo 4.21 incelendiğinde, MAŞ faktörü tohumların ÇY'ne $p < 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı bir istatistiksel farklılık oluşturmuştur (Fhesap=6.311 ve $p < 0.05$). Farklılıkların hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. MAŞ'lerine bağlı olarak Anadolu karaçamı tohumlarının ÇY'lerinin minimum, maksimum ve ortalama değerleri ve oluşan gruplar sırasıyla Tablo 4.22'de verilmiştir.

Tablo 4.22. *Farklı manyetik alan şiddetine bağlı olarak çimlenme yüzdesi yüksek Anadolu karaçamı tohumlarının çimlenme yüzdesine ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları*

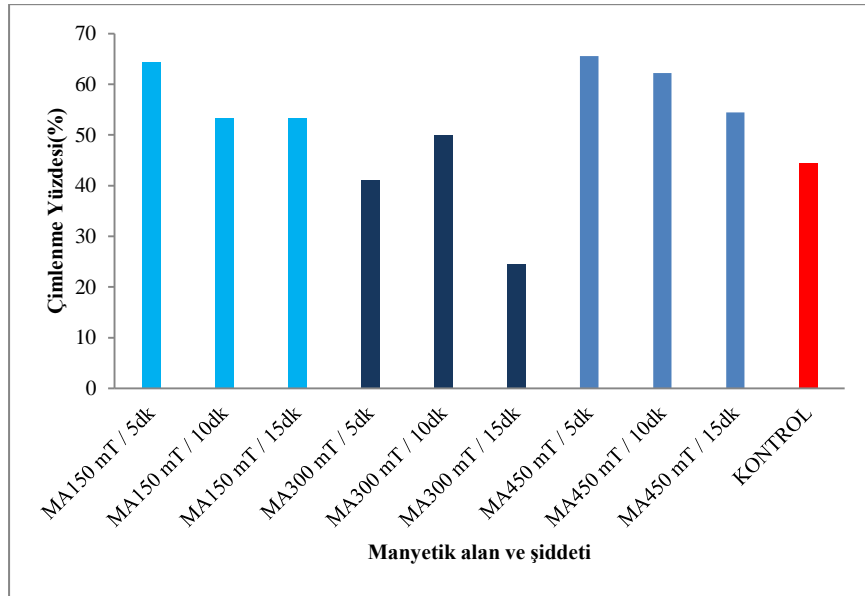
MAŞ (mT)	X _{min}	X _{max}	\bar{X}	Std	Gruplar
150	36.67	80	57.03	17.67	b
300	16.67	60	38.51	14.44	a
450	46.67	80	60.74	11.87	b
Kontrol	33.33	56.67	44.44	11.70	ab

Tablo 4.22 incelendiğinde, MAŞ'lerine göre çimlenen Anadolu karaçamı tohumlarının ortalama değerlerine bağlı olarak iki grup oluşmuş, 450 mT'lık MAŞ'nde tohumların diğer MAŞ'ndeki tohumlara oranla daha iyi ÇY elde edilmiştir.

Kontrol grubuna göre farklı MAŞ'lerine ve uygulama sürelerine bağlı olarak ÇY yüksek Anadolu karaçamı tohumlarında meydana gelen ÇH ve ÇY'lerinin grafiksel olarak nasıl değişim gösterdiği Şekil 4.8 ve 4.9'da görülmektedir.

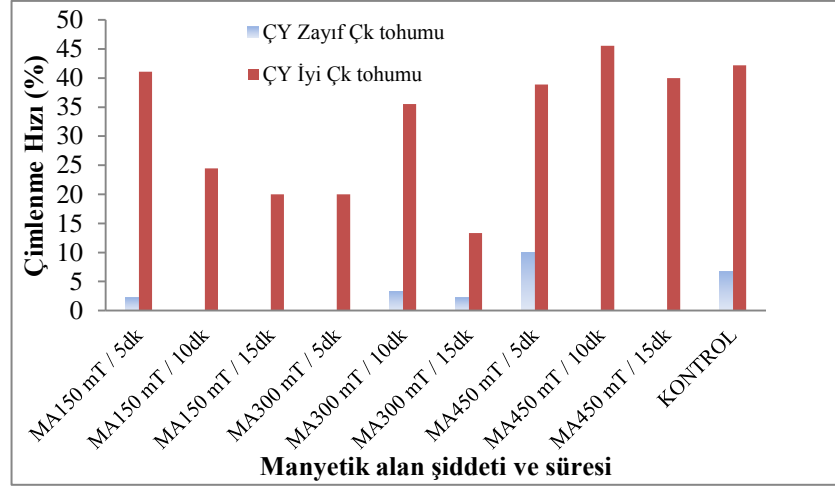


Şekil 4.8. Çimlenme yüzdesi yüksek Anadolu karaçamı tohumlarında farklı manyetik alan şiddet ve süresinde gözlenen çimlenme hızları

