

**T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DAĞ AKÇAAĞACI (*Acer pseudoplatanus* L.) TOHUM
ÖZELLİKLERİNE VE ÇİMLENME FİZYOLOJİSİ ÜZERİNE
MANYETİK ALAN UYGULAMALARININ ETKİSİ**

Burcu HASDEMİR

Danışman	Prof. Dr. Sezgin AYAN
II. Danışman	Yrd. Doç. Dr. Nezahat TURFAN
Jüri Üyesi	Doç. Dr. Hilmi TOKER
Jüri Üyesi	Yrd. Doç. Dr. Nurcan YİĞİT
Jüri Üyesi	Yrd. Doç. Dr. İnci Sevinç KRAVKAZ KUŞCU






**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

KASTAMONU – 2016

TEZ ONAYI

Burcu HASDEMİR tarafından hazırlanan “Dağ Akçaağacı (*Acer pseudoplatanus* L.) Tohum Özelliklerine ve Çimlenme Fizyolojisi Üzerine Manyetik Alan Uygulamalarının Etkisi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve oy birliği ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman	Prof. Dr. Sezgin AYAN Kastamonu Üniversitesi
II. Danışman	Yrd. Doç. Dr. Nezahat TURFAN Kastamonu Üniversitesi
Jüri Üyesi	Doç. Dr. Hilmi TOKER Muğla Üniversitesi
Jüri Üyesi	Yrd. Doç. Dr. Nurcan YIĞIT Kastamonu Üniversitesi
Jüri Üyesi	Yrd. Doç. Dr. İnci Sevinç KRAVKAZ Kastamonu Üniversitesi

17/10/2016

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ



TAAHHÜTNAME

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildirir ve taahhüt ederim.



Burcu HASDEMİR

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DAĞ AKÇAAĞACI (*Acer pseudoplatanus* L.) TOHUM ÖZELLİKLERİNE VE ÇİMLENME FİZYOLOJİSİ ÜZERİNE MANYETİK ALAN UYGULAMALARININ ETKİSİ

Burcu HASDEMİR
Kastamonu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Sezgin AYAN

II. Danışman: Yrd. Doç. Dr. Nezahat TURFAN

Akçaağaçlar, Türkiye'nin hemen hemen bütün ormanlık bölgelerinde, deniz seviyesinden orman sınırına kadar, farklı toprak ve iklim koşullarında yetişebilmektedir. Bu çalışmada *Acer pseudoplatanus* L. (dağ akçaağacı) türü kullanılmıştır. Dağ akçaağacı ülkemizde, Trakya'nın Karadeniz kıyı ormanlarında 1000 metreler civarında, Orta Avrupa'da ise 1800 metreye kadar yayılır. Bu çalışmada; soğuk ıslak ön işlemler (soğuk katlamalı) ve ön işlemsiz (katlamasız) *Acer pseudoplatanus* L. (Dağ akçaağacı) tohumları üzerinde manyetik alan uygulamalarının etkisi araştırılmıştır. Manyetik alan (MA) muamelesi için tohumlar farklı uygulama süreleri (20, 60 ve 120 dakika) ve değişik MA şiddetlerine (200 ve 400 militesla) maruz bırakılmıştır. Kontrol ve farklı MA uygulamalarına maruz bırakılan tohumlar, eşit koşullarda çimlendirilmeye alınmıştır. Tohumların çimlenmeleri günlük olarak takip edilmiştir. Haftalık çimlenme yüzdeleri belirlenmiştir. Çimlenme yüzdesi; katlamalı tohumda 120 dk 200 mT'da, katlamasız tohumda ise 60 dk 400 mT'da olumlu etki göstermiştir. Ayrıca, tohumların; toplam çözümlenebilir protein, α -amilaz, fotosentetik pigment, glikoz, fruktoz ve nişasta miktarları araştırılmıştır. Sonuç olarak; +4 °C'de 45 gün soğuk katlamalı ve katlamasız *Acer pseudoplatanus* L. tohumlarına uygulanan farklı süre ve şiddetlerdeki MA uygulaması, tohumlardaki protein, enzim, fotosentetik pigment, glikoz ve nişasta içeriğini etkilemiştir. MA katlamalı tohumlarda protein miktarını 20 dk 400 mT'da olumsuz; katlamasız tohumlarda ise kontrol grubu olumlu etki göstermiştir. MA uygulamasından 1 ay sonra yapılan katlamalı tohumlarda protein değeri ise 60 dk 200 mT'da; katlamasız tohumlarda ise kontrol grubunda artmıştır ($p < 0,05$). MA uygulaması ile katlamalı tohumların 120 dk 200 mT işleminde α -amilaz aktivitesi düşerken, katlamasız tohumlarda 60 dk 400 mT ve 120 dk 200 mT'da işlemlerinde α -amilaz enzim aktivitesi yükselmiştir. MA uygulamasından 1 ay sonra yapılan α -amilaz aktivitesinde ise katlamalı tohumda kontrol grubu diğer işlemlere göre artış gösterirken; katlamasız tohumda ise bir azalma tespit edilmiştir. Toplam klorofil miktarı katlamalı tohumların çimlenmeleri sonucu oluşan fideciklerde bakıldığında

kontrol grubuna göre sadece 60 dk 400 mT ve 60 dk 200 mT uygulama işlemlerinde düşük değerler gösterirken, katlamasız tohumlardan gelişen bitkilerde kontrol grubuna göre pigment miktarının arttığı gözlenmiştir. Tohumların % nişasta değerleri incelendiğinde, kontrole göre katlamalı grupta 200 mT 60 dk ve 120 dk uygulama işlemlerinde azalma görülmüştür. Katlamasız kabuklu grupta, kontrole göre sadece 20 dk 200 mT uygulama işleminde nişasta içeriğinin azaldığı belirlenmiştir ($p<0,05$). Katlamasız kabuksuz grupta ise kontrole göre 200 mT 20 dk ve 60 dk uygulama işlemlerinin nişasta içeriği üzerine olumsuz etki ettiği bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Manyetik alan, çimlenme, çimlenme fizyolojisi, dağ akçaağacı, tohum, ormancılık

2016, 80 sayfa

Bilim Kodu: 1205



ABSTRACT

MSc. Thesis

THE EFFECT OF MAGNETIC FIELD APPLICATIONS ON *ACER PSEUDOPLATANUS* L. SEED OF GERMINATION PHYSIOLOGY

Burcu HASDEMİR
Kastamonu University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forestry Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Sezgin Ayan

Co-Supervisor: Assit. Prof. Dr. Nezahat TURFAN

Maples, in almost all forested regions of Turkey, to the forest borders the sea level, it can be grown in different soil and climatic conditions. Mountain maple in our country, in Thrace's Black Sea coast forest around 1,000 meters, while in Central Europe spreads up to 1800 meters. In this study, the effects of electromagnetic field applications on *Acer pseudoplatanus* L. seed were investigated. The seeds were exposed to different treatment period 20, 60 and 120 min and varied magnetic field intensities 200 and 400 mT, respectively. The control and experimental groups were germinated at equal conditions. Germination of seeds controlled daily. A weekly sprouting percentage has been determined. Sprouting percentage; had a positive effect of 120 minute in 200 mT and 60 minute in 400 mT in non fold seeds. As well, total soluble proteins of seed, alpha amylase, photosynthetic pigment, glucose, fructose and starch amounts has been investigated. In the result, applying of of MT in different intensity and times on cold fold and non fold *Acer pseudoplatanus* L. seeds at +4 °C and 45 days, has effected the protein, enzymes, photosynthetic pigment, glucose and starch content of the seeds. MT effected the amount of protein in fold seeds negatively in 20 minute 400 mT; but had a positive effect on control group of non fold seeds. One month after applying MT value of orotein in fold seed in 60 minutes 200 mT, was increased in control groups ($p < 0,05$). However with applying MT in process of 120 minutes 200 mT alpha amylase activity of fold seeds decreases, in non fold seeds in 60 minute 400 mT and 120 minutes 200 mT process alpha amylase activity has increased. Although alpha amlase activity shows an increase one month after applying MT in fold seeds control group in contrast to other processes, but in non fold seeds a decrease has been determined. According to the seedlings formed in the result of sprout of fold seeds the total amount of chlorophyll shows a decrease in contrast to the control groups only 60 minutes 400 mT and 60 minutes 200 mT, in non fold seeds an increase has been determined in amount of pigment, while investigating the percentage of starch in seeds according to the control in fold groups there was a decrease in 200 mT 60 minutes and 120 minutes. In non fold group with

shell, according to the control the content of starch was determined decreased only in 20 minutes 200 mT process ($p < 0,05$). In non fold non shell groups in the process 200 mT 20 minutes and 60 minutes a negative effect on starch content has been found.

Key Words: magnetic field, germination, germination physiology, *Acer pseudoplatanus* L., seed, forestry

2016, 80 pages

Science Code: 1205



TEŞEKKÜR

Çalışmaktan büyük keyif aldığım ve her aşamasında heyecan duyduğum bu çalışma konusunu seçmemde bana destek veren ve çalışmalarım süresince bilgi, öneri, deneyim ve görüşlerini her zaman benimle paylaşan, değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Sezgin AYAN'a, denemenin kurulması ve yürütülmesinde tecrübelerini benden esirgemeyen ve bilimsel vizyonumun oluşmasında büyük emeklerini gördüğüm, birlikte çalışmaktan büyük mutluluk duyduğum, katkılarını ve yardımlarını bilimsel hayatım süresince almaya devam edeceğim ve her zaman yanımda görmekten onur duyacağım tezimin eş danışmanlığını yürüten saygıdeğer hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Nezahat TURFAN'a, manyetik alan uygulama işlemlerinin ve istatistik analizlerin yapılmasında görüş ve önerileriyle çalışmamı yönlendiren, büyük ilgi ve desteğini gördüğüm Sayın hocalarım Prof. Dr. Erdoğan GAVCAR, Doç. Dr. Aybaba HANÇERLİOĞULLARI ve Doç. Dr. Hilmi TOKER'e teşekkür eder, şükranlarımı sunarım. Çalışmanın her aşamasında bilgi birikimi ve tecrübeleriyle beni yönlendiren, ilgisini ve desteğini arkamda her zaman hissettiğim Arş. Gör. Esra Nurten YER'e sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Her zaman yardımlarıyla ve kalpleriyle yanımda olan dostlarıma; Fatma SARITAŞ Fevziye ASLAN, Zhassulan KADYRBEKOV'a ayrıca bu yolda bana bir şekilde yardımcı dokunmuş herkese yürekten teşekkür ederim.

Yaşamım boyunca olduğu gibi tez çalışmam süresince de desteklerini, ilgilerini ve yardımlarını esirgemeyen babama, anneme ve kardeşime sevgilerimi ve en içten teşekkürlerimi sunarım.

Burcu HASDEMİR
Kastamonu, Ekim-2016

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xi
GRAFİKLER DİZİNİ	xii
TABLolar DİZİNİ	xiv
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ	xix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	7
2.1. MA Şiddetinin Çimlenme Üzerine Etkisine Ait Çalışmalar	7
2.2. MA Şiddetinin Fizyolojik Parametrelere Etkisine Ait Çalışmalar	10
3. MATERYAL ve METOT	13
3.1. Materyal.....	13
3.1.1. Denemede Kullanılan Tohum Materyali	13
3.1.2. Çimlenme Denemelerinde Kullanılan Ortam ve Materyaller	13
3.2. Metot	13
3.2.1. Çimlenme Testlerine Tabi Tutulacak Tohumlara Ön Hazırlık	13
3.2.2. Tohumlara Farklı Manyetik Alan Şiddetlerinin Uygulanması.....	13
3.2.3. Denemede Kullanılan TTC (trifeniltetrazolium) Testi.....	15
3.2.4. Manyetik Alan Şiddetinin Fizyolojik Parametrelerin Belirlenmesinde Kullanılan Metodoloji	15
3.2.4.1. <i>Çözünür Protein Miktarının Belirlenmesi</i>	15
3.2.4.2. <i>Çözünür α-Amilaz Enzim Aktivitesinin Belirlenmesi</i>	17
3.2.4.3. <i>Çözünür Karbonhidrat Konsantrasyonunun Belirlenmesi</i>	17
3.2.4.4. <i>Fotosentetik Pigmentlerin Belirlenmesi</i>	20
3.3. İstatistik Analiz.....	20
4. BULGULAR.....	21

4.1. Denemede Kullanılan <i>Acer pseudoplatanus</i> L. Tohumlarına İlişkin	
Tespitler.....	21
4.1.1. <i>Acer pseudoplatanus</i> L. Bitkisinin Katlama Uygulanmamış	
Tohumlarına Manyetik Alan Uygulaması.....	21
4.1.2. <i>Acer pseudoplatanus</i> L. Bitkisinin Katlama Uygulanmış	
Tohumlarına Manyetik Alan Uygulaması.....	22
4.2. Manyetik Alan Şiddetinin Fizyolojik Parametreler Üzerine Etkisine	
Ait Tespitler.....	23
4.2.1. Farklı Süre ve Şiddetlerde Manyetik Alan Uygulamasının	
Toplam Çözünür Protein İçeriği Üzerine Etkileri	23
4.2.2. Farklı Süre ve Şiddetlerde Manyetik Alan Uygulamasının α -	
Amilaz Enzimi Aktivitesi Üzerine Etkileri	27
4.2.3. Farklı Süre ve Şiddetlerde Manyetik Alan Uygulamasının	
Karbonhidrat Miktarı Üzerine Etkileri	31
4.2.3.1. Farklı Süre ve Şiddetlerde Manyetik Alan Uygulamasının	
Glukoz Miktarı Üzerine Etkileri	33
4.2.3.2. Farklı Süre ve Şiddetlerde Manyetik Alan Uygulamasının	
Fruktoz Miktarı Üzerine Etkileri	37
4.2.3.3. Farklı Süre ve Şiddetlerde Manyetik Alan Uygulamasının	
Sukroz Miktarı Üzerine Etkileri	40
4.2.3.4. Farklı Süre ve Şiddetlerde Manyetik Alan Uygulamasının	
Nişasta Miktarı Üzerine Etkileri	44
4.2.4. Farklı Süre ve Şiddetlerde Manyetik Alan Uygulamasının	
Fotosentetik Pigment İçeriği Üzerine Etkileri.....	47
4.2.4.1. Farklı Süre ve Şiddetlerde Manyetik Alan Uygulamasının	
Klorofil a Miktarı Üzerine Etkileri.....	48
4.2.4.2. Farklı Süre ve Şiddetlerde Manyetik Alan Uygulamasının	
Klorofil b Miktarı Üzerine Etkileri.....	50
4.2.4.3. Farklı Süre ve Şiddetlerde Manyetik Alan Uygulamasının	
Toplam Klorofil Miktarı Üzerine Etkileri	53
4.2.4.4. Farklı Süre ve Şiddetlerde Manyetik Alan Uygulamasının	
Karotenoid Miktarı Üzerine Etkileri	54
5. TARTIŞMA	57

6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	62
KAYNAKLAR	64
EKLER.....	73
EK 1- (Katlama uygulanmamış <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohum özelliklerine ve çimlenme fizyolojisi üzerine MA uygulamalarının etkisi).....	73
EK 2- (Katlama uygulanmış <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohum özelliklerine ve çimlenme fizyolojisi üzerine MA uygulamalarının etkisi).....	74
EK 3- Çalışma aşamasındaki fotoğraflar.....	75
ÖZGEÇMİŞ	80



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

ABA	Absisik Asit
BSA	Bowin serum albümin
°C	Santigrat derece
Ca	Kalsiyum
CaCl₂	Kalsiyum klorür
C₂H₆O	Etanol
cm	Santimetre
ÇH	Çimlenme Hızı
ÇY	Çimlenme Yüzdesi
DC	Doğru akım
Dk	Dakika
EDTA	Etilendiamin Tetraasetikasit
EMA	Elektromanyetik Alan
Fe	Demir
G	Gram
GA₃	Gliserik Asit
HCl	Hidroklorik asit
HClO₄	Perklorik asit
H₂SO₄	Sülfürik asit
H₃PO₄	Fosforik Asit
K	Potasyum
KH₂PO₄	Potasyum Fosfat
kl	Klorofil
KI	Potasyum İyodür
Kv	Kilovolt
l	İyot
m	Metre
M	Molar
MA	Manyetik alan
MAŞ	Manyetik Alan Şiddeti
MF	Magnetic Field
mg	Miligram
Mg	Magnezyum
Min	Minute
ml	Mililitre
Mn	Mangan
MT	Militesla
N	Azot
Na	Sodyum
Na₃PO₄	Sodyum fostat
nm	Nanometre
Std	Standart Sapma
T	Tesla
TTC	Trifeniltetrazolium Klorid

Zn	Çinko
µl	Mikrolitre
µmol	mikromol
%	Yüzde



GRAFİKLER DİZİNİ

	Sayfa
Grafik 1.1. Çimlenen tohumda su alımının zamansal olarak incelenmesi.....	3
Grafik 3.1. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulaması yapılmış <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarında ekstre edilen protein miktarlarını belirlemede kullanılan BSA kalibrasyon eğrisi.....	16
Grafik 3.2. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulaması yapılmış <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarında ekstre edilen glukoz miktarlarını belirlemede kullanılan BSA kalibrasyon eğrisi.....	18
Grafik 3.3. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulaması yapılmış <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarında ekstre edilen fruktoz miktarlarını belirlemede kullanılan BSA kalibrasyon eğrisi.....	19
Grafik 3.4. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulaması yapılmış <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarında ekstre edilen sukroz miktarlarını belirlemede kullanılan BSA kalibrasyon eğrisi.....	19
Grafik 4.1. Katlamasız ve katlamalı <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarında farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının çözünür protein içeriği üzerine etkilerinin değişimi	27
Grafik 4.2. Katlamasız ve katlamalı <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarında farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının α -amilaz enzim içeriği üzerine etkilerinin değişimi	31
Grafik 4.3. Katlamasız ve katlamalı <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarında farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının karbonhidrat miktarı üzerine etkilerinin değişimi	33
Grafik 4.4. Katlamasız ve katlamalı <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarında farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının glukoz miktarı üzerine etkilerinin değişimi	36
Grafik 4.5. Katlamasız ve katlamalı <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarında farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının fruktoz miktarı üzerine etkilerinin değişimi	40
Grafik 4.6. Katlamasız ve katlamalı <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarında farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının sukroz miktarı üzerine etkilerinin değişimi	44
Grafik 4.7. Katlamasız ve katlamalı <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarında farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının nişasta miktarı üzerine etkilerinin değişimi	47
Grafik 4.8. Katlamasız ve katlamalı <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarında farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının klorofil a miktarı üzerine etkilerinin değişimi	50
Grafik 4.9. Katlamasız ve katlamalı <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarında farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının klorofil b miktarı üzerine etkilerinin değişimi	52
Grafik 4.10. Katlamasız ve katlamalı <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarında farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının toplam klorofil miktarı üzerine etkilerinin değişimi	56