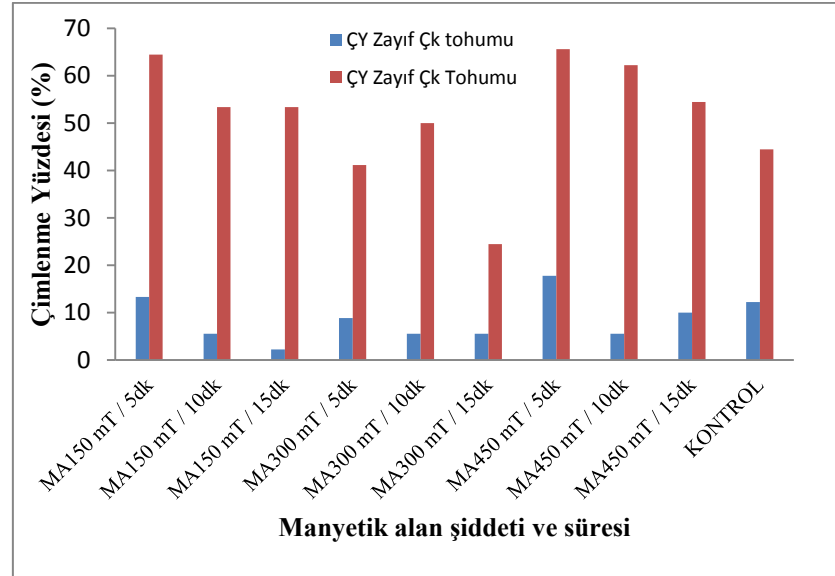


Şekil 4.9. Çimlenme yüzdesi yüksek Anadolu karaçamı tohumlarında farklı manyetik alan şiddet ve süresinde gözlenen çimlenme yüzdeleri

Ayrıca, ÇY düşük ve yüksek Anadolu karaçamı tohumlarına ilişkin farklı MAŞ'leri ve uygulama süresinde tohumlarda gözlenen ÇH ve ÇY'ne ilişkin veriler birlikte değerlendirilmiş ve bu değerlere ilişkin grafikler Şekil 4.10 ve 4.11'de verilmiştir.



Şekil 4.10. Düşük ve yüksek çimlenme yüzdesine sahip Anadolu karaçamı tohumlarına uygulanan farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde gözlenen çimlenme hızları



Şekil 4.11. Düşük ve yüksek çimlenme yüzdesine sahip Anadolu karaçamı tohumlarına uygulanan farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde gözlenen çimlenme yüzdeleri

5. TARTIŞMA

MAŞ etkileri konusundaki literatür araştırmalarında; orman ağacı tohumları için MAŞ'nin, tohumların ÇH ve ÇY'ne ilişkin yapılan çalışmaların oldukça az olduğu görölmüştür. Bunun aksine zirai bitkiler üzerinde oldukça çok sayıda çalışmaya ulaşılabılmiştir. Burada ağırlıklı olarak orman ağaçlarının tohumları ile ilgili yapılan çalışmalara değinilecektir. Bunun yanında çalışmada kullanılan MAŞ'nin aynısı ya da yakın MAŞ ile zirai bitkilerde yapılmış çalışmalara da değinilmeye çalışılmıştır.

Gui et al. (2003) tarafından Kuzey Çin'de *Pinus tabulaeformis* Carr tohumlarının ÇY üzerinde MA'nin etkisi belirlemek amacıyla iki farklı yöntem kullanılmıştır. Birinci yöntem de kuru çam tohumlarını 10 dk süreyle üç farklı MAŞ'lerinde (300 kV/m, 500 kV/m ve 700 kV/m) MA'a maruz bırakılmıştır. İkinci yöntemde ise 24 saat suda bekletilmif çam tohumları üzerine üç farklı zaman diliminde (10, 20 ve 30 dk) ve üç farklı MAŞ'lerinde (300 kV/m, 500 kV/m ve 700 kV/m) MA'a maruz bırakılmıştır. MA'a maruz bırakıldıktan sonra tohumların ÇY on gün boyunca takip edilmiş ve gerekli ölçümler yapılarak kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar kontrol grubu ile karşılaştırılarak incelendiğinde suda bekletilen tohumlara 10 dksüreyle uygulanan 300 (% 55.3) ve 500 (% 55.0) kV/m MAŞ'lerinde ortalama ÇY'nin kontrol (% 49) grubuna göre daha iyi olduğu görölmüştür. Bu çalışmadan elde edilen sonuçların bizim çalışmadan elde edilen sonuçlarla benzerlik gösterdiği görölmektedir. Ayrıca bu çalışmada kuru tohumlara uygulanan MAŞ'lerinin özellikle 500 ve 700 kV/m ve 10 dk süreyle uygulanan MAŞ'lerinde ÇY'ni hızlandırdığı ve çimlenme zamanı çok azda olsa azalttığı görölmüştür. Benzer şekilde Gui et al. (2013) tarafından yapılan başka bir çalışmada *Pinus tabulaeformis* Carr tohumları 100 ppm gibbrellik asit içerisinde bekletildikten sonra 500 kV/m'lik sabit bir MAŞ ve üç farklı zaman diliminde (10, 20 ve 30 dk) MA'a maruz bırakılmıştır. MA'a bırakıldıktan sonra çam tohumları 10 gün süreyle çimlendirme alınmıştır. Çimlendirme sonucunda elde veriler değerlendirilerek kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda MA'a maruz kalan tohumların (10 dk için % 49.0 ; 20 dk için % 42.3 ve 30 dk için ise % 40.3) kontrol grubuna (% 28.3) göre daha iyi bir ÇY gösterdiği görölmüştür. Piras et al. (2013) tarafından yapılan başka bir çalışmada *Pinus tabulaeformis* Carr tohumları 100 ppm gibbrellik asit

içerisinde bekletildikten sonra 10 dk süreyle üç farklı negatif MAŞ'lerinde (-300, -500 ve -700 kV/m) MA'a maruz bırakılmıştır. Daha sonra tohumların ÇY üzerine etkisi araştırılmış ve elde edilen sonuçlar kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde MA'a maruz bırakılan tohumlardaki ÇY'nin (-300 kV/m için % 51.7, -500 kV/m için % 52.6 ve -700 kV/m için ise % 49) kontrol grubuna (% 45) göre daha iyi bir ÇY olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar ışığında negatif MAŞ'nin tohumların ÇY'ni azda olsa arttırdığı ancak fidanların büyümesini şiddetli bir şekilde azalttığı ifade edilmiştir. Bu nedenle tohumlara uygulanacak manyetik alanın şiddeti, yönü ve zaman dilimlerinin iyi bir şekilde belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu konuyla ilgili Gui et al. (2003) yaptığı çalışma sonucunda eğer manyetik alan şiddetinin 10 dk süre ile 400 ile 600 kV/m arasında seçilmesi durumunda tohumların ÇH ve genç fidanların gelişiminin artacağını ifade etmiştir. Bununla birlikte kuru ve sulu çam tohumları için ideal MA'nın 10 dk süreyle uygulanan 500 kV/m MAŞ olduğunu ifade etmiştir. Söz konusu bu MAŞ'nin uygulanması sadece ÇY'ni artırmayacak aynı zamanda da çimlenmenin başlangıç, orta ve son devresinde genç fidanların kök gelişimini de arttıracaklarını dile getirmiştir. Bununla birlikte eğer kullanılan MAŞ ve süresi artırılırsa tohumların ÇH ve fidanların gelişimi azalacaktır. Bunun yanında 100-300 kV/m ve 10 dk süreli küçük şiddetli MAŞ'lerinin kullanılması da çimlenmeyi iyileştirebileceği ancak elde edilen sonuçların gerçekçi olmayacağını ifade etmiştir. Gui et al. (2003) tarafından yapılan bu değerlendirmeler bizim yaptığımız çalışmanın sonuçlarıyla oldukça tutarlı olduğu görülmektedir. Morejon et al. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada; Küba'nın batı kısmında yayılış gösteren ve endemik bir tür olan *Pinus tropicalis* M. tohumları 24 saat süreyle suda bekletildikten sonra 1200 G'lik bir MA'a maruz bırakılmıştır. MA'a maruz bırakıldıktan sonra çimlenen tohumlar kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde MA'a maruz kalan tohumların ÇY (% 75.8) kontrol grubuna (% 43.3) göre çok daha iyi olduğu görülmüştür. Kuzugüdenli ve Kaya (2012) tarafından yapılan başka bir çalışmada Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold.) tohumları 1 metre yol alan hareketli bir zeminde 3.8 - 4.8 mT'lık bir MA şiddetine maruz bırakıldılar. Kontrol grubu ve farklı MAŞ'lerine (1 kez, 3 kez, 9 kez ve 15 kez) maruz bırakılan tohumlar, eşit koşullarda çimlendirildi. Çimlenen tohumların 4., 7., 10., 14., 21 ve 28. günlerdeki çimlenen tohumlar sayılarak tohumların ÇY'leri belirlendi. Elde edilen sonuçlara

bakıldığında Anadolu karaçamı tohumlarının ÇY'leri üzerine MA'nın etkisinin 4. (% 61-73) ve 7. (% 78-86) günlerde kontrole (% 55 ve % 77) göre daha iyi bir artış olduğu görülmüştür. Tanvir et al. (2012) tarafından *Albizia procera* ve *Leucaena leucocephala*'nın potansiyel büyümesine MA'nın etkisinin araştırılması adlı bir çalışmada, bu iki türe ait tohumları 24 saat süreyle suda beklettikten sonra 75 mT sabit bir MAŞ ve üç farklı zaman dilimlerinde (5, 10 ve 15 dk) MA'a maruz bırakılmıştır. MA'a maruz bırakıldıktan sonra tohumlar içi kumlu killi toprak dolu polietilen kaplara ekilerek çimlenmeye alınmıştır. Çimlenme sonucunda tohumların ÇY'ne ilişkin elde edilen verilerle kontrol grubundaki veriler karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda yukarıda ifade edilen çalışmalarda olduğu gibi bu çalışmada da MA şiddetinin uygulanması tohumların ÇY'ni kontrol grubuna göre daha iyi arttırdığı görülmüştür. Bu çalışmada özellikle 15 dk süreyle uygulanan MAŞ'nin kontrol grubuna (*Albizia procera* için ve *Leucaena leucocephala* için % 41) göre her iki tür de ÇY'ni (*Albizia procera* için % 90 ve *Leucaena leucocephala* için ise % 78) fazla artırdığı görülmüştür. Celestino et al. (2000) tarafından meşe (*Quercus suber*) tohumları 15 mT'lık bir MA'a maruz bırakılan tohumlar plastik kaplara konularak iklim dolabına konulmuştur. 13 hafta boyunca tohumların çimlenmesi gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlar MAŞ'ne maruz kalmayan kontrol grubundaki sonuçlarla karşılaştırıldığında ÇY'nin düşük MAŞ'nde arttığı ancak 13 hafta sonundaki nihai ÇY'ni etkilemediği görülmüştür.