Grafik 4.11. Katlamasız ve katlamalı <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarında farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının toplam karotenoit miktarı üzerine etkilerinin değişimi	56
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----



TABLolar DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 3.1. Denemede kullanılan tohuma ait bilgiler.....	13
Tablo 3.2. <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarına uygulanan manyetik alan şiddetleri ve uygulama süreleri	14
Tablo 4.1. Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama süresinde katlamasız <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarının çimlenme yüzdesine ilişkin varyans analizi sonuçları	21
Tablo 4.2. Denemede kullanılan katlamasız <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarına uygulanan manyetik alan şiddetleri ve uygulama sürelerinde gözlenen çimlenme özellikleri.....	21
Tablo 4.3. Denemede kullanılan katlamalı <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarına uygulanan manyetik alan şiddetleri ve uygulama sürelerinde gözlenen çimlenme özellikleri.....	22
Tablo 4.4. Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama sürelerinde katlamalı <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarının çimlenme yüzdesine ilişkin varyans analizi sonuçları	23
Tablo 4.5. Farklı süre ve şiddetler manyetik alan uygulamasının katlamasız ve katlamalı <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarında çözünür protein içeriği üzerinde etkilerinin değişimi	23
Tablo 4.6. Farklı süre ve şiddetlerde <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarının manyetik alan uygulaması ardından protein miktarına ilişkin varyans analizi sonuçları	24
Tablo 4.7. Farklı süre ve şiddetlerde <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarının manyetik alan uygulaması ardından protein miktarına ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları	25
Tablo 4.8. Farklı süre ve şiddetlerde <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarının manyetik alan uygulamasından 1 ay sonra protein miktarına ilişkin varyans analizi sonuçları	25
Tablo 4.9. Farklı süre ve şiddetlerde <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarının manyetik alan uygulamasından 1 ay sonra protein miktarına ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları	26
Tablo 4.10. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının katlamasız ve katlamalı <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarında α -amilaz enzim içeriği üzerine etkileri	28
Tablo 4.11. Farklı süre ve şiddetlerde <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarının manyetik alan uygulaması ardından α -amilaz enzim miktarına ilişkin varyans analizi sonuçları	29
Tablo 4.12. Farklı süre ve şiddetlerde <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarının manyetik alan uygulaması ardından α -amilaz enzim miktarına ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları	29
Tablo 4.13. Farklı süre ve şiddetlerde <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarının manyetik alan uygulamasından 1 ay sonra α -amilaz enzim miktarına ilişkin varyans analizi sonuçları.....	30

Tablo 4.14. Farklı süre ve şiddetlerde <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarının manyetik alan uygulamasından 1 ay sonra α -amilaz enzim miktarına ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları.....	30
Tablo 4.15. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının katlamalı ve katlamasız <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarında karbonhidrat içeriği üzerine etkilerinin değişimi	32
Tablo 4.16. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının katlamalı ve katlamasız <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarında glukoz içeriği üzerine etkilerinin değişimi	33
Tablo 4.17. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının kabuklu <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarının glukoz miktarına ilişkin varyans analizi sonuçları	34
Tablo 4.18. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının kabuklu <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarının glukoz miktarına ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları	35
Tablo 4.19. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının kabuksuz <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarının glukoz miktarına ilişkin varyans analizi sonuçları	35
Tablo 4.20. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının kabuksuz <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarının glukoz miktarına ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları	36
Tablo 4.21. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının katlamasız ve katlamalı <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarında fruktoz miktarı üzerine etkilerinin değişimi.....	37
Tablo 4.22. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının kabuklu <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarının fruktoz miktarına ilişkin varyans analizi sonuçları	38
Tablo 4.23. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının kabuklu <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarının fruktoz miktarına ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları	38
Tablo 4.24. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının kabuksuz <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarının fruktoz miktarına ilişkin varyans analizi sonuçları	39
Tablo 4.25. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının katlamasız ve katlamalı <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarının fruktoz miktarına ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları	39
Tablo 4.26. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının katlamasız ve katlamalı <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarında sukroz miktarı üzerine etkilerinin değişimi.....	41
Tablo 4.27. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının kabuklu <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarının sukroz miktarına ilişkin varyans analizi sonuçları	41
Tablo 4.28. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının kabuklu <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarının sukroz miktarına ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları	42
Tablo 4.29. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının kabuksuz <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarının sukroz miktarına ilişkin varyans analizi sonuçları	42

Tablo 4.30. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının kabuksuz <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarının sukroz miktarına ilişkin ortalama	43
Tablo 4.31. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının katlamasız ve katlamalı <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarında nişasta içeriği üzerine etkilerinin değişimi	44
Tablo 4.32. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının kabuklu <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarının nişasta miktarına ilişkin varyans analizi sonuçları	45
Tablo 4.33. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının kabuklu <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarının nişasta miktarına ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları	45
Tablo 4.34. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının kabuksuz <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarının nişasta miktarına ilişkin varyans analizi sonuçları	46
Tablo 4.35. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının kabuksuz <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarının nişasta miktarına ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları	46
Tablo 4.36. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının katlamasız ve katlamalı <i>Acer pseudoplatanus</i> L. yapraklarında fotosentetik pigmentleri içeriği üzerine etkilerinin değişimi	48
Tablo 4.37. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının <i>Acer pseudoplatanus</i> L. yapraklarında klorofil a miktarına ilişkin varyans analizi sonuçları	49
Tablo 4.38. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının <i>Acer pseudoplatanus</i> L. yapraklarında klorofil a miktarına ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları	50
Tablo 4.39. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının <i>Acer pseudoplatanus</i> L. yapraklarında klorofil b miktarına ilişkin varyans analizi sonuçları	51
Tablo 4.40. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının <i>Acer pseudoplatanus</i> L. tohumlarının klorofil b miktarına ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları	52
Tablo 4.41. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının <i>Acer pseudoplatanus</i> L. yapraklarında toplam klorofil miktarına ilişkin varyans analizi sonuçları	53
Tablo 4.42. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının <i>Acer pseudoplatanus</i> L. yapraklarında toplam klorofil miktarına ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları	54
Tablo 4.43. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının <i>Acer pseudoplatanus</i> L. yapraklarında toplam karotenoit miktarına ilişkin varyans analizi sonuçları	55
Tablo 4.44. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının <i>Acer pseudoplatanus</i> L. yapraklarında toplam karotenoit miktarına ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları	56

FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

	Sayfa
Fotoğraf 3.1. Kabuklu ve kabuksuz tohumların görüntüleri	73
Fotoğraf 3.2. Tohumlara manyetik alan uygulamasının yapılması	73
Fotoğraf 3.3. Tohumlara katlama işleminin yapılması	74
Fotoğraf 3.4. Petri kaplarının ve viyollerin iklim dolabına yerleştirilmesi.....	74
Fotoğraf 3.5. Tohumların mikroskopla görüntülerinin alınması.....	75
Fotoğraf 3.6. TTC uygulaması yapılan tohumların mikroskoptaki görüntülerinin kaydedilmesi.....	75
Fotoğraf 3.7. Petri kaplarındaki tohumların sulanması	75
Fotoğraf 3.8. Tohum örneklerinin absorbans değerlerini okutmak için yapılan ön işlemler	76
Fotoğraf 3.9. α -amilaz aktivitesini belirlemek için tohumlara santrifüj işleminin yapılması	76
Fotoğraf 3.10. Tohumların çimlenme safhaları	76
Fotoğraf 3.11. Viyollerde çimlenen katlamalı tohumların sayılması (34.gün) ...	77
Fotoğraf 3.12. Viyollerde çimlenen katlamasız tohumların sayılması (34.gün).	77

1. GİRİŞ

Ormanların büyüklüğü ve değişimlerini belirlemek üzere ilk defa 1963-1972 yılları arasında hazırlanan Orman Amenajman Planları verilerine göre; orman alanı 20.199.296 hektar (ha) olup ülke genel alanının %26,1'ni oluşturduğu kaydedilmiştir. Yenilenen planlama çalışmaları sonrasında yani 2012 yılında orman alanı 21 678 134 ha'a yükselmiş ve ülke genelinin %27,6'sını kaplamaktadır. Bu envanter sonuçlarına göre, ormanlık alanımızda son 40 yılda yaklaşık 1,5 milyon ha'lık artış olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 2012).

Akçaağaçlar, Türkiye'nin hemen hemen bütün ormanlık bölgelerinde, deniz seviyesinden orman sınırına kadar farklı toprak ve iklim koşullarında yetişebilmektedir. Türkiye'de 12 tür ve bu türlerinde 23 taksonunun mevcut olduğu tespit edilmiştir (Gökyiğit, 2012). Batı ve Doğu Karadeniz ormanları, akçaağaçların en fazla türle temsil edildiği bölgelerdir. Türkiye'de akçaağaçların geniş alanlarda saf ormanları yoktur. Geniş yapraklı ormanlar hatta karışık ve saf iğne yapraklı meşçerelerle (Doğu ladini, Göknarlar, Toros Sediri) münferit veya küçük gruplar halinde bulunmaktadır. Bu durum, doğal tohum kaynakları tespitini ve tohum tedarikini oldukça güçleştirmektedir (Genç, 2007).

Akçaağaçlar, zehirli gazlara ve çevre kirliliğine dayanıklı türlerdir. Toprağı humuşça zenginleştirerek ıslah ettiği gibi karışık meşçerelerde de dolgu etkisi görevini üstlenirler. Ayrıca, kara yollarının ve dolgu şevlerinin ağaçlandırılmasında tercih edilmektedir (Anonim, 1994). Yaprakları sonbaharda değişik renklenmeye sahip olması nedeniyle, estetik ve görsel değer oluşturmaları bakımından süs ağacı olarak kullanılırlar. Yaban hayvanlarına da beslenme ve barınma sağlarlar. Akçaağaçların bazı türleri kıymetli kerestelere sahiptir. Akçaağaç odunu, müzik ve spor aletleri, tüfek kundakları yapımında, protez sanayinde (ortopedik ayakkabı) kullanılmaktadır (Anşin ve Özkan, 1997).

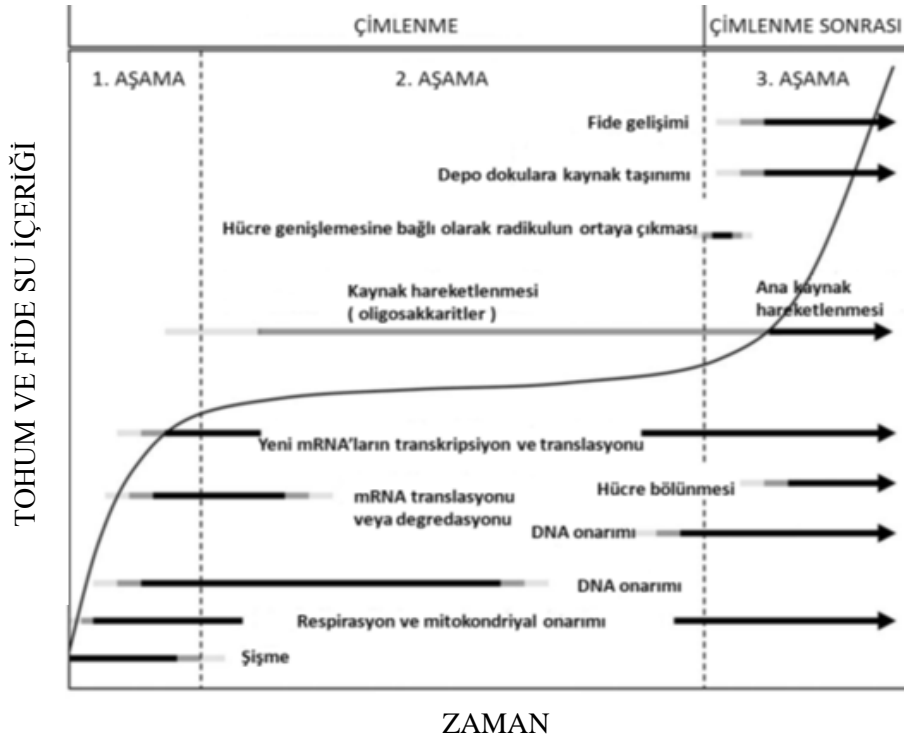
Türkiye'de doğal olup olmadığı tartışılan dağ akçaağacı (*Acer pseudoplatanus* L.), geçmişten bu yana ağaçlandırma amaçlı üretilen farklı akçaağaç türlerine ait fidanların çoğunluğunu oluşturmaktadır (Gültekin, 2007). Yaltırık (1971) bu türün, ülkemiz için yabancı bir tür olduğunu bunun yanında, bazı bilim adamları ise türün ülkemizde doğal olduğunu savunmaktadırlar (URL-1, 2016)

Dağ akçaağacı Türkiye'de, Trakya'nın Karadeniz kıyı ormanlarında 1000 metre (m) civarında, Orta Avrupa'da ise 1800 m'ye kadar yayılır. 40 m boylanabilen 3 m çapa ulaşan dolgun ve düzgün gövdeli, yuvarlak tepeli bir orman ağacıdır. Yapraklar 8-18 cm boyunda, 5 lobludur. Yaprak sapları 5 ve 15 cm arası uzunluktadır. Drenajı iyi organik maddece zengin ve killi topraklarda yetişirler. Gevşek yapılı toprakları tercih ederler. Ayrıca asidik topraklarda da görülür. Derine giden kazık kök sistemine sahiptir. Derin topraklı nemli iklime sahip alanlarda yayılır. Kerestesi değerli çok kıymetli bir orman ağacıdır. Birçok kültür formu sayesinde dünyada yaygın olarak bahçe mimarisinde kullanılır. Gençliğinde çok hızlı büyür. Geç donlara hassastır. Peyzaj düzenlemelerinin ve kent ağaçlandırmalarının en önemli ağacı olmasının sebebi taç formu, gövde, kabukları, yaprak ve meyve özellikleridir (Gültekin, 2007).

Akçaağaç tohumları çimlenme sırasında inatçı (recalcitrant) ve zor çimlenen tohumlar (orthodox) kategorisinde yer almaktadır ve türden türe farklılıklar gösterebilmektedir (Gültekin, 2007). Tohum çimlenmesi suyun alınması ile başlayan fizyolojik ve kimyasal reaksiyonlar sonrasında kökçüğün çıkması olaylarının tümünü kapsayan biyolojik bir olaydır (Hartmann, Kester, Davies ve Geneve, 2002). Çimlenme için üç esas şartın bulunması gerekir. Embriyonun canlı ve çimlenme yeteneğinde olması, tohumun mutlaka uygun çevre şartları içinde bulunması ve çimlenmeyi engelleyen iç etmenlerin ortadan kalkmış olması gerekir.

Çimlenen tohumlarda su alımı üç safhada Grafik 1.1.'de gerçekleşmektedir. Birinci safhada, metabolik reaksiyonlardan bağımsız ancak toprağın yapısı, tohum su ilişkisine ve tohumun kimyasal yapısına bağlı olarak hızlı bir su alınması fazıdır. İkinci safhada tohum suya doyduğu için su alımının durakladığı evredir. Bu safhada enzim aktiviteleri ve 3. safhada kullanılacak olan yeni materyallerin sentez olayları hızlanır. Ayrıca, bu duraklama cansız ve dormant tohumlarda süreklidir. Üçüncü

safhada, canlı ve dormant olmayan tohumlarda, kökçüğün uzayarak ve hücrel genişlemelerin, büyümelerin gerçekleştiği periyottaki su alımını kapsar. Hücre genişlemesi hücre bölünmesi olmadan hacimce genişleme şeklinde gerçekleşir. Bu safhada 2. safhada aktifleşen enzimlerle rezerve maddeler (lipitler, karbonhidratlar, proteinler ve fosfor içeren bileşikler) daha basit yapılara parçalanır ve embriyonun büyümesi ve gelişmesi için büyüme noktalarına taşınır (Bewley ve Black, 1994).



Grafik 1.1. Çimlenen tohumda su alımının zamansal olarak incelenmesi (Nonogaki 2010'dan)

Birçok bitkinin tohumları, optimum çimlenme koşulları bulsalar bile, önceden bazı ön işlemlere tabi tutulmamışlarsa çimlenememekte ya da zamanında bir çimlenme gösterememektedirler. Bu tip tohumlar çimlenme engellerine sahip (uyku hali-dormansi) tohumlar olarak ifade edilmektedir. Tohumlarda genel olarak çimlenme engellerine; tohum kabuğunun sert olması, embriyonun tam olgunlaşmamış veya dinlenme devresinde olması, endospermin olmaması gibi etkenler neden olur. Bu çimlenme engelleri, farklı yöntemlerle giderilebilmektedir (Yahyaoglu ve Ölmez, 2005; Üçler ve Turna, 2005; Baskin ve Baskin, 2014).