Bu çalışmada kullanılan aynı ya da benzer MAŞ'leri ile tarımsal bitkiler üzerinde yapılan çalışmalara bakıldığında; Carbonell et al. (2000) tarafından yapılan bir çalışmada pirinç tohumlarına 20 dk süre ile 150 ve 250 mT'lık bir MA uygulanmış ve elde edilen sonuçlar kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda 150 mT'lık MA'nda kontrol grubuna göre hem ÇH hem de ÇY'nde % 18'lik daha iyi bir artış, 250 mT'lık MA'nda ise % 12'lik bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Racuciu et al. (2006), 50 ile 250 mT arasındaki MA'a maruz bırakılan mısır bitkisinin gelişiminin ilk 11. gününde bitki boyunun kontrole göre daha uzun olduğunu saptamışlardır. Vashisth and Nagarajan (2008) yaptıkları bir çalışmada; nohut (*Cicer arietinum* L.) tohumlarını farklı MAŞ'leri (50, 100, 150, 200 ve 250 mT) ve farklı zaman dilimlerinde (1, 2, 3 ve 4 saat) MA'a maruz bırakılmış. Elde edilen sonuçlar kontrol grubuna göre değerlendirildiğinde MA'a maruz kalan tohumların ÇH ve

ÇY'nde önemli bir artış olduğu görülmüştür. Söz konusu bu çalışmada ÇY'nin % 5-11 ve ÇH'nın ise % 8-26 oranında arttığı ifade edilmiştir. Gholami et al. (2010) yaptıkları bir çalışmada ise, buğday tohumları üzerine 125-250 mT'lık MA'ı farklı sürelerle uygulamışlar ve kontrole göre MA uygulanan tohumların ÇY'lerini artırdığını belirlemişlerdir. Iqbal et al. (2012) tarafından bezelye (*Pisum sativum*) tohumlarında yapılan bir çalışmada 5 dk süre ile 60 ve 180 mT'lık MAŞ'lerinde bezelyenin çimlenme parametrelerinin önemli bir şekilde artırdığı ve bunu sonucunda da MA'a maruz kalan tohumlarda çimlenmeyi hızlandırdığını ifade etmiştir. Yalçın ve Tayyar (2001) tarafından yapılan bir çalışmada oğulotu (*Melissa officinalis* L.) bitkisi üzerine MA'nın etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla tohumlar saniyede 1 metre yol alan hareketli bir zeminde 3.8 - 4.8 mT'lık bir MAŞ'ne maruz bırakıldılar. Kontrol ve farklı MAŞ'lerine (1 kez, 3 kez, 9 kez ve 15 kez) maruz bırakılan tohumlar uygun koşullarda çimlendirildi. Çimlenme sonunda tohumların 24., 48., 72., 96. ve 120. saatlerdeki ÇY'leri ölçüldü. MA ile muamele edilmiş tohumlardan elde edilen ÇY'leri kontrol grubuna (% 59 ve % 63) göre 72. (% 82-90) ve 96. (% 89-97) saatlerde yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca yapılan literatür çalışmalarında manyetik alan uygulamalarının tohumun biyokimyasal aktivitesini ve fizyolojisini nasıl etkilediğini incelendiğinde birçok çalışmanın olduğu görülmektedir. Örneğin; Chen et al. (2012) fasulye tohumlarının fideciklerin kalitesi ve verimi üzerinde yaptıkları bir çalışmada; MA uygulamasının tohum fideciklerinin protein, çözünür şeker, C vitamini ve antosiyanin konsantrasyonunu arttırdığı tespit etmişler. Aynı çalışmada 600 mT MAŞ uygulaması fasulye tohumu içerisindeki arginine, histidine, lysine, phenylalanine, tyrosine, leucine , isoleucine , glutamic acid , serine and threonine gibi amino asitleri önemli oranda artırdığı ifade edilmiştir. Racucie et al. (2008) uzun süreli MAŞ uygulanması asimilasyoncu pigmenti arttırdığını, Rochalska (2005), *Beta vulgaris* L. yapraklarındaki şekerin klorofil içeriğini artırdığını, Racucie et al. (2007, 2008) uzun MAŞ uygulanması mısır (*Zea mays* L.) bitkisinde ve *Robinia pseudoacacia* L. fideciklerindeki fotosentetik pigmentlerin seviyesini azalttığını ifade etmişlerdir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Farklı MAŞ'leri ve farklı süreler içerisinde MA'a maruz bırakılan ÇY düşük ve yüksek sarıçam ile Anadolu karaçamı tohumlarında meydana gelen ÇH ve ÇY, SPSS istatistik programı ile değerlendirilmiştir. Yapılan istatistiksel analizleri sonucunda; düşük ÇY'ne sahip sarıçam tohumlarında MAŞ'lerine bağlı olarak ÇY'ne ilişkin $p < 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı bir istatistiksel farklılık olduğu bulunmuştur. Yüksek ÇY'ne sahip sarıçam tohumlarında MAŞ'lerine bağlı olarak hem ÇH'na hem de ÇY'ne ilişkin $p < 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı bir istatistiksel farklılık olduğu bulunmuştur. Düşük ÇY'ne sahip Anadolu karaçamı tohumlarında ise sadece MAŞ'lerinin uygulandığı zamana bağlı olarak Anadolu karaçamı tohumlarının ÇY'ne ilişkin $p < 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı bir istatistiksel farklılık olduğu bulunmuştur. ÇY yüksek olan Anadolu karaçamı tohumlarında MAŞ'lerine bağlı olarak hem ÇH'na hem de ÇY'ne ilişkin $p < 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı bir istatistiksel farklılık olduğu bulunmuştur. Ayrıca kontrol grubu da dikkate alınarak her bir MAŞ ve bu şiddetin uygulandığı zaman dilimlerine göre sarıçam ve Anadolu karaçamı tohumlarında meydana gelen ÇH ve ÇY'ne ilişkin en yüksek ve en düşük değerler verilmiştir. Buna göre;