Fizyolojik, morfolojik ve morfofizyolojik dormansinin giderilmesinde genellikle katlama işlemi uygulanmaktadır. Fizyolojik dormansi için soğuk (ıslak) katlama veya çıplak katlama, morfolojik dormansi için ılık katlama uygulanır (Schmidt, 2000). Baskin ve Baskin (2001) fizyolojik dormansinin soğuk katlama yöntemiyle ortadan kaldırarak çimlenme üzerine olumlu etki ettiğini belirtmişlerdir. Katlamamın dormansiyi gidermenin dışında tohum gücünü ve çimlenme hızını artırma ve daha homojen fidan ürünü elde edilmesi gibi faydaları olduğunu saptamışlardır (Kolotelo, Steenis, Peterson, Bennett, Trotter ve Dennis, 2001).

Akçaağaç türlerinin tohumları birçok araştırmacı tarafından tohum dormansisine sahip tohumlar sınıfında kabul edilmektedir (Bradbeer, 1988). Akçaağaçlarda morfolojik ve fizyolojik dormansi bakımından türler arasında farklar olmakla beraber perikarp, tohum kabuğu ve embriyo dormansisi görüldüğü belirtilmektedir (Young ve Young, 1992).

Akçaağaç tohumlarında çimlenme engelinin bulunması, doğal yayılış ortamlarında yeterince çoğalmasına ve geniş ormanlar kurmasına engel teşkil etmektedir. Akçaağaç türlerinde fidan üretiminin gerçekleştirilmesi için öncelikle tohumların çimlenme engelleri giderilmelidir (Gültekin, 2007). Tohumların çimlenme engelleri ya katlama yöntemleri kullanılarak ya da tohumlar mümkün olduğunca erken toplanıp, bekletilmeden ekilerek giderilmektedir. Erken ekim uygulamalarında ekim yastıklarında gereğinden fazla ısınmayı engelleyecek çeşitli kültürel önlemler alınmalıdır. Soğuk ıslak işlem ve katlama yöntemlerine göre bu gibi tohumları +4 ile +8 °C arasında ve rutubetli kum içerisinde uzun zaman dinlendirmek gerekir. Soğuk ıslak işlem, akçaağaçlarda 2-3 ay sürdüğü tespit edilmiştir (Yahyaoğlu ve Ölmez, 2005; Saatçioğlu, 1971).

Bitkiden tohuma madde geçişinin durup, tohumun maksimum kuru ağırlığa ulaşmasıyla, tohumun fizyolojik olgunluğa eriştiği zaman, en uygun tohum toplama zamanıdır (Kozłowski, 2002). Ürgenç (1998), embriyoyu besleme görevini üstlenen endospermin karbonhidrat, yağ ve proteince dönüşmüş olan depo maddelerinin yeterli miktarda birikimini yapabilmesi ve kaliteli tohumların elde edilebilmesi, daha iyi bir çimlenme için bu olgunlaşmayı beklemek gerektiğini belirtmiştir.

Bitkiler kendi besinlerini fotosentez yoluyla dolayısıyla da fotosentetik pigmentler aracılığıyla üretebilen canlılardır. Fotosentetik pigmentler genel olarak klorofil a, klorofil b ve karotenoidler gibi çeşitli pigmentleri içermektedir (URL-2, 2015).

Canlılar kendi manyetik alanları (MA) yanında yaşadıkları çevrenin de manyetik alanları etkisi altında kalmaktadır. MA uygulamaları tohum kalitesi, fide büyümesi ve ürün verimini artırmak, çeşitlerin yetersiz yönlerini geliştirmek amacıyla yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Pietruszewski, 1993; Ahmet, 2003). Günümüze kadar yapılan çalışmalar boyunca MA'nın etkileri, farklı bitki karakterleri üzerinde değişik sonuçlar ortaya koymuştur. Manyetik alan, sürekli karşılaşılan çevre faktörlerinden biridir. Bitkilerin büyüme ve gelişimi üzerine MA'nın etkileri ve bu etkilerin uygulamada kullanımına yönelik tartışmalar uzun zamandır sürmektedir (Dunlop ve Shmidt, 1969).

MA'nın bitkilerin farklı karakterlerinde değişimler meydana getirdiği ile ilgili birçok çalışmalar yapılmıştır (Lebedev, Baranski, Litrimenko ve Shiyan, 1975; Belyavskaya, Fomicheva, Govorun ve Danilov, 1992). Bitkiler, farklı MA şiddetlerine ve MA'a maruz kalma süresine duyarlıdır (Maj, Shabrangi, Bahar ve Abdi, 2009). Bitkilerin MA'ya tepkileri, MA'nın sıklığına, MA'ya maruz kalma süresine, türlere, tohum hazırlama metoduna ve tohumların özelliklerine göre değişmektedir (Dhawi, Al-Khayri ve Hassan, 2009). Pietruszewski, Muszynski ve Dziwulska (2007), elektromanyetik alanın bitki gelişiminde fizyolojik ve sitolojik etkilerini araştırdıkları çalışmada, manyetik uyarının tohumlar üzerinde pozitif etki gösterdiğini bulmuşlardır. Ayrıca, elektromanyetik alanın ekim öncesi uygulamalarında çimlenme yüzdesi, büyüme hızı ve çimlenme oranı üzerine pozitif etkisinin ve bunun düşük çimlenme kapasitesine sahip tohumlar için önemli olabileceğini saptamışlardır.

MA'nın çimlenme üzerine etkilerini belirlemek için, çimlenme hızında öneme sahip α -amilaz enzim aktivitesinin neden olduğu değişimlerin belirlenmesi önerilmektedir. Yüksek bitkilerin tohumları, karbonhidrat ve protein gibi depo maddelerini kotiledon ya da endospermelerinde depo ederler (Bewley ve Black, 1994). Tohumlar çimlenmeye başladıklarında ihtiyaç duydukları enerjiyi bu depo maddelerin

yıkımından elde etmektedirler (Subbarao, Datta ve Sharma, 1998). Çimlenme olayının devam etmesi için karbonhidrat ve şekerler, embriyonun enerji ihtiyacını karşılamada kullanıldığından dolayı sürekli tedarik edilmelidir. Tohumlarda karbonhidratların depo formu nişastadır ve embriyo bu formda karbonhidratları kullanamamaktadır (Ricard, Van Toai, Chourey ve Saglio, 1998; Guglielminetti, Busilacchi ve Alpi, 2000). Bu nedenle, çimlenmenin başlamasıyla depo maddelerini embriyonun kullanabileceği forma dönüştüren hidrolitik enzimlerin sentezi uyarılır (Uriyo, 2001). Çimlenmede rol alan hidrolitik enzimlerin en önemlilerinden biri α -amilazdır. α -amilaz, çimlenme süresince nişastanın şekerlere parçalanmasını sağlar (Perata ve Alpi, 1997; Vartapetian ve Jackson, 1997). Oluşan şekerler, embriyo hücreleri yardımıyla solunumda kullanılır ve hücrelerin bölünmesi için gerekli olan enerjiyi sağlar. Böylece bitkilerin büyüme olayı gerçekleşir (Kaneko, Itoh, Ueguchi-Tanaka, Ashikari ve Matsuoka, 2002). Uygun şiddetlerde uygulanan elektromanyetik alanların, besinlerin emilimi ve sindirimini (Kavi, 1977) arttırdığı ve fotosentez aktivitesini (Lebedev, Litvinenko ve Shiyan, 1977) teşvik ettiği saptanmıştır. Çimlenmesi sırasında farklı dozlarda elektromanyetik alanlarla muamele edilen tohumların enzim aktivitelerinde değişimler meydana geldiği belirtilmiştir (Akoyonoglou, 1964; Lebedev vd. 1975; Bhatnagar ve Deb, 1978). Uygun şiddet ve sürede elektromanyetik alan uygulanan bitkilerin su içeriğinin (Wooley, 1971), klorofil (Yinan, Yunan, Yongqing ve Chunyang, 2005), karotenoid (Nechitailo ve Gordeev, 2001) ve protein miktarlarının (Mazza, Battista, Zima, Szwarcberg-Bracchitta, Giordano, Acevedo ve Scopel, 1999) değişimlere neden olduğu kaydedilmiştir.

Tohumun kimyasal içeriği, tohumda biriken depo maddelerine ve bunların miktarlarına bağlıdır. Bu yönüyle orman ağaçlarının tohum depo maddelerinin kimyasal içeriği üzerine MA uygulamalarının etkileri yok denecek kadar azdır. Bu çalışmada; Türkiye'de ağaçlandırma çalışmalarında en çok kullanılan akçaağaç türü olan *Acer pseudoplatanus* L. tohumlarındaki çimlenme engelinin giderilmesi ve yapılan farklı MA uygulamalarının tohumun kimyasal içeriğine (α -amilaz enzim aktivitesi, toplam çözünür karbonhidrat ve protein miktarları, fotosentetik pigment içerikleri) olan etkisi araştırılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. MA Şiddetinin Çimlenme Üzerine Etkisine Ait Çalışmalar

Savastin (1928) tarafından MA'nın bitki gelişimi üzerine etkisi konusunda ilk çalışmalar başlatılmış ve MA'nın etkisine bağlı olarak buğday fidelerinin boylarında % 100'lük bir artış gösterdiğini belirtmiştir.

Akoyonoglou (1964), Lebedev vd. (1975), Bhatnagar vd. (1978) tohumların çimlenmesi üzerine yaptıkları çalışmalarda, farklı şiddetlerde elektromanyetik etkiye maruz kalan tohumların karboksi dismutaz, amilaz ve nitrat redüktaz enzim aktivitelerinde farklılıklar gözlemlenmiştir.

Kato (1988) tarafından yapılan bir araştırmada, mısır bitkisinin köklerine 5000 gauss MA uygulaması sonucunda kontrole göre %25 daha fazla kök büyümesi olduğunu saptamıştır.

Muraji, Asai ve Tatebe (1998) tarafından yürütülen çalışmada tohumların çimlenmesinde MA uygulamasının olumlu yönde etki yaptığını belirtmişlerdir. Carbonell, Martinez, ve Amaya (2000) tarafından yapılan bir araştırmada ise 150 ve 200 mT'lık MA uygulamasının pirincin çimlenmesini arttırdığını tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Podlesny, Pietruszewski ve Podleoen (2004) yaptıkları bir araştırmada; baklanın çimlenmesi ve tohum veriminde MA'nın olumlu yönde etkisi olduğunu saptamışlardır.

Carbonell vd. (2000) çalışmalarında; 150 ve 200 mT'lık MA uygulamasının pirincin çimlenmesini arttırdığını ifade etmişlerdir.

Eşitken (2002) tarafından yapılan çalışmada; *Camarosa* çilek bitkisi 0,0054 Tesla (T)'lık manyetik alana maruz bırakılmıştır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde; Manyetik alan uygulaması ile bitkilerde çiçeklenmenin kontrole göre yaklaşık 11 gün erken olduğu, yaprak sayısı, yaprak alanı, petiol uzunluğu, kardeşlenme ve kök uzunluğunun arttığını saptamıştır. Ayrıca, manyetik alanın yapraklardaki N, P, K,

Ca, Mg, Na, Fe ve Mn birikiminde artma Zn birikiminde ise azalma gösterdiğini tespit etmiştir.

Harichand, Narula, Raj ve Singh (2002) buğdayla ilgili yaptıkları çalışmalarda, tohumlar 10 mT ve 40 saat süreyle MA'ya maruz bırakılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde; bitki boyu, her başaktaki tohum ağırlığı ve tohum veriminde MA'nın pozitif yönde etki yaptığını ifade etmişlerdir.

Martinez, Carbonell ve Florez (2002) buğday ile yaptıkları bir araştırmada, farklı MA şiddetleri kullanılmış ve MA şiddetlerinin artışına paralel olarak bitki boylarında ve bitki ağırlıklarında artış olduğunu saptamışlardır.

Çakmak (2006) tarafından manyetik alanın fasulye (*Phaseolus vulgaris* L. cv. *Gina*) ve karalahana (*Brassica oleraceae* L. cv. *acephale*) bitkilerinin soğuğa dayanıklılıkları üzerine etkisini belirlemek için 10 ve 40 dk sürelerinde, elektriksel alan (50 Hz 100 kV/m DC) uygulamasında araştırma yapılmıştır. Elektriksel alan uygulamasından sonra fasulye ve karalahana fidelerinin bir kısmı üşüme sıcaklığına yerleştirilmiş, diğer bitki grupları ise normal şartlara alınmıştır. Tüm bitki gruplarına uygulama yapıldıktan 3. ve 6. gün sonra bazı büyüme parametrelerinin ölçümü, protein miktarının belirlenmesi ve TTC (Trifeniltetrazolium Klorid) canlılık testleri yapılmıştır. Yapılan TTC canlılık testleri sonucunda; özellikle 10 dk elektriksel alan (50 Hz 100 kV/m DC) uygulamasının, soğuk ve normal şartlarda kontrol bitkilerine göre her iki bitki grubunda da büyüme üzerine olumlu etkisi olduğu belirlenmiş ancak, 40 dakika elektriksel alan uygulamasının soğuk şartlarda canlılık değerlerinde azalma gösterdiği tespit edilmiştir.

Dardeniz ve Tayyar'ın (2007) yürüttükleri çalışmada; düşük frekanslı elektromanyetik alanın (EMA'nın) *Cardinal* üzüm çeşidinde bazı köklenme ve vejetatif gelişim parametreleri üzerine olumlu etkileri olduğunu belirtmişlerdir.

Hong, Yong- Bao ve Wen (2008) yaptıkları çalışmada; orta ve yüksek çimlenme yüzdesine sahip *Pinus massoniana* tohumları 10 ve 15 dk süreyle 0,2 ve 0,3 mT'lık MA'ya maruz bırakılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara bakıldığında; MA uygulamasının ÇY'yi hızlandırdığını tespit etmişlerdir. Ayrıca, orta ÇY'ye sahip

tohumlarda 0,3 mT 15 dk'lık sürede çimlenme oranının %66'dan %83'e kadar arttığı görülmüştür. Yüksek ÇY'ye sahip tohumlarda ise bu oran %83 olarak kaydedilmiştir.

Vashisth ve Nagarajan (2010) tarafından yapılan araştırmada; ayçiçeği (*Helianthus annuus*) tohumları, beş farklı MA şiddetlerine (50, 100, 150, 200 ve 250 mT) ve dört farklı zaman dilimlerinde (1, 2, 3 ve 4 saat) MA'ya maruz bırakılmış ve elde edilen sonuçlar kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde; ÇH ve ÇY kontrol grubuna göre artış göstermiştir.

Kuzugüdenli ve Kaya (2012) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada; Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold.) tohumları saniyede 1 metre yol alan hareketli bir zeminde 3,8; 4,8 mT'lık bir MA şiddetine maruz bırakılmışlardır. Kontrol ve farklı MA şiddetine (1, 3, 9 ve 15 kez) maruz bırakılarak elde edilen fideciklerin boyları ve kök uzunlukları 60. günde ölçülmüştür. Çalışmadan elde edilen sonuca göre, tohumların fidecik boylarında, çimlenme yüzdelerinde ve kök uzunluklarında MA'nın pozitif yönde etki yaptığını ifade etmişlerdir.

Farzpourmachiani, Majd Ahmad, Arbabian, Dorranean ve Hashemi (2013) tarafından *Valeriana officinalis* (Kedi otu) tohumları üzerinde yapılan çalışmada, tohumların çimlenmesi üzerinde farklı MA şiddeti (1 ve 2 mT) uygulanarak, MA'nın etkisi incelenmiştir. Çalışmada; kuru ve ıslak tohumlar 30 dk suda bekletilerek kullanılmıştır. Tohumlar her gün 30 dk süreyle üç gün boyunca MA'ya maruz bırakılmıştır. Elde edilen sonuçlar kontrol grubu ile karşılaştırıldığında MA'ya maruz kalmış kuru ve ıslak tohumlarda ÇH ve ÇY'nin artış gösterdiği belirtilmiştir.

Pourakbar (2013) tarafından Mayıs papatyası (*Matricaria chamomilla* L.) üzerinde, çimlenme, erken büyüme ve enzim aktivitesine ilişkin çalışmada; farklı manyetik alan (0, 25, 50 ve 75 mT) yoğunlukları ve sürelerde (0, 30, 60 dakika) tohumlar MA'ya maruz bırakılmışlardır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde; kontrole göre 60 dakika 50 mT uygulamasındaki işlemde çimlenme, erken büyüme ve alfa amilaz içeriğinin yüksek olduğu saptanmıştır.

Günlü ve Ayan (2014), Anadolu karaçamı tohumları üzerinde yaptıkları bir çalışmada; Kuru ve 12 saat suda şişirilen tohumlara, farklı manyetik alan şiddetleri (10, 25, 50, 100, 150, 200, 300 ve 450 mT) ve süreleri (5, 10, 15, 30, 6 ve 90 dk) uygulamışlardır. Araştırma sonucunda, 12 saat suda şişirilmiş tohumlar üzerinde kısa süreli yüksek manyetik alan şiddetinin çimlenme hızı ve yüzdesi üzerinde kontrol ve diğer işlem kombinasyonlarına göre daha olumlu yönde anlamlı etkisi bulunmuştur.

2.2. MA Şiddetinin Fizyolojik Parametrelere Etkisine Ait Çalışmalar

Hububat tohumları 2-4 kV/cm manyetik alana; 30 sn ve 60 dk arasında değişen sürelerle maruz bırakılmışlardır. Tohumlar olgunlaşınca bitkilerdeki klorofil miktarının %86, karotenoid miktarının ise %50 oranında arttığı saptanmıştır (URL-3, 2013).

Çimlenme oranı düşük olan tohumlarda elektrik akımının etkisi daha yüksektir. Elektrik akımının etkisi ile fidelerin metabolizması hızlanır, solunum ve hidrolitik enzim aktivitesi pek çok bitki türünde artar (Kocaçalışkan 1989; 1990; URL-4, 2013).