- Düşük ÇY'ne sahip sarıçam tohumlarında sadece 450 mT ve 5 dk süreyle uygulanan MAŞ'nde % 2.22 düzeyinde bir ÇH olmuştur. ÇY olarak ise en yüksek ÇY (% 18.8) 450 mT ve 5 dk süreyle uygulanan MAŞ'nde ve en düşük ÇY (% 2.2) ise 300 mT ve 15 dk süreyle uygulanan MAŞ'nde gerçekleşmiştir. Ayrıca kontrol grubundaki ÇH % 0.0 ve ÇY de % 2.2 olarak gerçekleşmiştir.
- Yüksek ÇY'ne sahip sarıçam tohumlarında en yüksek ÇH (% 20.0) 450 mT'lık ve 5 dk, ve en düşük ÇH ise 300 mT ve 5 dk süreyle uygulanan MAŞ'lerinde gerçekleşmiştir. ÇY olarak ise en yüksek ÇY (% 44.4) 450 mT ve 5 dk süreyle uygulanan MAŞ'nde ve en düşük ÇY (% 8.8) ise 150 mT ve 10 dk süreyle uygulanan MAŞ'nde gerçekleşmiştir. Ayrıca kontrol grubundaki ÇH % 7.78 ve ÇY de % 20.0 olarak gerçekleşmiştir.

- Düşük ÇY'ne sahip Anadolu karaçamı tohumlarında en yüksek ÇH (% 10.0) 450 mT'lık ve 5 dk ve en düşük ÇH (% 0.0) ise sırasıyla 150 mT, 10 ve 15 dk'larda, 300 mT ve 5 dk'da, 450 mT ve 10 ve 15 dk'larda uygulanan MAŞ'lerinde gerçekleşmiştir. Ayrıca kontrol grubundaki ÇH % 6.67 ve ÇY'de % 12.2 olarak gerçekleşmiştir.
- Yüksek ÇY sahip Anadolu karaçamı tohumlarında en yüksek ÇH (% 45.56) 450 mT'lık ve 10 dk ve en düşük ÇH (% 13.33) ise 300 mT ve 15 dk süreyle uygulanan MAŞ'lerinde gerçekleşmiştir. ÇY olarak ise en yüksek ÇY (% 65.5) 450 mT ve 5 dk süreyle uygulanan MAŞ'nde; en düşük ÇY (% 24.4) 300 mT ve 15 dk süreyle uygulanan MAŞ'nde gerçekleşmiştir. Ayrıca, kontrol grubundaki ÇH % 42.2 ve ÇY de % 44.4 olarak gerçekleşmiştir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda; gerek ÇY düşük gerekse ÇY yüksek sarıçam ve Anadolu karaçamı tohumlarının ÇH ve ÇY'ni artırmak için özellikle 5 dk süreyle 450 mT'lık MAŞ'nin uygulamasının faydalı olabileceği söylenebilir. Bununla birlikte; MA uygulamalarının (süre, şiddet vb) tohumdan gelişen fidecik karakterleri ve gelişimi üzerine etkisi ile oluşan fideciklerin açık alan koşullarına uyumu önem arz etmektedir. Dolayısıyla, MA uygulamalarının tohum, fidecik, fidan ve arazi performansı aşamalarını değerlendirebilecek uzun süreli çalışmaların yürütülmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Aksenov, S.I., Bulychev, A.A., Yu, Grunina, T., & Turovetskii, V.B. (1996). Mechanisms of the action of a low frequency magnetic field on the initial stages of germination of wheat seeds. Biology Faculty of the Lomonosov State Univ. Moscow, P2: S0006-3509(96)00167-6.
- Aladjadjıyan, A. (2002). Study of the influence of magnetic field on some biological characteristics of *Zea mays*. *J Cent Eur Agri*, 3, 89–94.
- Aladjadjıyan, A. (2010). Influence of stationary magnetic field on lentil seeds. *Int Agrophysics* 24,321-324.
- Alexander, M.P., & Dojjode, S.D. (1995). Electromagnetic field, a novel tool to increase germination and seedling vigor of conserved onion (*Allium cepa*, L.) and rice (*Oryza sativa* L.) seeds with low viability. *Plant genet Resour Newslett*, 104, 1-5.
- Amaya, J.M., Carbonell, M.V., Martinez, E. & Raya, A. (1996). Effects of stationary magnetic fields on germination and growth of seeds. Hort. Abst. 68, 1363.
- Atak, C., Emiroğlu, Ö., Alikamenoğlu, S., & Rzakoulieva A. (2003). Stimulation of regeneration by magnetic field in soybean (*Glyce max* L. Merrill) tissue cultures. *J. Cell Molecular Biol.*, 2, 113-119.
- Audus, L.J. (1960). Magnetotropism: a new plant-growth response. *Nature*, 185, 132-134.
- Bhatnagar, D., & Deb, A.R. (1977). Some aspects of pregermination exposure of wheat seeds to magnetic field II. Effect on some physiological processes. *Seed Res.* 6, 14–22.
- Carbonell, M.V., Martinez, E., & Amaya, J.M. (2000). Stimulation of germination in rice (*Oryza sativa* L.) by a static magnetic field. *Electro–Magnetobiol*, 19, 121-128.
- Celestino, C., Picazo, M.L., & Toribio, M. (2000). Influence of chronic exposure to an electromagnetic field on germination and early growth of *Quercus suber* seeds: preliminary study. *Electro Magnetobiol*, 19,115-120.
- Chen, Y.P., He, J.M., & Li, R. (2012). Effects of magnetic fields pretreatment of mungbean seeds on sprout yield and quality. *African Journal of Biotechnology*, 11(36), 8932-8937.
- Choudhry, A.D., Hasni, Z.A., & Aslam, M. (1981). Design and development of magnetic seed stimulator. *J of the society of Agri Engg autumn*, 36-39.