Tian, Kuang ve Mei (1989) tarafından Çin'de yapılan bir çalışmada, manyetik sulama suyu kullanılarak yapılan sulama ile bitki yapraklarının klorofil miktarında artma olduğu kaydedilmiştir.

Rochalska (2005) tarafından şeker pancarı bitkisi MA'ya maruz bırakılmıştır. Sonuç olarak, MA uygulaması yapılan bitki yapraklarında klorofil içeriği artış göstermiştir.

Nelson'a atfen Çakmak'ın tez çalışmasında (2006); manyetik alana maruz bırakılan şeker kamışı bitkilerinde şeker içeriğinin ve klorofil miktarının artış gösterdiğini saptamışlardır; negatif elektrota yakın alanlarda bulunan şeker kamışı bitkilerinde, şeker içeriklerinin daha olumlu sonuç verdiğini bulmuşlardır. Ayrıca manyetik alana maruz bırakılan domates bitkisi üzerine yapılan çalışmalarında ise MA'nın klorofil içeriğinde ve %10-20 oranla ürün veriminde artış gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Racuciu, Creanga ve Calugaru (2008) Yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) ile ilgili çalışmada; tohumlar 10 gün boyunca 0,5; 1; 2; 4; 8 saatlik MA'ya maruz bırakılmışlardır. 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 olumsuz etkisini kaydetmişlerdir. Diğer bir ifadeyle; fidanların MA'ya maruz kalma süresi artıkça genç akasya fidanlarının yapraklarındaki ortalama nükleik asit seviyesi azaldığı saptamışlardır.

Vashisth ve Nagarajan (2008) tohumun ekim öncesi MA'ya maruz bırakılması, bitkilerin performansını arttırdığı yöndeki çalışmalarda, farklı şiddetlerdeki MA uygulamalarının; tohum çimlenmesi, ürün verimi, solunum oranı, sıcaklık kaybı, tohumdaki kimyasal değişiklikler ve fide gelişim özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir.

Chen, L.Q., Qu, X. Q., Hou, B.H., Sosso, D., Osorio, S., Fernie, A.R., et al. (2012) yaptıkları çalışmada; MA'ya maruz bırakılan taze fasulye bitkisinde, filiz uzaması, biokütle, beslenme madde (çözünür şeker, protein, vitamin C vb.) parametreleri incelenmiştir. Manyetik alan uygulaması kontrolle karşılaştırıldığında; %25,9 oranında filizde uzama ve %5,4 oranında taze-kuru ağırlıkta artış göstermiştir. Benzer şekilde kontrol ile kıyaslama yapıldığında; çözünür protein içeriğinde %12, çözünür şeker miktarında %5,1 C vitamini konsantrasyonunda ise %13,8 oranında MA uygulaması ile artış olduğu kaydedilmiştir. Sonuç olarak 600 mT şiddetinde MA'nın taze fasulye bitkisi üzerinde pozitif bir etki gösterdiği saptanmıştır.

Agustrina, R., Tripeni, T. ve Ernawati, E. (2011) baklagil tohumlarının enzim aktivitesi üzerine yaptıkları bir çalışmada; 0,1 mT'lık MA şiddetine maruz bırakılan baklagil tohumlarının olumlu yönde etkilediğini tespit etmişlerdir.

Gemici, Demiray ve Gemici (2013) tarafından yapılmış bir çalışmada, yüksek gerilim hattının, elektromanyetik alanlara maruz kalmış olan *Juglans regia* L. (Adi ceviz) ve *Cerasus avium* L. Moench (Kiraz) bitkilerinin fizyolojisi üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, kontrol grubu ile

karşılaştırıldığında bitkilerde absisik asit (ABA) miktarı artarken, gibberelik asit (GA₃) içeriği azalmış, klorofil a ve b'de azalış olduğu ortaya konmuştur.

Piras, Gui, Qiao, Gui ve Fan (2013) tarafından çam tohumlarının çimlenmesi üzerine yaptıkları bir çalışmada; 100 ppm gibberelik asit (GA₃) kullanılarak çam tohumları ıslatılmış, çam tohumları üzerine negatif manyetik alan (-500 kV/m) 10 dk süreyle uygulanmıştır. Sonuç olarak, negatif MA uygulamasının tohumların çimlenmesinde pozitif MA uygulaması kadar etkili olmadığı belirtilmiştir. Ayrıca, negatif MA şiddetinin artırılması fidanların büyümesini azalttığı gözlenmiştir.

Yaşlı veya zor çimlenebilen tohumlarda yüksek şiddetli manyetik alan uygulaması ile tohumların daha hızlı çimlendiği görülmüştür. Bu uygulama sonucunda tohumlarda nişasta ve şeker miktarının arttığı ve albümin miktarının ise azaldığı tespit edilmiştir. Kontrolle karşılaştırıldığında MA uygulamalı tohumlar, daha erken çimlenmiştir. Buna göre yüksek şiddetli MA'lar, meyve ve sebzelerin enzim aktivitelerini artırmak veya azaltmak için kullanılabilir. Böylece sebze ve meyvelerin olgunlaşması hızlandırılabilir veya yavaşlatılabilir (URL-4, 2013).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Denemede Kullanılan Tohum Materyali

Araştırmada; materyal olarak dağ akçaağacı (*Acer pseudoplatanus* L.) tohumları kullanılmıştır. Kullanılan dağ akçaağacı tohumları, Kastamonu-Merkez orjinli Karayolları Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Araştırmada kullanılan tohumlara ait bilgiler Tablo 3.1.'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Denemede kullanılan tohuma ait bilgiler

Tür Adı	Tohum Kaynağı	Orijini
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	Karayolları Bölge Müdürlüğü	Kastamonu Merkez

3.1.2. Çimlenme Denemelerinde Kullanılan Ortam ve Materyaller

3.2. Metot

3.2.1. Çimlenme Testlerine Tabi Tutulacak Tohumlara Ön Hazırlık

Denemede kullanılan ve Karayolları Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen *Acer pseudoplatanus* L. tohumları içerisinde, öncelikli olarak el muayenesi ile sağlam tohumlar seçilerek kullanıma hazır hale getirilmiştir.

3.2.2. Tohumlara Farklı Manyetik Alan Şiddetlerinin Uygulanması

Soğuk katlamalı ve katlamasız *Acer pseudoplatanus* L. tohumlarının ÇY üzerine farklı şiddetler ve sürelerde uygulanan MA'nın etkisi araştırılmıştır. Deneme aşamasında Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Silvikültür Laboratuvarında kurulan düzenekte; çalışmada kullanılan *Acer pseudoplatanus* L. tohumları 24 °C

oda sıcaklığında petri kapları içine konularak, farklı şiddetler (200, 400 mT) ve (20, 60 ve 120 dk) sürelerde MA'ya maruz bırakılmışlardır. Bu aşamada tohumların MA'ya maruz bırakılmasında Fotoğraf 3.1.'de mknatıslardan yararlanılmıştır.

Tablo 3.2. *Acer pseudoplatanus* L. tohumlarına uygulanan manyetik alan şiddetleri ve uygulama süreleri

Uygulama	Uygulanan MAŞ (mT)	Uygulama süresi (dk)
MA	200	20
	400	60
		120
Kontrol	-	-

Tohumlara ilişkin deneme çalışmaları, kontrollü iklim koşullarının oluşturulabildiği 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 katlamasız ve katlama uygulamalı olarak çimlendirmeye alınmıştır. Denemede kullanılan tohumlar için 45 gün boyunca soğukta nemli katlama uygulaması yapılmıştır. Katlamaya alınmadan önce tohumlar 24 saat suda ıslatılmıştır. Katlama ortamı olarak tarım perliti kullanılmıştır. Tohumlar 15x10x5 cm boyutlarındaki delikli plastik kap içerisinde bir kat nemli perlit, bir kat tohum olacak şekilde yerleştirilmiş ve 4±1°C sıcaklığındaki soğuk hava deposunda bekletilmiştir. Petri kabında 3 tekerrürlü, her bir tekerrürde 16 adet tohum olmak üzere her bir petri kabı için toplam 48 adet tohum kullanılmıştır. Gözleme dayalı olarak denemenin sonuna kadar, tohumlar saf su püskürterek Fotoğraf 3.7.'de nemlendirilmiştir. Çimlendirme denemeleri süresince gözleme dayalı olarak filtre kâğıtları gerektiğinde değiştirilmiştir. Tohumun çimlenmiş olarak kabul edilmesi için, kökçüklerin 1 mm olması yeterli olarak kabul edilmiştir. Ayrıca, MA'ya maruz kalan *Acer pseudoplatanus* L. tohumları, turba maddesiyle doldurulmuş olan viyollere ekilmiştir. Optimum MA şiddetini belirlemek için çimlenen tohumların sayım işlemleri denemenin başlamasından sonra katlamasız tohumlarda 7., 10., 14., 21.,

28., 35., 42., 49., 56. ve 63. günlerde; katlamalı tohumlarda ise 7., 10., 14., 21., 28., 35. ve 42. günlerde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen değerler yardımıyla *Acer pseudoplatanus* L. tohumlarına ilişkin çimlenme yüzdesi (ÇY) değerleri (%) hesaplanmıştır.

Tohumun çimlenme yeteneğinin oransal değeri “ÇY” olarak nitelendirilir. Bunun için çimlenme denemesine tabi tutulan belirli sayıda (3x100 veya 4x100 adet) tohumdan çimlenenlerin yüzde olarak ifadesi “ÇY” veya “çimlenme gücü” olarak tanımlanır (URL-5, 2015). Diğer taraftan; tohumun çabuk çimlenme yeteneği çimlenme hızı “ÇH” ya da “çimlenme enerjisi” olarak adlandırılmaktadır.

3.2.3. Denemede Kullanılan TTC (trifeniltetrazolium) Testi Yöntemi

Denemelerde kullanılacak tohumların canlılığının belirlenmesi amacıyla tohumların embriyolarında tetrazolium testi uygulanmıştır. Bu test için ayrılan tohumların önce sert kabukları çıkartılmıştır. Bu tohumlar 24 saat süreyle ıslak iki filtre kâğıdı arasında bekletilmiş ve daha sonra tohum kabukları (testa) soyulmuştur. Tohumların canlılıklarının belirlenmesinde 2, 3 ve 5 trifeniltetrazolium klorid'in (TTC) bu test için önerilen % 1'lik eriyiği kullanılmıştır. Canlılık testi sonunda embriyolar; tam boyanmış, $\frac{3}{4}$ ' ü boyanmış, radisili boyanmış $\frac{1}{2}$ ' si, az boyanmış $\frac{1}{2}$ ' den daha az, boyanmamış olarak Fotoğraf 3.6.'da değerlendirilmiştir.

3.2.4. MA Şiddetinin Fizyolojik Parametrelerin Belirlenmesinde Kullanılan Metodoloji

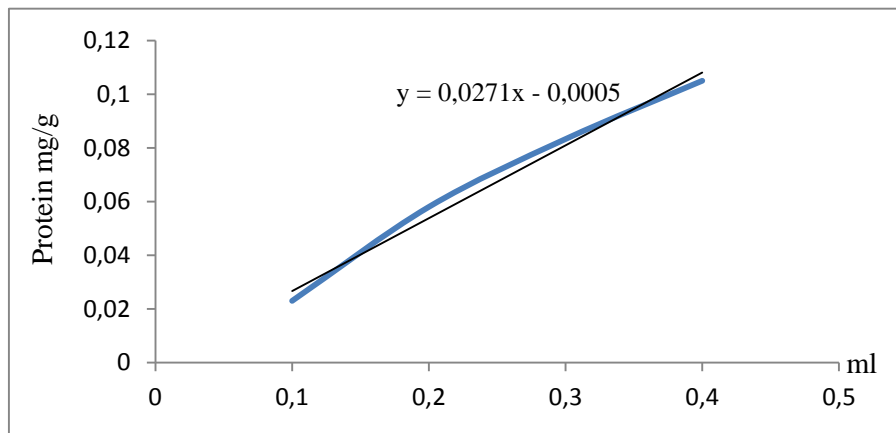
3.2.4.1. Çözünür protein miktarının belirlenmesi

Yapraklardaki protein miktarı Bradford (1976) yöntemine göre; BSA (Bowin serum albümin) standartları kullanılarak spektrofotometrik (Unicam Helios model UV-VIS) olarak belirlenmiştir. Bu yöntem, fosforik asitli ortamda proteinlerin Coomassie Brilliant blue R250 reaktifi (Sigma) ile kompleks oluşturması ve oluşan kompleksin 595 nm'de maksimum absorbanans göstermesi esasına dayanmaktadır. Yöntemde kullanılan Coomassie brilliant blue G-250 boyası negatif yüklüdür ve protein üzerindeki pozitif yüklere bağlanır. Bu boyanın kırmızı ve mavi formları mevcuttur.

Boya ile proteinin bağlanması, kırmızı formun mavi forma dönüşümünü sağlar. Bu yöntem, diğer protein analiz yöntemlerine göre çok kısa zamanda uygulanması, protein boya kompleksinin çözeltilerde uzun süre kalması ve ayrıca, boyanın proteine bağlanmasının hızlı gerçekleşmesi (ortalama 2 dk) gibi üstünlükleri nedeniyle tercih edilmiştir.

Protein tayini için 3 tekrarlı deneme gruplarından alınan 0,3 gr tohum örnekleri, porselen havanda 5 ml 0,05 M Na_3PO_4 (pH 7,8) tamponu ile ezilmiştir. Çift kat tülbent beziyle süzülen örnekler ependorf tüplerine alınmış ve 14 000 g x 10 dk santrifüjlenmiştir. Santrifüj sonrası 100 μl süpernatant alınarak üzerine Coomassie Brilliant Blue protein boyası içeren reaksiyon karışımından 5 ml ilave edilmiştir. Birkaç saniye vortekslenen örnekler, oda sıcaklığında ve karanlıkta 10 dk bekletildikten sonra spektrofotometrede (Unicam Helios model UV-VIS) 595 nm'deki absorbans değerleri Fotoğraf 3.8.'de alınmıştır.

Protein konsantrasyonunun tespiti için sığır serum albümini (BSA) kullanılarak standart serisi oluşturulmuştur (0,02; 0,2). Standart grafik için ilk önce 1 ml'sinde 1 mg protein çözeltisi ihtiva eden sığır serum albümin çözeltisi hazırlanmıştır. Standartların 595 nm'deki absorbans değerleri alınarak kalibrasyon eğrisi oluşturulmuş ve ekstraktların absorbans değerleri kalibrasyon eğrisine uygulanmıştır. Eğriden elde edilen değerler ile deneme gruplarına ait toplam çözünebilir protein miktarları mg.g yaş (taze) ağırlık⁻¹ olarak belirlenmiştir.



Grafik 3.1. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulaması yapılmış *Acer pseudoplatanus* L. tohumlarında ekstre edilen protein miktarlarını belirlemede kullanılan BSA kalibrasyon eğrisi

○ Bradford (Coomassie Blue) yöntemi

50 mg Coomasie-Brillant Blue G-250, 25 ml hacimce % 95'lik etanolde, ısıtılarak çözüldü. Hazırlanan çözelti 50 ml hacimce % 85'lik fosforik asitle karıştırılarak süzüldü. Son hacim 500 ml olacak şekilde distile su ile tamamlanarak Bradford Coomassie Blue boyası hazırlanmış oldu. Hazırlanan boya, 595 nm'de spektrofotometreye karşı okutulmuş, çalışma için uygun kararlılıkta olması sağlandı.

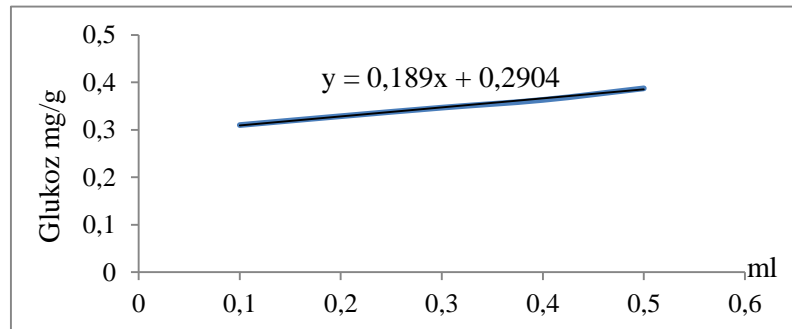
3.2.4.2. Çözünür α -amilaz enzim aktivitesinin belirlenmesi

α -amilaz aktivitesini belirlemek için; katlamasız tohumların 2., 10., ve 25. günlerde, katlamalı tohumların ise 2., 4., ve 20. günlerdeki endospermleri 0,05M (pH 7) tris-maleat tamponunda homojenize edilerek 2400 g ve 20 dakika boyunca santrifüj yapılmıştır (Juliano ve Varner, 1969). Elde edilen süpernatant, enzim ekstraktı olarak kullanılmıştır. 0,5 ml enzim ekstraktı ve 0,5 ml 40 mM EDTA karışımına, 100 ml distile suda hazırlanan 150 mg çözünür nişasta, 600 mg KH_2PO_4 ve 200 μmol CaCl_2 karışımından 1 ml ilave edilerek, reaksiyonun gerçekleşmesi için 5 dakika 30 °C'de bekletilmiştir. Daha sonra üzerine 0,05 N, HCl'de 3 mg KI ve 0,3 mg I ile hazırlanan iyodin ayırıcından 1 ml ilave edilerek reaksiyon durdurulmuştur. Karışım distile suyla 13 ml'ye kadar seyreltikten sonra 620 nm'de absorbansı okunmuş ve absorbansın 0,1 değişimine neden olan miktar 1 enzim ünitesi olarak dikkate alınmıştır (De Morais ve Takaki, 1998).