- Çolakoğlu, K. (2009). *Fizik-2 Ders Kitabı*, Palme Yayıncılık, Ankara.
- Danilov, V., Bas, T., Eltez, M., & Rzakoulieva, A. (1994). Artificial magnetic field effect on yield and quality of tomatoes. *Acta Hort* 366,279–285.
- Davies, M. S. (1996). Effects of 60 Hz electromagnetic fields on early growth in three plant species and a replication of previous results, *Bioelectromagnetics*, 17, 154–61.
- De Souza, A., Garcí, D., Sueiro, L., Gilart, F., Porras, E., & Licea, L. (2006). Pre-sowing magnetic treatments of tomato seeds increase the growth and yield of plants. *Bioelectromag* 27,247-257.
- Debeaujon, I. (2000). Gibb requairment for arabidobsis seed germination is determind both by testa caractorestic and embryonic absisic acid,*Plant Physiol.*, 122, 415-424.
- Dhawi, F., Al-Khayri, J.M., & Hassan, E. (2009). Static magnetic field influence on elements composition in date palm (Phoenix dactylifera L.). *Res J Agric Biol Sci* 5,161-166.
- Duarte Diaz, C.E., Riquenes, J.A., Sotolongo, B., Portuondo, M.A., Quintana, E.O. & Perez, R. (1997). Effects of magnetic treatment of irrigation water on the tomato crop. *Hort. Abst.* 69, 494.
- Dunlop, D.W. & Schmidt, B.L. (1965). Biomagnetics II. Anomalies found in the root of *Allium cepa* L. *Hort. Abst.* 36, 563.
- Ercan, M. (1997). Bilimsel araştırmalarda istatistik, genişletilmiş ikinci baskı, Orman Bakanlığı kavak ve hızlı gelişen tür orman ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yayın No:211, Çeşitli Yayınlar Serisi No:6, İzmit.
- Eren, Ş.P. (2006). Elektromanyetik alanın *Lens culinaris* Medik. (Mercimek) üzerinde sitotoksik etkileri. Yüksek Lisans Tezi, *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Faeghi, P.,& Seyedpour, N. (2012). Effects of 50 Hz electromagnetic fields on seed germination and early growth in Wheat (*Triticum* spp.). *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences* 2(5), 52-54.
- Farzpourmachiani S., Majd Ahmad., Arbabian S., Dorrnian D., & Hashemi M. (2013). Study of effects of electromagnetic fields on seeds germination, seedings ontogeny, changes in protein content and catalas enzyme in *Valeriana officinalis* L.*Advances in Environmental Biology* 7(9), 2235-2240.
- Florez, M., Carbonell, M.V., & Martinez, E. (2007). Exposure of maize seeds to stationary magnetic fields: Effects on germination and early growth. *Environ Exp Botany* 59,68-75.