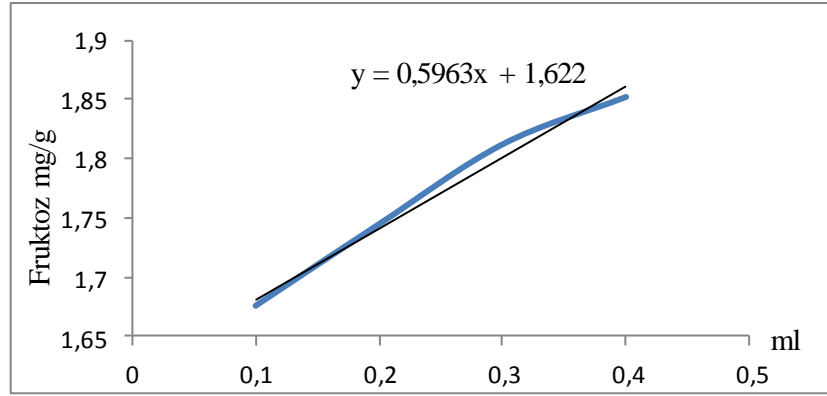
3.2.4.4. Çözünür karbonhidrat konsantrasyonunun belirlenmesi

Halhoul vd. (1972) tarafından çözünür karbonhidrat analizi için önceden kurutulmuş katlamalı ve katlamasız dağ akçaağacı tohumları 300 mg tartılıp, 15 ml'lik balon jøjeye koyulmuştur. Tüplere 15 ml %80'lik $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ (etanol parçalanmayı sağlar) ilave edilip ve +4 °C'de 24 saat inkübe edilerek toz örnek homojenize olmuş ve içlerindeki şekerlerin ayrıştırılması sağlanmıştır. 24 saatlik inkubasyondan sonra örnekler, çift katlı filtre kâğıdında süzölmüştür. Süzöntüden (Süzöntü 1) artan posa atılmayarak Posa 1 diye işaretlenmiş ve sonra nişasta tayininde kullanmak üzere dolapta saklanmıştır. İlk süzöntü (1) 60 °C'lik su banyosuna alınıp, düşük basınçta $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ buharlaştırılmış ve buharlaşan örnek 1-2 ml kalana kadar yapılmıştır. Balon jøjede

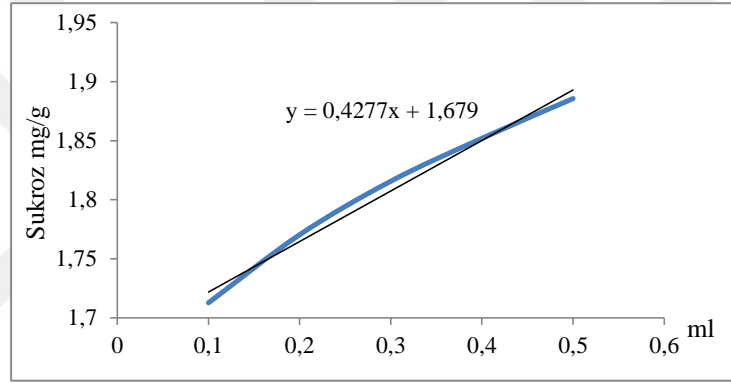
kalan örnek, filtre kâğıdı ile süzölmüştür. Balon joje birkaç kez saf su ile yıkanarak içindeki kalan miktar 1-2 ml'lik örneğe ilave edilip örnek saf su ile 15 ml'ye tamamlanmıştır. Bu örnek (15 ml) glukoz tayini için +4 °C'de buzdolabında saklanmıştır. Posa 1 (ilk süzöntü) alınıp ve üzerine 15 ml saf su ilave edilmiştir. Bu karışım da + 4 °C'de buzdolabında 24 saat saklanmış, 24 saat sonra homojenat çift kat filtre kâğıdı ile süzölmüştür. Posa, 5 ml saf su ile yıkanıp ve örneğe ilave edilmiştir. Süzöntü saf su ile 15 ml'ye tamamlanarak ve fruktoz tayini için +4 °C'de bekletilmiştir. Süzöntü 2'den kalan (fruktoz örneği sonrası kalan posa) üzerine 15 ml %52'lik HClO₄ ilave edilerek karışım +4 °C'de 24 saat inkübe edilmiştir. Karışım süzölerek posa 5 ml HClO₄ ile yıkanıp, süzöntüye eklenmiş ve son posa atılmıştır. Son oluşan süzöntü (Süzöntü 3) %52'lik HClO₄ ile 15 ml'ye tamamlanarak, bu son örnekte nişasta tayini için kullanılmıştır. Tüm süzöntüler (Süzöntü 1, 2 ve 3) kısa süreli vortekslenmiştir. Karışımından 2 ml alınıp ve üzerine 5 ml anthron çözeltilisi (200 mg antron+100 ml H₂SO₄) ilave edilmiştir. Karışımlar 10 dk süreyle 40 °C'de sıcak su banyosunda bekletilip, oda sıcaklığına kadar buz banyosunda soğutulmuştur. Soğutulduktan sonra glukoz ekstarksiyonlarının 630 nm, fruktoz ekstarksiyonlarının 630 nm ve sukroz ekstraksiyonlarının ise 620 nm'de spektrofotometrede (CE 5502 UV spectrophotometer) absorbansları kaydedilmiştir. Glukoz miktarı glukoz standart eğrisinden, fruktoz miktarı fruktoz standart eğrisi ile sukroz sukroz standart eğrisi ile mg/g TA olarak belirlenmiştir. Nişasta miktarı ise glukoz miktarının aşağıda belirtilen (3.5) denklemde yerine konulması ile mg/g TA olarak ölçölmüştür. Glukoz, fruktoz ve sukroz standartları için 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 konsantrasyonlarında glukoz, fruktoz ve sukroz standartları Grafik 3.2, 3.3., 3.4.'de hazırlanmıştır.



Grafik 3.2. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulaması yapılmış *Acer pseudoplatanus* L. tohumlarında ekstre edilen glukoz miktarlarını belirlemede kullanılan BSA kalibrasyon eğrisi.



Grafik 3.3. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulaması yapılmış *Acer pseudoplatanus* L. tohumlarında ekstre edilen fruktoz miktarlarını belirlemede kullanılan BSA kalibrasyon eğrisi



Grafik 3.4. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulaması yapılmış L. tohumlarında ekstre edilen sukroz miktarlarını belirlemede kullanılan BSA kalibrasyon eğrisi

$$\text{Toplam nişasta} = (C \times V/A) \times 0,9/W \times 106 \times 100 \quad (3.1)$$

C: Glukoz standart eğrisinden elde edilen glukoz miktarı

V: Homojenatın son hacmi (15 ml)

A: Renklendirme amaçlı kullanılan anthron hacmi (5 ml)

W: Örnek kuru ağırlığı (0,3 gr)

0.9: Nişastanın glukozdan dönüşüm katsayısı

3.2.4.3. Fotosentetik pigmentlerin belirlenmesi

Hasat edilen bitkilerin yapraklarındaki klorofil miktarı, Witham vd. (1971) yöntemine göre; 0,3 gr tartılan yapraklar, %80 aseton ile homojenize edilerek ve toplam hacim 10 ml'ye tamamlanarak belirlenmiştir. Homojenatın (Unicam Hellios α and β) 450, 645 ve 663 nm dalga boylarında absorbansı spektrofotometrede ölçülmüştür. Aşağıda belirtilen formüllerden (3.1, 3.2, 3.3, 3.4) klorofil a ve b, karotenoit ile toplam klorofil miktarı mg/g TA olarak hesaplanmıştır.

$$\text{mg kla / g doku} = [12,7 (D663) - 2,69 (D645)] (V / 1000.W) \quad (3.2)$$

$$\text{mg klb / g doku} = [2,9 (D645) - 4,68(D663)] (V/1000.W) \quad (3.3)$$

$$\text{mg toplam kl / g doku} = [20,2 (D645) + 8,02 (D663)] (V/1000.W) \quad (3.4)$$

$$\text{mg karotenoit / g doku} = (4,07 \times D450) - (0,0435 \times \text{kla miktarı} + 0,367 \times \text{klb miktarı}) \quad (3.5)$$

Eşitliklerde:

D; klorofil ekstraktının belirtilen dalga boylarındaki optik yoğunluğu (absorbans değeri),

V; % 80'lik aseton son hacmi,

W; ekstre edilen dokunun gram olarak yaş ağırlığını göstermektedir.

3.3. İstatistik Analiz

Denemeler, üç tekrarlı yapılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen verilerin istatistik analizleri (SPSS for Windows 15,0 Evaluation Version) istatistik programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kontrol ve uygulama grupları arasındaki farklılıklar Duncan çoklu aralık testine göre %5 önemlilik düzeyinde ($p < 0,05$) yapılmış ve bu farklılıklar, çoklu varyans analizi ile tespit edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Denemede Kullanılan *Acer pseudoplatanus* L. Tohumlarına İlişkin Tespitler

Farklı süre (20, 60 ve 120 dk) ve şiddetlerde (200 ve 400 mT) MA uygulamasının dağ akçaağacı tohumlarında çimlenme, toplam çözüner protein, glikoz, fruktoz, sukroz, nişasta, klorofil a (kl a), klorofil (kl b), toplam klorofil ve toplam karotenoid miktarı ve α -amilaz aktivitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada, farklı süre ve şiddetlerde MA uygulamasının kimyasal içerikte süre ve şiddete bağlı olarak istatistiksel olarak önemli farklılıklara neden olduğu saptanmıştır.

4.1.1. *Acer pseudoplatanus* L. Bitkisinin Katlama Uygulanmamış Tohumlarına Manyetik Alan Uygulaması

Tablo 4.1. Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama sürelerinde katlamasız *Acer pseudoplatanus* L. tohumlarının çimlenme yüzdesine ilişkin varyans analizi sonuçları

İşlemler	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (%5)
MAŞ	420,25	1	420,25	1,60	0,215
Süre	128,39	2	64,19	0,24	0,785
MAŞ X Süre	9,50	2	4,75	0,02	0,982
Hata	9215,67	35	263,31		

Tablo 4.1. göre, tohumların çimlenme yüzdelere ilişkin %5 önem düzeyi ile anlamlı bir istatistiksel bir farkın olmadığı görülmüştür.

Katlamasız dağ akçaağacı tohumlarına uygulanan farklı MA şiddet ve sürelerin etkisiyle tohumlarda meydana gelen ÇY'ye ilişkin veriler Tablo 4.2.'de verilmiştir.

Tablo 4.2. Denemede kullanılan katlamasız *Acer pseudoplatanus* L. tohumlarına uygulanan manyetik alan şiddetleri ve uygulama sürelerinde gözlenen çimlenme özellikleri

MAŞ (mT)	Süre (dk)	Tohum (adet)	Çimlenen tohum sayısı										
			7.g	10.g	14.g	21.g	28.g	35.g	42.g	49.g	56.g	63.g	ÇY
200	20	48	-	-	-	1	4	6	9	6	8	7	7,02
	60	48	-	-	-	1	14	5	8	6	7	4	15,3
	120	48	-	-	-	4	9	4	6	7	7	4	9,06
400	20	48	-	-	-	-	5	9	10	11	10	-	5,76

Tablo 4.2.'nin devamı

400	60	48	-	-	-	6	14	2	8	7	5	-	16,8
	120	48	-	-	-	1	9	3	12	8	7	-	13,9
Kontrol		48	-	-	-	4	9	7	5	7	7	6	7,68

*Çimlenen tohumların en yüksek ÇY değeri

Tohumların çabuk çimlenme kabiliyetini belirlemek için ilk 10 gün içinde çimlenen tohumların sayımları yapılarak çimlenme hızları belirlenmiştir. Çimlenme yüzdesi belirlenirken gözlemlere, çimlenme duruncaya kadar devam edilmiştir. Çalışmamızda Kastamonu orjinli *Acer pseudoplatanus* L. tohumlarında çimlenmeler 14. gün sonrası itibaren başlamıştır. Bu nedenle tohumlara ait çimlenme hızı tespiti gerçekleştirilememiştir. İlk 14 gün içerisinde çimlenme olmayışı tohumun kimyasal içeriği (protein, nişasta, çözünebilir şeker, vb) ile ilgilidir. Farklı şiddet ve uygulama süresinde MA uygulanan katlamasız tohumların 60 dk 400 mT'da en yüksek ÇY'nin (% 16,80) olduğu tespit edilmiştir.

4.1.2. *Acer pseudoplatanus* L. Bitkisinin Katlama Uygulanmış Tohumlarına Manyetik Alan Uygulaması

Tablo 4.3. Farklı manyetik alan şiddet ve uygulama sürelerinde katlamalı *Acer pseudoplatanus* L. tohumlarının çimlenme yüzdesine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

İşlemler	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (%5)
MAŞ	7,11	1	7,11	0,02	0,886
Süre	21,17	2	10,58	0,03	0,969
MAŞ X Süre	372,72	2	186,36	0,55	0,582
Hata	11850,83	35	338,60		

Katlamalı tohumların ÇY'lerinde, farklı MAŞ ve uygulama süresine ilişkin önem düzeyinde %5 önem düzeyi ile anlamlı bir istatistiksel bir farkın olmadığı Tablo 4.3.'de belirlenmiştir.

Katlamalı dağ akçağacı tohumlarına uygulanan farklı MA şiddet ve sürelerin etkisiyle tohumlarda meydana gelen ÇY'ye ilişkin veriler Tablo 4.4.'te verilmiştir.

Tablo 4.4. Denemede kullanılan katlamalı *Acer pseudoplatanus* L. tohumlarına uygulanan manyetik alan şiddetleri ve uygulama sürelerinde gözlenen çimlenme özellikleri

MAŞ (mT)	Süre (dk)	Tohum (adet)	Çimlenen tohum sayısı							
			7.g	10.g	14.g	21.g	28.g	35.g	42.g	ÇY (%)
200	20	48	2	5	4	11	7	11	5	12,96
	60	48	2	3	13	13	12	7	-	12,48
	120	48	12	3	4	12	11	5	1	19,68*
400	20	48	1	2	7	15	13	5	2	13,44
	60	48	5	4	6	13	8	6	2	12,48
	120	48	4	3	5	8	8	12	3	11,04
Kontrol		48	4	3	8	10	8	5	2	9,06

*Çimlenen tohumların en yüksek ÇY değeri

Farklı süre ve şiddetlerde MA uygulanan katlamalı tohumların; özellikle 120 dk 200 mT'da en yüksek ÇY'nin (%19,68) olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar, kontrol işlemi ile karşılaştırıldığında; daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir.

4.2. MA Şiddetinin Fizyolojik Parametreler Üzerine Etkisine Ait Tespitler

4.2.1. Farklı Süre ve Şiddetlerde Manyetik Alan Uygulamasının Toplam Çözünür Protein İçeriği Üzerine Etkileri

Farklı süre ve şiddetlerde MA uygulamasının katlamasız ve katlamalı dağ akçaağacı tohumlarında; toplam çözünür protein miktarına ilişkin veriler Tablo 4.5.'de verilmiştir. Toplam protein içerikleri kontrolle kıyaslandığında manyetik alan uygulamasının süresine ve şiddetine bağlı olarak farklı etkilendiği belirlenmiştir.

Tablo 4.5. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının katlamasız ve katlamalı *Acer pseudoplatanus* L. tohumlarında çözünür protein içeriği üzerine etkilerinin değişimi

Şiddet (mT)	Süre (dk)	Katlamasız		Katlamalı	
		Protein mg ⁻¹ Taze Ağr. (g) (1)	Protein mg ⁻¹ Taze Ağr. (g) (2)	Protein mg ⁻¹ Taze Ağr. (g) (1)	Protein mg ⁻¹ Taze Ağr. (g) (2)
Kontrol		629,71±0,708*	104,86±0,554*	63,65±0,768	52,21±0,213
200	20	579,52±0,894	89,11±0,639	63,41±0,555	66,73±0,939
	60	601,17±0,923	91,33±0,369	64,76±0,426	85,18±0,123*
	120	552,66±0,577	95,26±0,799	67,34±0,184	74,85±0,586
400	20	555,66±0,478	92,19±0,687	56,40±0,536	51,23±0,123
	60	526,20±0,477	95,63±0,960	60,46±0,922	55,04±0,852

Tablo 4.5.'in devamı

400	120	536,47±0,967	100,06±0,748	76,94±0,680*	57,26±0,853
-----	-----	--------------	--------------	--------------	-------------

¹ Manyetik alan uygulaması ardından yapılan çalışma

² Manyetik alan uygulamasından 1 ay sonra yapılan çalışma

Katlamasız uygulama gruplarına ait tohum örneklerindeki çözünür protein miktarının kontrole göre tüm gruplarda daha düşük olduğu saptanmıştır. Tohumlardaki çözünür protein miktarı, MA ardından ve MA uygulamasından 1 ay sonra olarak iki şekilde değerlendirilmiştir.

MA uygulaması ardından katlamasız tohumlarda, en yüksek çözünür protein miktarı kontrol grupta (629,71 mg/g TA) saptanırken en düşük çözünür protein miktarı sırasıyla 60 dk 400 mT (526,20) ve 120 dk 400 mT'da (536,47) kaydedilmiştir. MA uygulamasından 1 ay sonraki katlamasız tohumlarda en yüksek çözünür protein miktarı kontrol grupta (104,86) belirlenirken, en düşük çözünür protein miktarı sırasıyla 20 dk 200 mT (89,11) ve 60 dk 200 mT'da (91,33) saptanmıştır.

Kontrol grubuna göre, MA uygulaması ardından katlamalı tohumlardaki en yüksek çözünür protein miktarı 120 dk 400 mT (76,94), en düşük çözünür protein miktarı ise 20 dk 400 mT'da (56,40) kaydedilmiştir. MA uygulamasından 1 ay sonraki katlamalı tohumlardaki en yüksek çözünür protein miktarı sırasıyla 60 dk 200 mT (85,18), 120 dk 200 mT'da (74,85) belirlenirken en düşük çözünür protein miktarı sırasıyla 20 dk 400 mT (51,23) ve kontrol grupta (52,21) saptanmıştır.

Tablo 4.6. *Farklı süre ve şiddetlerde Acer pseudoplatanus L. tohumlarının manyetik alan uygulaması ardından protein miktarına ilişkin varyans analizi sonuçları*

İşlemler	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (%5)
İşlem ¹	2693814	13	207216,5	361,46	0,000*
Hata	16051,41	28	573,26		
Toplam	6924454	42			

¹ Manyetik alan uygulaması ardından yapılan çalışma

Tablo 4.6. incelendiğinde, MA uygulaması ardından protein miktarına ilişkin %5 önem düzeyi ile anlamlı bir istatistiksel farklılık belirlenmiştir.

Farklılıkların hangi grupta olduğunu belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. MAŞ'lara ve sürelerle bağlı olarak protein miktarlarının ortalama değerleri ve oluşan grupları sırasıyla Tablo 4.7.'de verilmiştir.

Tablo 4.7. Farklı süre ve şiddetlerde *Acer pseudoplatanus L.* tohumlarının manyetik alan uygulaması ardından protein miktarına ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları

Gruplar	Şiddet (mT)	Süre (dk)	Ortalama \bar{X}	Standart Sapma (Std. Sp)	Homojen Gruplar
Katlamasız	200	20	579,52	12,86	BC
		60	601,17	16,63	AB
		120	553,20	16,97	CD
	400	20	555,66	54,06	CD
		60	526,20	53,69	D
		120	536,47	29,14	CD
	Kontrol		629,71	5,16	A
Katlamalı	200	20	63,41	1,89	E
		60	64,76	0,73	E
		120	67,34	2,24	E
	400	20	56,40	0,92	E
		60	60,46	13,34	E
	400	120	76,94	20,57	E
	Kontrol		63,65	1,33	E

Tablo 4.7. incelendiğinde, dağ akçaağacı tohumlarının protein miktarlarının ortalama değerlerine bağlı olarak beş grup oluşturulmuştur. Diğer şiddet ve sürelerdeki tohumların protein miktarına oranla, MA uygulaması ardından katlamasız tohumun kontrol grubu, katlamalı tohumun ise 120 dk 400 mT'daki protein miktarı en yüksek sonucu vermiştir.

Tablo 4.8. Farklı süre ve şiddetlerde *Acer pseudoplatanus L.* tohumlarının manyetik alan uygulamasından 1 ay sonra protein miktarına ilişkin varyans analizi

İşlemler	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (%5)
İşlem ²	14464	13	1112,61	12,04	0,000*
Hata	2585,65	28	92,34		
Toplam	281521,8	42			

² Manyetik alan uygulamasından 1 ay sonra yapılan çalışma

Manyetik alan uygulamasından 1 ay sonra protein miktarına ilişkin %5 önem düzeyi ile anlamlı bir istatistiksel farklılık Tablo 4.8.'de belirlenmiştir. Farklılıkların hangi grupta olduğunu belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. MAŞ'lara ve sürelerle bağlı

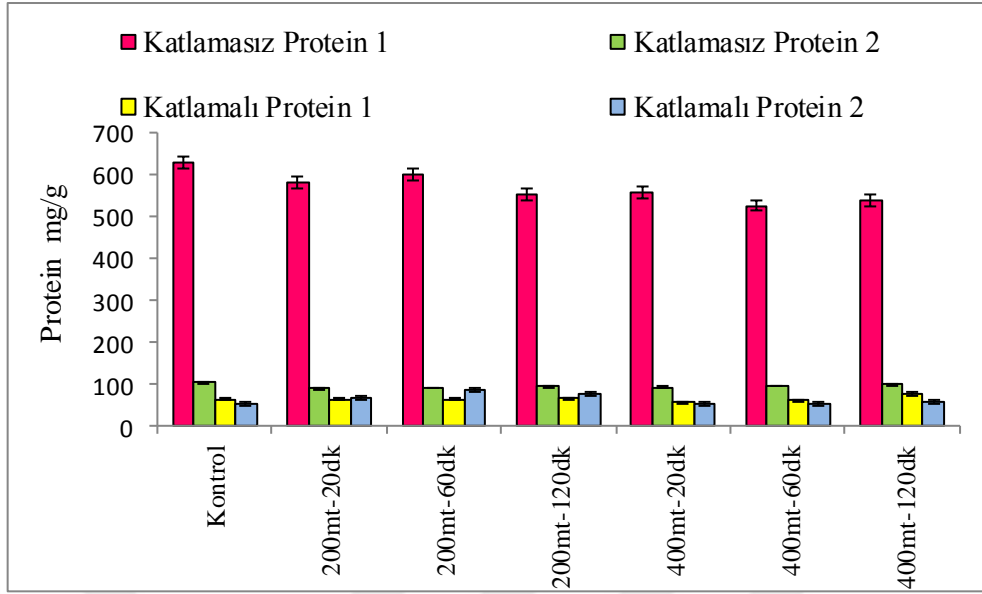
olarak protein miktarlarının ortalama değerleri ve oluşan grupları sırasıyla Tablo 4.9.'da verilmiştir.

Tablo 4.9. Farklı süre ve şiddetlerde *Acer pseudoplatanus* L. tohumlarının manyetik alan uygulamasından 1 ay sonra protein miktarına ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları

Gruplar	şiddet (mT)	Süre (dk)	Ortalama \bar{x}	Standart Sapma (Std. Sp)	Homojen Gruplar
Katlamasız	200	20	89,11	4,60	AC
		60	91,32	0,63	AC
		120	95,26	4,30	AB
	400	20	92,18	3,13	AC
		60	95,63	3,71	AB
		120	100,06	7,25	AB
	Kontrol			104,85	2,71
Katlamalı	200	20	66,72	6,82	DE
		60	85,17	0,21	BC
		120	74,84	33,19	CD
	400	20	51,23	0,21	E
		60	55,04	3,71	E
		120	57,25	2,59	E
	Kontrol			52,21	0,36

Uygulanan farklı manyetik alan şiddetleri ve sürelerine bağlı olarak tohumların protein miktarlarının ortalama değerlerinde beş grup oluşturulmuştur. Diğer şiddet ve sürelerdeki tohumların protein miktarına oranla, MA uygulamasından 1 ay sonraki katlamasız tohumun protein miktarında kontrol grubu, katlamalı tohumun ise 60 dk 200 mT'daki protein miktarı daha iyi sonuç elde etmiştir.

Kontrol grubuna göre farklı MAş'lara ve sürelerle bağlı olarak dağ akçağacı tohumlarında meydana gelen protein miktarlarının değişimi Grafik 4.1.'de görölmektedir.



Grafik 4.1. Katlamasız ve katlamalı *Acer pseudoplatanus* L. tohumlarında farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının çözünür protein miktarı üzerine etkilerinin değişimi

Grafik 4.1. ve Tablo 4.5. genel olarak değerlendirildiğinde; MA uygulanan katlama işlemine tabi tutulmayan tohumların, katlamaya tabi tutulan tohumlara göre çözünür protein miktarları belirgin derecede yüksek çıkmıştır. Ayrıca, katlamasız tohumlarda MA uygulamasının hemen ardından yapılan çözünür protein miktarlarının, MA uygulamasından 1 ay sonra yapılan ölçümlere göre yine bütün işlemlerde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

4.2.2. Farklı Süre ve Şiddetlerde Manyetik Alan Uygulamasının α -amilaz Enzimi Aktivitesi Üzerine Etkileri

Farklı süre ve şiddetlerde katlamalı ve katlamasız manyetik alan uygulaması yapılmış dağ akçaağacı tohumlarından hazırlanan enzim homejenatlarında enzim aktivitesinin değişimi, kontrole göre MA uygulamasının şiddetine ve süresine bağlı olarak farklılık Tablo 4.10.'da göstermiştir.

Tablo 4.10. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının katlamasız ve katlamalı *Acer pseudoplatanus* L. tohumlarında α -amilaz enzim içeriği üzerine etkileri

Şiddet (mT)	Süre (dk)	Katlamasız		Katlamalı	
		α -amilaz EU/mg Protein (1)	α -amilaz EU/mg Protein (2)	α -amilaz EU/mg Protein (1)	α -amilaz EU/mg Protein (2)
Kontrol		6,58±0,123	19,13±0,653	18,27±0,213	41,14±0,426
200	20	8,92±0,536	21,34±0,443	16,91±0,325	18,64±0,000
	60	8,55±0,123	20,11±0,469	20,48±0,215	16,91±0,738
	120	28,23±0,426	23,06±0,643	15,81±0,861	20,11±0,369
400	20	10,39±0,492	23,68±0,262	16,67±0,536	14,33±0,325
	60	42,62±0,213	24,05±0,748	19,87±0,651	15,44±0,492
	120	9,29±0,807	23,19±0,751	16,18±0,536	17,04±0,863

¹ Manyetik alan uygulaması ardından yapılan çalışma

² Manyetik alan uygulamasından 1 ay sonra yapılan çalışma

Tohumlarda α -amilaz enzim içeriği, MA uygulaması ardından ve MA uygulamasından 1 ay sonra olarak iki şekilde değerlendirilmiştir. Katlamasız uygulama gruplarına ait tohumların enzim aktivitelerinin değişimi incelendiğinde; kontrole göre bütün gruplarda artma gözlenmiştir. MA uygulaması ardından katlamasız uygulama grubunda en yüksek enzim aktivitelerinin değişimi 60 dk 400 mT (42,62) ve 120 dk 200 mT'da (28,23) saptanırken, en düşük enzim aktiviteleri ise sırasıyla kontrol (6,58) ve 60 dk 200 mT'da (8,55) gözlenmiştir. Özellikle 120 dk 200 mT işleminde kontrole göre takriben 4 kat ve 60 dk 400 mT ise takriben 6 katlık artış en yüksek değer olarak kaydedilmiştir. MA uygulamasından 1 ay sonraki katlamasız uygulama grubunda en yüksek enzim aktivitelerinin içeriği 60 dk 400 mT'da (24,05) belirlenirken en düşük enzim aktivitelerinin içeriği kontrol grupta (19,13) saptanmıştır.

MA uygulaması ardından katlamalı uygulama grubunda kontrol grubuna göre en yüksek enzim aktivitelerinin içeriği 60 dk 200 mT (20,48), en düşük enzim aktivitelerinin içeriği ise 120 dk 200 mT'da (15,81) kaydedilmiştir. MA uygulamasından 1 ay sonraki katlamalı uygulama grubunda en yüksek enzim aktivitelerinin içeriği kontrol grubunda (41,14) belirlenirken en düşük enzim aktivitelerinin içeriği sırasıyla 20 dk 400 mT (14,33), 60 dk 400 mT'da (15,44) saptanmıştır.

Tablo 4.11. Farklı süre ve şiddetlerde *Acer pseudoplatanus* L. tohumlarının manyetik alan uygulaması ardından α -amilaz enzim aktivitesine ilişkin varyans analizi sonuçları

İşlemler	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (%5)
MAŞ ve Süreler	3465,08	13	266,54	213,54	0,000*
Hata	34,94	28	1,24		
Toplam	15714,18	42			

[†] Manyetik alan uygulaması ardından yapılan çalışma

Tablo 4.11. incelendiğinde, uygulanan farklı MAŞ'lara ve sürelerle bağlı olarak tohumların MA uygulaması ardından α -amilaz enzim aktivitesine ilişkin %5 önem düzeyi ile anlamlı bir istatistiksel farklılık belirlenmiştir. Farklılıkların hangi grupta olduğunu belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. MAŞ'lara ve sürelerle bağlı olarak α -amilaz enzim aktivitesinin ortalama değerleri ve oluşan grupları Tablo 4.12.'de verilmiştir.

Tablo 4.12. Farklı süre ve şiddetlerde *Acer pseudoplatanus* L. tohumlarının manyetik alan uygulaması ardından α -amilaz enzim aktivitesine ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları

Gruplar	Şiddet (mT)	Süre (dk)	Ortalama \bar{X}	Standart Sapma (Std. Sp)	Homojen Gruplar
Katlamasız	200	20	8,92	0,92	G
		60	8,55	0,21	G
		120	28,23	0,73	B
		20	10,39	0,85	G
		60	42,62	0,36	A
		120	9,29	1,39	G
	Kontrol	6,58	0,21	H	
Katlamalı	200	20	16,91	0,56	EF
		60	20,48	1,95	C
		120	15,81	1,49	F
	400	20	16,67	0,92	EF
		60	19,87	1,12	CD
	400	120	16,18	0,92	F
	Kontrol	18,27	1,95	DE	

Tablo 4.12. incelendiğinde, dağ akçağacı tohumlarının α -amilaz enzim aktivitesinin ortalama değerlerine bağlı olarak sekiz grup oluşturulmuştur. Manyetik alan uygulaması ardından katlamasız *Acer pseudoplatanus* L. tohumundaki α -amilaz enzim aktivitesi 60 dk 400 mT, katlamalı tohumda ise 60 dk 200 mT uygulamaları

diğer şiddet ve sürelerdeki tohumların α -amilaz enzim aktivitesine oranla daha yüksek sonuç elde etmiştir.

Tablo 4.13. Farklı süre ve şiddetlerde *Acer pseudoplatanus L.* tohumlarının manyetik alan uygulamasından 1 ay sonra α -amilaz enzim aktivitesine ilişkin varyans analizi sonuçları

İşlemler	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (%5)
MAŞ ve S ²	1646,09	13	126,62	26,03	0,000*
Hata	136,16	28	4,86		
Toplam	20831,48	42			

² Manyetik alan uygulamasından 1 ay sonra yapılan çalışma

Uygulanan farklı MAŞ'lara ve sürelerle bağlı olarak tohumların MA uygulamasından 1 ay sonra, α -amilaz enzim aktivitelerine ilişkin %5 önem düzeyi ile anlamlı bir istatistiksel farklılık Tablo 4.13.'de belirlenmiştir. Farklılıkların hangi grupta olduğunu belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. MAŞ'lara ve sürelerle bağlı olarak α -amilaz enzim içeriklerinin ortalama değerleri ve oluşan grupları sırasıyla Tablo 4.14.'de verilmiştir.

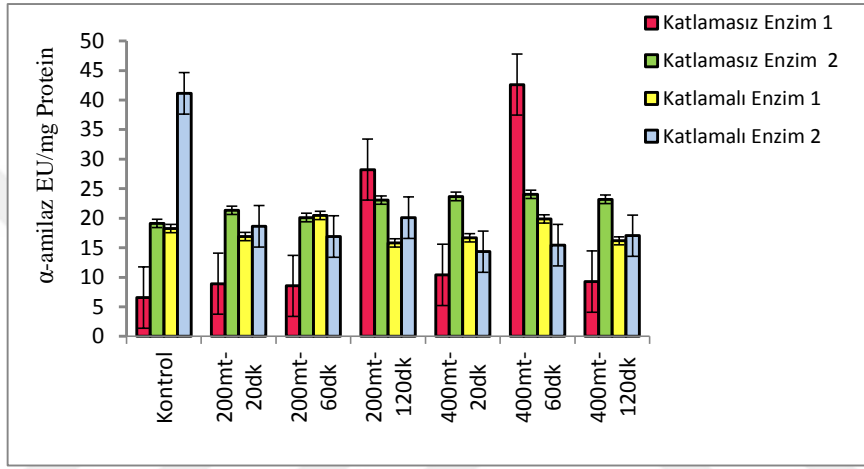
Tablo 4.14. Farklı süre ve şiddetlerde *Acer pseudoplatanus L.* tohumlarının manyetik alan uygulamasından 1 ay sonra α -amilaz enzim içeriğine ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları

Gruplar	Şiddet (mT)	Süre (dk)	Ortalama \bar{X}	Standart Sapma (Std. Sp)	Homojen Gruplar
Katlamasız	200	20	21,34	0,76	BD
		60	20,11	2,66	BE
		120	23,06	3,38	BC
	400	20	23,68	3,00	B
		60	24,05	1,29	B
		120	23,19	2,76	BC
	Kontrol		19,13	2,40	CF
Katlamalı	200	20	18,64	0	DF
		60	16,91	1,85	EG
		120	20,11	0,63	BE
	400	20	14,33	0,56	G
		60	15,44	0,85	FG
		120	17,04	1,85	EG
	Kontrol		41,14	4,05	A

Dağ akçaağacı tohumlarının α -amilaz enzim içeriklerinin ortalama değerlerine bağlı olarak yedi grup oluşturulmuştur. MA uygulamasından 1 ay sonraki katlamasız dağ

akçağacı tohumundaki α -amilaz enzim içeriği 60 dk 400 mT, katlamalı tohumda ise kontrol grubundaki α -amilaz enzim aktivitesi, diğer şiddet ve sürelerdeki tohumların α -amilaz enzim aktivitesine oranla daha yüksek sonuç vermiştir.

Kontrol grubuna göre farklı MAŞ'lara ve sürelerle bağlı olarak dağ akçağacı tohumlarında meydana gelen α -amilaz enzim aktivitesinin grafiksel değişimi Grafik 4.2.'de görülmektedir.



Grafik 4.2. Katlamasız ve katlamalı *Acer pseudoplatanus* L. tohumlarında farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının α -amilaz enzim içeriği üzerine etkilerinin değişimi

MA uygulamalarında katlama işlemine tabi tutulan tohumların α -amilaz enzim aktiviteleri, katlamasız tohumların bütün işlem gruplarında genel olarak olumlu sonuçlar vermiştir. Katlamasız tohumlarda, kontrol grubuna göre MA uygulamalarının α -amilaz enzim aktiviteleri üzerindeki etkisinin daha yüksek olduğu bulunmuştur.