- Garcia Reina, F., Pascual, L.A., & Fundora, I.A. (2001). Influence of a stationary magnetic field on water relations in lettuce seeds. Part II: Experimental Results. *Bioelectromag* 22,596-602.
- Gemici, M., Demiray, H., & Gemici, Y. (2013). Effects of electromagnetic fields produced by high voltage transmission on physiology of *Juglans regia* L. and *Cerasus avium* L. Moench. *Ege Üni. Ziraat Fak. Dergisi* 50(2), 129-135.
- Gholami, A., Sharafi, S., & Abbasdokht, H. (2010). Effect of magnetic field on seed germination of two wheat cultivars. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 44, 956-958.
- Gui, Z.B., Qiao L., & Zhao J.J., 2003. Improved germination of pine seeds by electrostatic field treatment. *XII World Forestry Congress*, Quebec City, Canada.
- Gui, Z., Piras, A., Qiao, L., Gui, K., & Wang, B. (2013). Improving germination of seeds soaked GA3 by electrostatic field treatment, *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 2(1), 133-136.
- Güney, D. (2003). Trabzon Yöresi Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Populasyonlarında Yükseltiye Bağlı Genetik Varyasyonların Morfolojik Olarak Belirlenmesi. Yüksek Lisans tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Trabzon.
- Harichand, K.S., Narula, V., Raj, D., & Singh, G. (2002). Effect of magnetic fields on germination, vigour and seed yield of wheat. *Seed Res*, 30,289-293.
- Hong, H., Yong-Bao, S., and Wen, W.,2008.Effects of magnetic field on seed quality,POD and SOD of *Pinus massoniana*, *Journal of Nanjing Forestry University*, Vol. 3.
- Iqbal M., Muhammad D., Haq Z.U., Jamil Y., &Ahmad M.R. (2012). Effects of pre-sowing magnetic field treatment to garden pea (*Pisum sativum* L.) seed on germination and seedling growth. *Pak. J. Bot.*, 44(6), 1851-1856.
- Jabail, W.A., Abul Hail, R.C.,& Hussein, H.F. (2013). Effect of magnetic field on seed germination of *Triticum aestivum*, *World Science Research Journal*, 1(5), 168-171.
- Kalıpsız, A. (1994). *İstatistik Yöntemler*. İÜ. Orman Fakültesi, Yayın No: 427, 558 s.
- Kuzugüdenli, E., & Kaya, C. (2012). Karaçamın (*Pinus nigra* Arnold.) çimlenmesi ve gelişimi üzerine manyetik alanın etkisi, *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5(2), 31-34.

- Lynikiene, S., & Poeliene, A. (2003). Effect of electrical field on barley seed germination stimulation. *agricultural engineering international: the CIGR Journal of Scientific Research and Development*. August.
- Magnusson, M. (1984). Magnetic treatment of nutrient solutions for tomatoes and the influence of a magnetic field on water and plants. *Hort. Abst.* 56, 322.
- Majd , A., Shabrangi, A., Bahar, M., &Abdi, S. (2009). Effect of AC and DC magnetic fields on seed germination and early vegetative growth in brassica napus L.*Progress In Electromagnetics Research Symposium Proceedings*. Moscow-Russia.
- Matsuda, T., Asou, H., Kobayashi, M. & Yonekura, M. (1993). Influences of magnetic fields on growth and fruit production of strawberry. *Acta Hort.*, 348, 378-380.
- Morar, R., Iuga, A., Dascalescu, L., Neamtu, V. & Munteanu, I. (1988). Separation and biostimulation of soybeans using highintensity electric fields. *Proceedings of the International Conference on Modern Electrics*. Beijing, China.
- Morejon, L.P., Castro Palacio, J.C., Velazquez Abad, L., & Govea, A.P. (2007). Stimulation of *Pinus tropicalis* M. seeds by magnetically treated water. *Int. Agrophysics*, 21, 173-177.
- Muraji, M., Asai, T., &Tatebe, W. (1998). Bioelectrochemistry and Bioenergtics, 44,271-273.
- Murphy, J.D. (1942). The influence of magnetic fields on seed germination. *Am. J. Bot.* 29,155.
- Najafi, S., Heidari, R., & Jamei, R. (2013). Influence of the magnetic field stimulation on some biological charateristics of *Phaseolus vulgarisin* two different times. *Global Journal of Science, Engineering and Technology*, 11, 51-58.
- Namba, K. (1996). Effects of alternating magnetic field on plant growth. *Sci. Reports Fac. Agric. Okayama Univ.* 85, 115-117.
- Namba, K., Mohri, M., Sasao, S. & Shibusawa, S. (1998). Effects of impulse electromagnetic field on plant germination. *ASAE Annual International Meeting*, Orlando, Florida, USA, 12-16 July.
- Özdamar, K. (1999). *Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi SPSS Minitap*, İkinci Baskı, Kaan Kitapevi, Eskişehir.
- Özkan, Y. (2003). *Uygulamalı İstatistik 2, Sakarya Üniversitesi, Birinci Baskı, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi*, Sakarya Kitapevi, İstanbul.