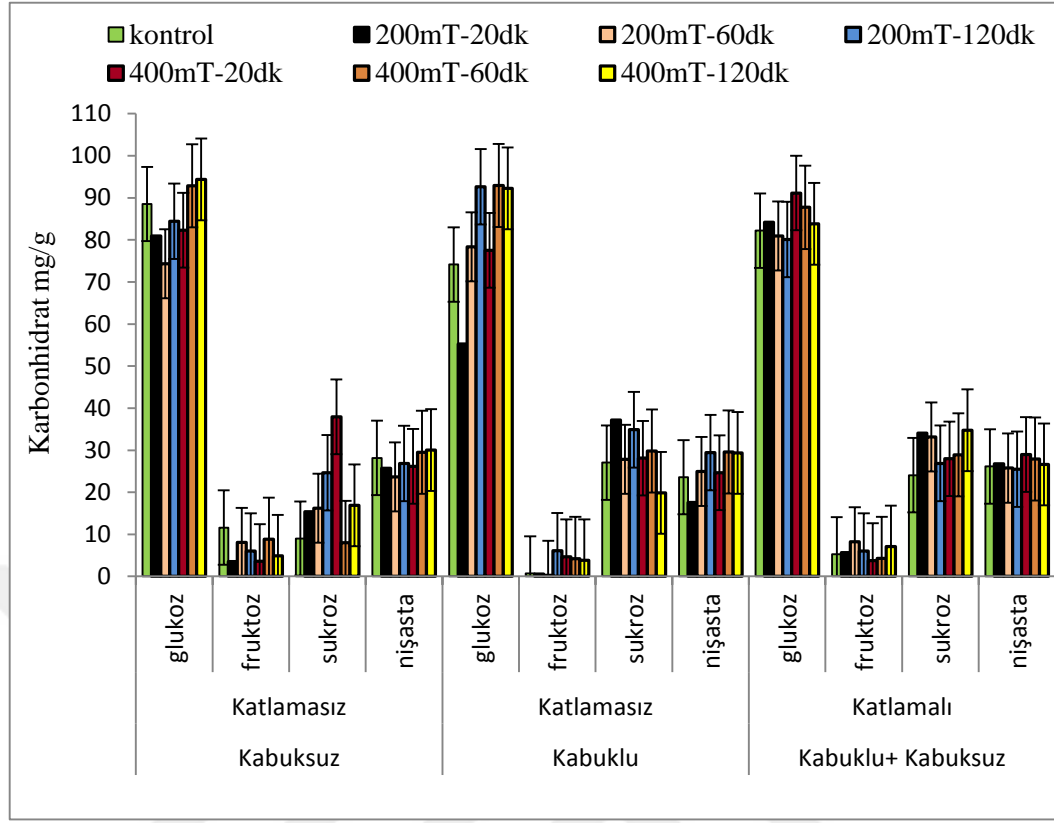
4.2.3. Farklı Süre ve Şiddetlerde Manyetik Alan Uygulamasının Karbonhidrat Miktarı Üzerine Etkileri

Farklı süre ve şiddetlerde katlamalı ve katlamasız MA uygulaması yapılmış dağ akçağacı tohumlarının çözünür karbonhidrat miktarları Halhoul vd. (1972) yöntemine göre hazırlanmıştır. Analizden elde edilen ekstraktların nişasta ve glukoz

için 630 nm, fruktoz için 630 nm, sukroz için ise 630 nm dalga boyundaki absorpsiyon değerleri spektrometride tespit edilmiştir. Bulunan değerler karbonhidrat denkleminde hesaplanmıştır. Hesaplanan karbonhidrat içerikleri Tablo 4.15. ve Grafik 4.3.'de verilmiştir. Karbonhidrat içerikleri kontrolle kıyaslandığında manyetik alan uygulamasının süresi ve şiddetine bağlı olarak farklı etkilendiği tespit edilmiştir.

Tablo 4.15. *Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının katlamasız ve katlamalı Acer pseudoplatanus L. tohumlarında karbonhidrat içeriği üzerine etkilerinin değişimi*

Katlamasız	Kabuksuz	Şiddet	200 mT			400 mT			Kontrol
		Süre	20 dk	60 dk	120 dk	20 dk	60 dk	120 dk	
		İşlem							
Katlamasız	Kabuksuz	glukoz	80,93±0,916	74,34±0,047	84,44±0,064	82,31±0,916	92,85±0,123	94,41±0,077	88,53±0,047
		fruktoz	3,51±0,121	8,08±0,202	6,05±0,020	3,57±0,340	8,85±0,020	4,92±0,019	11,59±0,137
		sukroz	15,36±0,206	16,19±0,014	24,67±0,041	37,94±0,047	8,04±0,068	16,93±0,056	8,99±0,041
		nisašta	25,74±0,029	23,64±0,015	26,85±0,020	26,17±0,291	29,53±0,039	30,02±0,024	28,15±0,015
	Kabuklu	glukoz	55,23±0,077	78,37±0,064	92,64±0,011	77,51±0,093	92,96±0,077	92,24±0,015	74,16±0,092
		fruktoz	0,56±0,403	0,23±0,042	6,12±0,010	4,66±0,097	4,24±0,194	3,82±0,289	0,72±0,010
		sukroz	37,19±0,003	27,87±0,028	34,87±0,281	28,11±0,027	29,81±0,082	19,84±0,021	27,06±0,357
		nisašta	17,56±0,024	24,92±0,020	29,46±0,034	24,65±0,030	29,56±0,025	29,33±0,390	23,58±0,029
Katlamalı	Kabuklu+ Kabuksuz	glukoz	84,18±0,047	80,97±0,093	80,08±0,031	91,14±0,061	87,74±0,467	83,81±0,077	82,22±0,047
		fruktoz	5,69±0,512	8,23±0,625	6,02±0,010	3,79±0,034	4,28±0,006	7,09±0,340	5,26±0,020
		sukroz	34,03±0,21	33,15±0,000	26,88±0,332	27,96±0,041	28,89±0,021	34,71±0,206	24,05±0,021
		nisašta	26,77±0,015	25,75±0,030	25,47±0,010	28,98±0,019	27,90±0,015	26,65±0,024	26,15±0,015



Grafik 4.3. Katlamasız ve katlamalı *Acer pseudoplatanus* L. tohumlarında farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının karbonhidrat miktarı üzerine etkilerinin değişimi

4.2.3.1. Farklı Süre ve Şiddetlerde Manyetik Alan Uygulamasının Glukoz Miktarı Üzerine Etkileri

Katlamalı ve katlamasız tohumlara uygulanan MA'nın dağ akçağacı tohumlarındaki glukoz içeriğine ilişkin verilere göre tohum örneklerindeki glukoz miktarı MA'nın şiddetine ve süresine bağlı olarak Tablo 4.16.'da değişiklik göstermiştir.

Tablo 4.16. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının katlamasız ve katlamalı *Acer pseudoplatanus* L. tohumlarında glukoz içeriği üzerine etkilerinin değişimi

Şiddet (mT)	Süre (dk)	Katlamasız		Katlamalı
		Kabuksuz	Kabuklu	Kabuksuz+Kabuklu
		Glukoz mg/g	Glukoz mg/g	Glukoz mg/g
Kontrol		88,53±0,047	74,16±0,092	82,22±0,047
200	20	80,93±0,916	55,23±0,077	84,18±0,047
	60	74,34±0,047	78,37±0,064	80,97±0,093

Tablo 4.16.' nın devamı

200	120	84,44±0,064	92,64±0,011	80,08±0,031
400	20	82,31±0,916	77,51±0,093	91,14±0,061
	60	92,85±0,123	92,96±0,077	87,74±0,467
	120	94,41±0,077	92,24±0,015	83,81±0,077

Katlamasız ve kabuksuz uygulama gruplarına ait tohumlardaki glukoz miktarı, kontrole göre tüm gruplarda farklılıklar göstermiştir. Bu uygulama grubunda en yüksek glukoz miktarı 120 dk 400 mT'da (94,41) saptanırken, en düşük glukoz miktarı 60 dk 200 mT (74,34) olarak kaydedilmiştir.

Katlamasız ve kabuklu uygulama gruplarına ait tohumlardaki glukoz miktarı kontrole göre tüm gruplarda farklılıklar gözlenmiştir. Bu uygulama grubunda en yüksek glukoz miktarı 60 dk 400 mT (92,96) belirlenirken, en düşük glukoz miktarları 20 dk 200 mT'da (55,23) ve kontrol grupta (74,16) kaydedilmiştir.

Katlamalı kabuklu ve kabuksuz uygulama gruplarına ait tohumlardaki glukoz miktarı kontrole göre tüm gruplarda genel olarak değişiklik göstermiştir. Bu uygulama grubunda en yüksek glukoz miktarı 20 dk 400 mT (91,14) belirlenirken, en düşük glukoz miktarı 60 dk 200 mT (80,97) saptanmıştır.

Tablo 4.17. *Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının kabuklu Acer pseudoplatanus L. tohumlarının glukoz miktarına ilişkin varyans analizi sonuçları*

İşlemler	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (%5)
MAŞ ve Süreler	3830,01	13	294,61	874,05	0,000*
Hata	9,43	28	0,337		
Toplam	288835,7	42			

Tablo 4.17. incelendiğinde, farklı MAŞ ve süre uygulamaları kabuklu tohumların toplam glukoz miktarı üzerine %5 önem düzeyinde anlamlı istatistiksel farklılığa sebebiyet vermiştir. Farklılıklar Duncan testi ile analiz edilmiştir. MAŞ'lara ve sürelerle bağlı olarak glukoz miktarlarının ortalama değerleri ve oluşan grupları sırasıyla Tablo 4.18.'de verilmiştir.

Tablo 4.18. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının kabuklu *Acer pseudoplatanus L.* tohumlarının glukoz miktarına ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları

Gruplar	Şiddet (mT)	Süre (dk)	Ortalama \bar{X}	Standart Sapma (Std. Sp)	Homojen Gruplar
Katlamasız	200	20	55,23	0,13	I
		60	78,37	0,11	G
		120	92,64	0,18	A
	400	20	77,51	0,16	G
		60	92,96	0,13	A
		120	92,24	2,12	A
	Kontrol			74,16	0,15
Katlamalı	200	20	84,18	0,08	D
		60	80,97	0,16	F
		120	80,08	0,05	F
	400	20	91,14	0,10	B
		60	87,74	0,08	C
		120	83,81	0,13	D
	Kontrol			82,22	0,08

Tablo 4.18. incelendiğinde, farklı MAŞ ve sürelerine maruz kalan kabuklu tohumların glukoz miktarlarının ortalama değerlerine bağlı olarak dokuz grup oluşmuştur. MA uygulaması yapılan katlamasız kabuklu tohumlardaki glukoz miktarı 60 dk 400 mT, katlamalı tohumlarda ise 20 dk 400 mT'daki glukoz miktarı, diğer şiddet ve sürelerdeki tohumların glukoz miktarına oranla daha yüksek sonuç vermiştir.

Tablo 4.19. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının kabuksuz *Acer pseudoplatanus L.* tohumlarının glukoz miktarına ilişkin varyans analizi sonuçları

İşlemler	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (%5)
MAŞ ve Süreler	1187,06	13	91,31	5904,95	0,000*
Hata	0,43	28	0,01		
Toplam	303587,8	42			

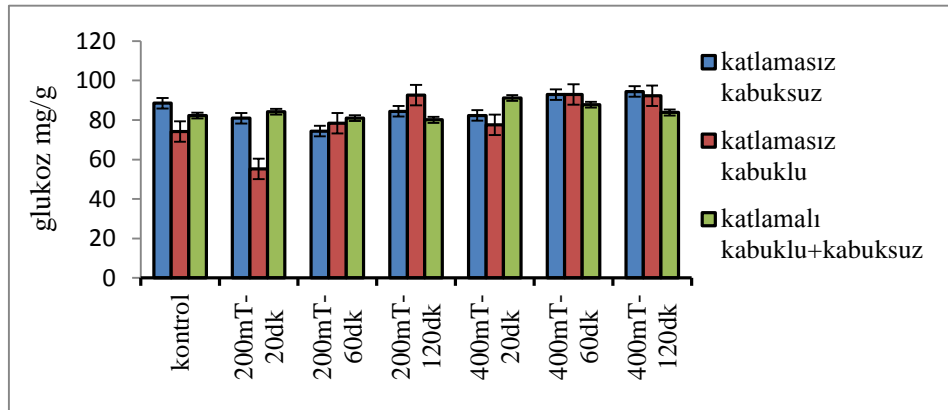
Tablo 4.19. incelendiğinde; MAŞ uygulandığı sürelerle bağlı olarak kabuksuz tohumların glukoz miktarına ilişkin %5 önem düzeyi ile anlamlı bir istatistiksel farklılık belirlenmiştir. Farklılıkları belirlemek için Duncan testi uygulanmıştır. MAŞ'lara ve sürelerle bağlı olarak glukoz miktarlarının ortalama değerleri ve oluşan grupları Tablo 4.20.'de verilmiştir.

Tablo 4.20. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının kabuksuz *Acer pseudoplatanus* L. tohumlarının glukoz miktarına ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları

Gruplar	Şiddet (mT)	Süre (dk)	Ortalama \bar{X}	Standart Sapma (Std. Sp)	Homojen Gruplar
Katlamasız	200	20	80,93	0,15	J
		60	74,34	0,08	L
		120	84,44	0,11	F
	400	20	82,31	0,15	I
		60	92,85	0,21	B
		120	94,41	0,13	A
Kontrol			88,53	0,08	D
Katlamalı	200	20	84,18	0,08	G
		60	80,97	0,16	J
		120	80,08	0,05	K
	400	20	91,14	0,10	C
		60	87,74	0,08	E
		120	83,81	0,13	H
Kontrol			82,21	0,08	I

Tablo 4.20. incelendiğinde, kabuksuz tohumların glukoz miktarlarının ortalama değerlerine bağlı olarak on bir grup oluşmuştur. Manyetik alan uygulaması yapılan katlamasız kabuksuz dağ akçağacı tohumlarındaki glukoz miktarı 120 dk 400 mT, katlamalı kabuksuz tohumda ise 20 dk 400 mT'daki glukoz miktarı, diğer şiddet ve sürelerdeki tohumların glukoz miktarlarına göre daha yüksek sonuç vermiştir.

Kontrol grubuna göre farklı MAŞ'lara ve sürelerle bağlı olarak dağ akçağacı tohumlarında meydana gelen glukoz miktarının grafiksel değişimi Grafik 4.8.'de görülmektedir.



Grafik 4.4. Katlamasız ve katlamalı *Acer pseudoplatanus* L. tohumlarında farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının glukoz miktarı üzerine etkilerinin değişimi

4.2.3.2. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının fruktoz miktarı üzerine etkileri

Katlamalı ve katlamasız tohumlara uygulanan MA'nın Dağ akçağacı tohumlarındaki fruktoz miktarına ilişkin verilere göre tohum örneklerindeki fruktoz miktarı MA'nın şiddetine ve süresine bağlı olarak Tablo 4.21.'de değişiklik göstermiştir

Tablo 4.21. Farklı süre ve şiddetlerde katlamasız ve katlamalı *Acer pseudoplatanus L.* tohumlarında manyetik alan uygulamasının fruktoz miktarı üzerine etkilerinin değişimi

Şiddet (mT)	Süre (dk)	Katlamasız		Katlamalı
		Kabuksuz	Kabuklu	Kabuksuz+Kabuklu
		Fruktoz mg/g	Fruktoz mg/g	Fruktoz mg/g
Kontrol		11,59±0,137	0,72±0,010	5,26±0,020
200	20	3,51±0,121	0,56±0,403	5,69±0,512
	60	8,08±0,202	0,23±0,042	8,23±0,298
	120	6,05±0,020	6,12±0,010	6,02±0,010
400	20	3,57±0,340	4,66±0,097	3,79±0,034
	60	8,85±0,020	4,24±0,194	4,28±0,006
	120	4,92±0,019	3,82±0,289	7,09±0,340

Katlamasız ve kabuksuz uygulama gruplarına ait tohumlardaki fruktoz miktarı kontrole göre bütün işlemlerde önemli ölçüde azalma saptanmıştır. Bu uygulama grubunda en yüksek fruktoz miktarı kontrol grupta (11,59) belirlenirken, en düşük fruktoz miktarı 20 dk 200 mT (3,51) işleminde tespit edilmiştir.

Katlamasız ve kabuklu uygulama gruplarına ait tohumlardaki en yüksek fruktoz miktarı 120 dk 200 mT (6,12) belirlenirken, en düşük fruktoz miktarı 60 dk 200 mT (0,23) olarak kaydedilmiştir.

Katlamalı kabuklu+kabuksuz uygulama gruplarına ait tohumlardaki en yüksek fruktoz miktarı 60 dk 200 mT (8,23) belirlenirken, en düşük fruktoz miktarı 20 dk 400 mT'da (3,79) saptanmıştır.

Tablo 4.22. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının kabuklu Acer pseudoplatanus L. tohumlarının fruktoz miktarına ilişkin varyans analizi sonuçları

İşlemler	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (%5)
MAŞ ve Süreler	228,81	13	17,60	40,11	0,000*
Hata	12,28	28	0,43		
Toplam	1031,62	42			

Tablo 4.22. incelendiğinde, farklı MAŞ ve sürelerde uygulama yapılan kabuklu tohumların fruktoz miktarına ilişkin %5 önem düzeyi ile anlamlı bir istatistiksel farklılık belirlenmiştir. Farklılıkları belirlemek için Duncan testi uygulanmıştır. MAŞ'lara ve sürelerle bağlı olarak fruktoz miktarlarının ortalama değerleri ve oluşan grupları sırasıyla Tablo 4.23.'de verilmiştir.