- Penuelas, J., Llusia, J., Marthinez, B., & Fontcuberta, J. (2004). Diamagnetic susceptibility and root growth responses to magnetic fields in lens culinaris, Glycine soja, and *Triticum aestivum*, *Electromagnetic Biol. Med.*, 23(2), 97-112.
- Pietruszewski, S., & Kania, K. (2010). Effect of magnetic field on germination and yield of wheat. *International Agrophysics* 24, 297-302.
- Pietruszewski, S. (1993). Effects of magnetic seed treatment on yields of wheat, *Seed Sci. Technol.*, 21, 621-626.
- Piras, A., Gui, Z., Qiao, L., Gui, K., & Fan, Y. (2013). Effect of negative electrostatic field treatment on germination of seeds soaked GA3. *International Journal of Soft Computing and Engineering*, 3(3), 191-194.
- Pittman, U.J. (1965). Magnetism and plant growth, II. Effect on germination and early growth of corn and beans. *Canadian Journal of Plant Science*, 45, 549- 555.
- Podlesny, J., Pietruszewski, S., & Podleoen, A. (2004). Efficiency of the magnetic treatment of broad bean seeds cultivated under experimental plot conditions. *Int Agrophysics* 18, 65-71.
- Racuciu, M., Creanga, D., & Călugăru, G.H. (2008). The Influence of extremely low frequency magnetic field on tree seedlings, *Rom. Journ. Phys.*, 53, 361– 367.
- Racuciu, M., Creanga, D.E., & Amoraritei, C. (2007). Biochemical changes induced by low frequency magnetic field exposure of vegetal organisms. *Rom. Journ. Phys.* 52, 645-651.
- Racuciu, M., Creanga, D., & Horga, I. (2006). Plant growth under static magnetic field influence. *Ro J Physics*, 53, 353-359.
- Reina, F.G., Pascua, L.A., & Fundora, I.A. (2001). Influence of a stationary magnetic Field on water relations in lettuce seeds, Part II: Experimental Results. *Bioelectromagnetics*, 22, 596-602.
- Rochalska, M. (2005). Influence of frequent magnetic field on chlorophyll content in leaves of sugar beet plants. *Nukleonika*, 50, 25-28.
- Samani, M.S., Pourakbar, L., & Azimi, N. (2013). Magnetic fields effects on seed germination and activities of some enzymes in cumin. *Life Science Journal*, 10(1), 323-328.
- Samy, C.G. (1998). Magnetic seed treatment. I. Influence on flowering, siliquae and seed characteristics of cauliflower. *Orissa J. Hor.*, 26, 68-69.

- Savastin, P.V. (1928). Issledovanije poviedienija potiprujuscej rostitelnej plazmy v postojannom magnitnom pole. *Izv. Tomsk. Gos. Univ.* 79, 207, za Presman A.J. Pola elektromagnetyczne a zywa przyroda, PWN, Warszawa.
- Souza Torres, E., Porras Leon, E. & Casate Fernandez, R. (1999). Effects of magnetic treatment of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) seeds on germination and seedling growth. *Hort. Abst.* 70, 68-92.
- Tahir NAR, Karim HFH. Impact of magnetic application on the Parameters related to growth of Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Biological Sciences* 2010; 3(4): 175-184.
- Tanvir, M.A., Haq, Z., Hannan, A., Nawaz, M.F., Siddiqui, M.T., & Shah A.H. (2012). Exploring the growth potential of *Albizia Procera* and *Leucaena leucocephala* influenced by magnetic field, *Turk J Agric For.*, 36, 757-763.
- Tarakanova, G.A. (1969). Physiological-biochemical variations in *Vicia faba* seedlings in a stationary magnetic field. *Hort. Abst.* 39, 104.
- Üçler, A.Ö., & Turna, İ.(2005). *Tohum ve Fidanlık Tekniği*, KTÜOrman Fakültesi Ders Notları, Yayın No:78, Trabzon.
- Vashisth, A, & Nagarajan, S. (2010). Effect on germination and early growth characteristics in sunflower (*Helianthus annuus*) seeds exposed to static magnetic field. *J Plant Physiol* 167:149-156.
- Vashisth, A., & Nagarajan, S. (2008). Exposure of seeds to static magnetic field enhances germination and early growth characteristics in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Bioelectromag* 29,571-578.
- Waleed, A.J., Ch Abul Hail, R.C., & Hussein, H.F. (2013). Effect of magnetic field on seed germination of *Triticum aestivum*. *World Science Research Journals*, 1(5),168-171.
- Xiyao, B., Ancheng, M., Jingrun, M., Xiaoling, L., Li, Y. & Qingzhao, W. (1988). Physiological and biochemical experiments in electrostatically treated seeds. *Proceedings of International Conference on Modern Electrostatics*, Beijing, China, 161-165.
- Yalçın, S., & Tayyar, Ş. (2011). Oğulotu tohumlarının çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine manyetik alanın etkisi, *YYÜ Tar Bil Dergisi*, 21(3), 190-197.
- Yurtsever, N. (1984). *Deneysel İstatistik Metotlar*, T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Kök Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No:121, Teknik Yayın No:56, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Tuğba Duda GÜNLÜ
Doğum Yeri : Andırın/KAHRAMANMARAŞ
Doğum Tarihi : 16.04.1978
Medeni Hali : Evli ve bir çocuk annesi
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Andırın Çok Programlı Lisesi
Önlisans : KSÜ Andırın MYO Fidan Yetiştirme Programı
Lisans : KTÜ, Orman Fak. Orman Mühendisliği Bölümü