Tablo 4.23. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının kabuklu Acer pseudoplatanus L. tohumlarının fruktoz miktarına ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları

Gruplar	Şiddet (mT)	Süre (dk)	Ortalama \bar{X}	Standart Sapma (Std. Sp)	Homojen Gruplar
Katlamasız	200	20	0,56	0,06	G
		60	0,23	0,07	G
		120	6,12	0,01	BC
	400	20	4,66	0,16	DF
		60	4,24	0,03	EF
		120	3,82	0,50	F
	Kontrol			0,72	0,02
Katlamalı	200	20	5,69	0,88	CD
		60	8,23	2,24	A
		120	6,02	0,01	BC
	400	20	3,79	0,05	F
		60	4,28	0,01	EF
		120	7,09	0,05	B
	Kontrol			5,26	0,03

Tablo 4.23. incelendiğinde, kabuklu tohumların fruktoz miktarlarının ortalama değerlerine bağlı olarak yedi grup oluşmuştur. MA uygulaması yapılan katlamasız kabuklu tohumlardaki fruktoz miktarı 120 dk 200 mT, katlamalı kabuklu tohumlarda ise 60 dk 200 mT'daki fruktoz miktarı, diğer şiddet ve sürelerdeki tohumların fruktoz miktarına oranla daha yüksek vermiştir.

Tablo 4.24. *Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının kabuksuz Acer pseudoplatanus L. tohumlarının fruktoz miktarına ilişkin varyans analizi sonuçları*

İşlemler	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (%5)
MAŞ ve S	213,00	13	16,38	37,71	0,000*
Hata	12,16	28	0,43		
Toplam	1843,84	42			

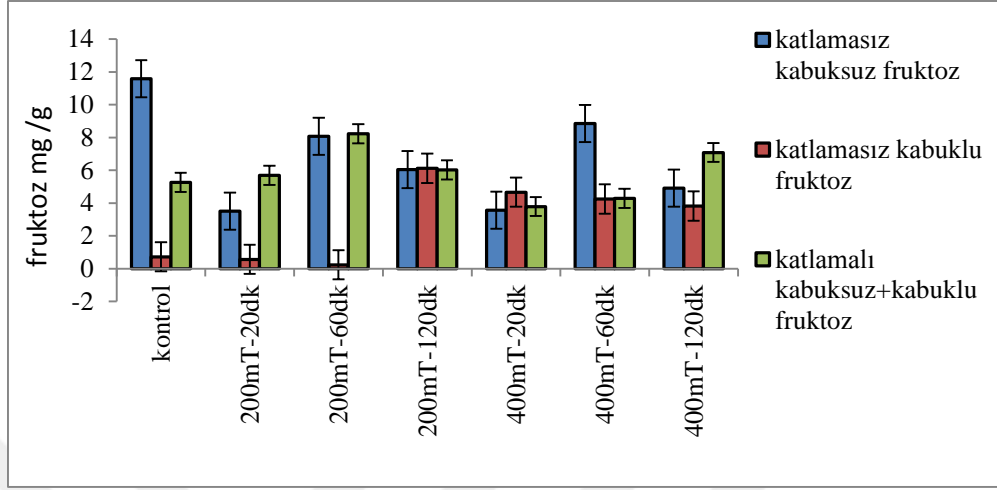
Tablo 4.24. incelendiğinde, kabuksuz tohumların fruktoz miktarlarına ilişkin %5 önem düzeyi ile anlamlı bir istatistiksel farklılık belirlenmiştir. Farklılıkları belirlemek için Duncan testi uygulanmıştır. MAŞ'lara ve sürelerle bağlı olarak fruktoz miktarlarının ortalama değerleri ve oluşan grupları Tablo 4.25.'de verilmiştir.

Tablo 4.25. *Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının kabuksuz Acer pseudoplatanus L. tohumlarının fruktoz miktarına ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları*

Gruplar	Şiddet (mT)	Süre (dk)	Ortalama \bar{X}	Standart Sapma (Std. Sp)	Homojen Gruplar
Katlamasız	200	20	3,51	0,21	H
		60	8,08	0,34	BC
		120	6,05	0,03	DE
	400	20	3,57	0,05	H
		60	8,85	0,03	B
		120	4,92	0,03	EG
	Kontrol			11,59	0,23
Katlamalı	200	20	5,69	0,88	E
		60	8,23	2,24	BC
		120	6,02	0,01	DE
	400	20	3,79	0,05	GH
		60	4,28	0,01	FH
		120	7,09	0,05	CD
	Kontrol			5,26	0,03

Tablo 4.25. incelendiğinde, MAŞ'ların uygulandığı sürelerle göre kabuksuz tohumların fruktoz miktarlarının ortalama değerlerine bağlı olarak sekiz grup oluşmuştur. MA uygulaması yapılan katlamasız kabuksuz tohumlardaki fruktoz miktarı kontrol grubu, katlamalı kabuksuz tohumda ise 60 dk 200 mT'daki fruktoz miktarı, diğer şiddet ve sürelerdeki tohumların fruktoz miktarına göre daha yüksek sonuç vermiştir.

Kontrol grubuna göre farklı MAŞ'lara ve sürelerle bağlı olarak tohumlarda oluşan fruktoz miktarının grafiksel değişimi Grafik 4.5.'de görülmektedir.



Grafik 4.5. Katlamasız ve katlamalı *Acer pseudoplatanus* L. tohumlarında farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının fruktoz miktarı üzerine etkilerinin değişimi

4.2.3.3. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının sukroz miktarı üzerine etkileri

Katlamalı ve katlamasız tohumlara uygulanan MA'nın dağ akçaağacı tohumlarındaki sukroz içeriğine ilişkin verilere göre tohum örneklerindeki sukroz miktarı MA'nın şiddetine ve süresine bağlı olarak Tablo 4.26.'da değişiklik göstermiştir.

Katlamasız ve kabuksuz uygulama gruplarına ait tohumlardaki sukroz miktarı kontrole göre tüm gruplarda önemli ölçüde artış gözlenmiştir. Bu uygulama grubunda en yüksek sukroz miktarı sırasıyla 20 dk 400 mT (37,94) belirlenirken, en düşük sukroz miktarı 60 dk 400 mT'da (8,04) ve kontrol grubunda (8,99) kaydedilmiştir.

Tablo 4.26. *Farklı süre ve şiddetlerde katlamasız ve katlamalı Acer pseudoplatanus L. tohumlarında manyetik alan uygulamasının sukroz miktarı üzerine etkilerinin değişimi*

Şiddet (mT)	Süre (dk)	Katlamasız		Katlamalı
		Kabuksuz	Kabuklu	Kabuksuz+Kabuklu
		Sukroz mg/g	Sukroz mg/g	Sukroz mg/g
Kontrol		8,99±0,041	27,06±0,357	24,05±0,021
200	20	15,36±0,206	37,19±0,003	34,03±0,21
	60	16,19±0,014	27,87±0,028	33,15±0,000
	120	24,67±0,041	34,87±0,281	26,88±0,332
400	20	37,94±0,047	28,11±0,027	27,96±0,041
	60	8,04±0,068	29,81±0,082	28,89±0,021
	120	16,93±0,056	19,84±0,021	34,71±0,206

Katlamasız ve kabuklu uygulama gruplarına ait tohumlardaki en yüksek sukroz miktarı 20 dk 200 mT (37,19) kaydedilirken, en düşük sukroz miktarı sırasıyla 120 dk 400 mT'da (19,84), kontrol grupta (27,06) belirlenmiştir.

Katlamalı kabuklu ve kabuksuz uygulama gruplarına ait tohumlardaki sukroz miktarı kontrole göre tüm gruplarda önemli ölçüde artış göstermiştir. Bu uygulama grubunda en yüksek sukroz miktarı sırasıyla 120 dk 400 mT (34,71), 20 dk 200 mT (34,03) belirlenirken, en düşük sukroz miktarları sırasıyla kontrol grubunda (24,05) ve 120 dk 200 mT (26,88) işleminde saptanmıştır.

Tablo 4.27. *Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının kabuklu Acer pseudoplatanus L. tohumlarının sukroz miktarına ilişkin varyans analizi sonuçları*

İşlemler	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (%5)
Sukroz kabuklu	876,22	13	67,40	1287,99	0,000*
Hata	1,46	28	0,052		
Toplam	37682,27	42			

Tablo 4.27. incelendiğinde, MAŞ uygulandığı sürelerle bağlı olarak kabuklu tohumların sukroz miktarlarına ilişkin %5 önem düzeyi ile anlamlı bir istatistiksel farklılık belirlenmiştir. Farklılıkları belirlemek için Duncan testi uygulanmıştır.

MAŞ'lara ve sürelerle bağlı olarak sukroz miktarlarının ortalama değerleri ve oluşan grupları Tablo 4.28.'de verilmiştir.

Tablo 4.28. *Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının kabuklu Acer pseudoplatanus L. tohumlarının sukroz miktarına ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları*

Gruplar	Şiddet (mT)	Süre (dk)	Ortalama \bar{X}	Standart Sapma (Std. Sp)	Homojen Gruplar
Katlamasız	200	20	37,19	0,00	A
		60	27,87	0,04	G
		120	34,87	0,48	B
	400	20	28,11	0,04	G
		60	29,81	0,14	E
		120	19,84	0,03	J
	Kontrol			27,06	0,06
Katlamalı	200	20	34,03	0,03	C
		60	33,15	0	D
		120	26,88	0,57	H
	400	20	27,96	0,07	G
		60	28,89	0,03	F
		120	34,71	0,35	B
	Kontrol			24,05	0,03

Tablo 4.28. incelendiğinde, MAŞ'larının uygulandığı sürelerle göre kabuklu tohumların sukroz miktarlarının ortalama değerlerine bağlı olarak on grup oluşmuştur. Manyetik alan uygulaması yapılan katlamasız kabuklu tohumdaki sukroz miktarı 20 dk 200 mT, katlamalı kabuklu tohumda ise 120 dk 400 mT'daki sukroz miktarı, diğer şiddet ve sürelerdeki tohumların sukroz miktarına oranla daha yüksek sonuç elde edilmiştir.

Tablo 4.29. *Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının kabuksuz Acer pseudoplatanus L. tohumlarının sukroz miktarına ilişkin varyans analizi sonuçları*

İşlemler	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (%5)
MAŞ ve Süreler	3621,50	13	278,57	7679,32	0,000*
Hata	1,016	28	0,03		
Toplam	28074,96	42			

Tablo 4.29. incelendiğinde, uygulanan farklı MAŞ ve sürelerle bağlı olarak kabuksuz tohumların sukroz miktarına ilişkin %5 önem düzeyinde anlamlı bir istatistiksel

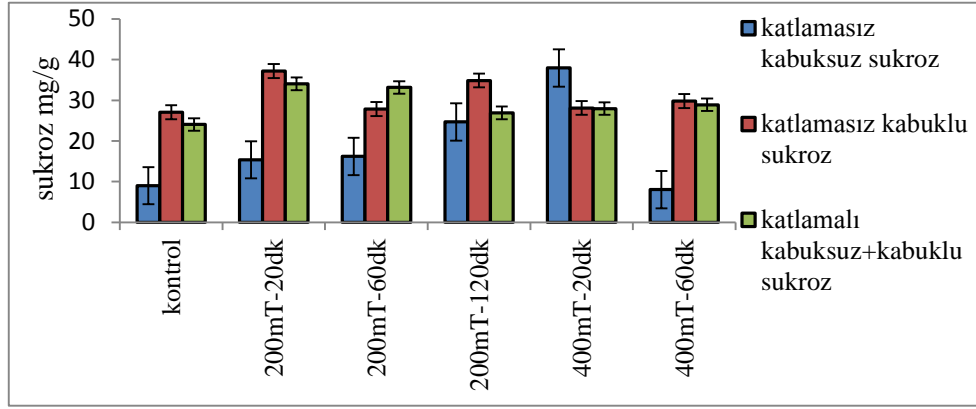
farklılık belirlenmiştir. Farklılıklar belirlemek için Duncan testi uygulanmıştır. MAŞ'lara ve süreler bağli olarak sukroz miktarlarının ortalama değerleri ve oluşan homojen grupları Tablo 4.30.'da verilmiştir.

Tablo 4.30. *Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının kabuksuz Acer pseudoplatanus L. tohumlarının sukroz miktarına ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları*

Gruplar	şiddet (mT)	Süre (dk)	Ortalama \bar{X}	Standart Sapma (Std. Sp)	Homojen Gruplar
Katlamasız	200	20	15,36	0,03	L
		60	16,19	0,02	K
		120	24,67	0,07	H
	400	20	37,94	0,08	A
		60	8,04	0,11	N
		120	16,93	0,09	J
	Kontrol		8,04	0,11	M
Katlamalı	200	20	34,03	0,03	C
		60	33,15	0	D
		120	26,88	0,57	G
	400	20	27,96	0,07	F
		60	28,89	0,03	E
		120	34,71	0,35	B
	Kontrol		24,05	0,03	I

Farklı MAŞ ve süreler bağli olarak kabuksuz tohumların sukroz miktarının ortalama değerlerine bağli olarak on dört grup oluşmuştur MA uygulaması yapılan katlamasız kabuksuz tohumlardaki sukroz miktarı 20 dk 400 mT, katlamalı kabuksuz tohumda ise 120 dk 400 mT'daki sukroz miktarı diğer şiddet ve sürelerdeki tohumların sukroz miktarına oranla daha yüksek sonuçlar vermiştir.

Kontrol grubuna göre farklı MAŞ'lara ve süreler bağli olarak dağ akçaadıacı tohumlarında meydana gelen sukroz miktarının grafiksel değişimi Grafik 4.6.'da görölmektedir.



Grafik 4.6. Katlamasız ve katlamalı *Acer pseudoplatanus* L. tohumlarında farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının sukroz miktarı üzerine etkilerinin değişimi

4.2.3.4. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının nişasta miktarı üzerine etkileri

Katlamalı ve katlamasız tohumlara uygulanan MA'nın dağ akçağacı tohumlarındaki nişasta miktarına ilişkin verilere göre tohum örneklerindeki nişasta miktarları MA'nın şiddetine ve süresine bağlı olarak Tablo 4.31.'de değişiklik göstermiştir.

Tablo 4.31. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının katlamasız ve katlamalı *Acer pseudoplatanus* L. tohumlarında nişasta içeriği üzerine etkilerinin değişimi

Şiddet (mT)	Süre (dk)	Katlamasız		Katlamalı
		Kabuksuz Nişasta mg/g	Kabuklu Nişasta mg/g	Kabuksuz+Kabuklu Nişasta mg/g
Kontrol		28,15±0,015	23,58±0,029	26,15±0,015
200	20	25,74±0,029	17,56±0,024	26,77±0,015
	60	23,64±0,015	24,92±0,020	25,75±0,030
	120	26,85±0,020	29,46±0,034	25,47±0,010
400	20	26,17±0,291	24,65±0,030	28,98±0,019
	60	29,53±0,039	29,56±0,025	27,90±0,015
	120	30,02±0,024	29,33±0,390	26,65±0,024

Katlamasız ve kabuksuz uygulama gruplarına ait tohumlardaki nişasta miktarı kontrole göre tüm gruplarda genel olarak farklılıklar gözlenmiştir. Bu uygulama grubunda en yüksek nişasta miktarı 120 dk 400 mT (30,02 mg/g TA) işleminde belirlenirken, en düşük nişasta miktarı ise 60 dk 200 mT (23,64) işleminde kaydedilmiştir.

Katlamasız ve kabuklu uygulama gruplarına ait tohumlardaki nişasta miktarları kontrole göre 20 dk 200 mT işlemi hariç bütün işlemlerde genel olarak önemli derecede artış göstermiştir. Bu uygulama grubunda en yüksek nişasta miktarı sırasıyla 60 dk 400 mT (29,56) kaydedilirken, en düşük nişasta miktarı sırasıyla 20 dk 200 mT’da (17,56) ve kontrol grubunda (23,58) belirlenmiştir.

Katlamalı kabuklu ve kabuksuz uygulama gruplarına ait tohumlardaki nişasta miktarı kontrole göre genel olarak gruplarda farklılıklar göstermiştir. Bu uygulama grubunda en yüksek nişasta miktarı 20 dk 400 mT (28,98) işleminde belirlenirken en düşük nişasta miktarı 120 dk 200 mT (25,47) olarak kaydedilmiştir.

Tablo 4.32. *Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının kabuklu Acer pseudoplatanus L. tohumlarının nişasta miktarına ilişkin varyans analizi sonuçları*

İşlemler	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (%5)
Nişasta kabuklu	387,30	13	29,79	874,05	0,000*
Hata	0,95	28	0,03		
Toplam	29208,22	42			

Tablo 4.32. incelendiğinde, uygulanan farklı MAŞ ve sürelerle bağlı olarak kabuklu tohumların nişasta miktarına ilişkin %5 önem düzeyinde anlamlı bir istatistiksel farklılık belirlenmiştir. Farklılıklar belirlemek için Duncan testi uygulanmıştır. MAŞ’lara ve sürelerle bağlı olarak nişasta miktarlarının ortalama değerleri ve oluşan homojen grupları Tablo 4.33.’de verilmiştir.

Tablo 4.33. *Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının kabuklu Acer pseudoplatanus L. tohumlarının nişasta miktarına ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları*

Gruplar	Şiddet (mT)	Süre (dk)	Ortalama \bar{X}	Standart Sapma (Std. Sp)	Homojen Gruplar
Katlamasız	200	20	17,56	0,04	I
		60	24,92	0,03	G
		120	29,46	0,05	A
	400	20	24,65	0,05	G
		60	29,56	0,04	A
		120	29,33	0,67	A
	Kontrol		23,58	0,05	G
Katlamalı	200	20	26,77	0,02	D
		60	25,75	0,05	F

Tablo 4.33. 'ün devamı

Katlamalı	200	120	24,47	0,01	F
	400	20	28,98	0,03	B
		60	27,90	0,02	C
		120	26,65	0,04	D
	Kontrol		26,15	0,02	E

Tablo 4.33. incelendiğinde, MAŞ'ların ve sürelerin uygulanan kabuklu tohumlar üzerinde, nişasta miktarlarının ortalama değerlerine bağlı olarak dokuz homojen grup oluşmuştur. MA uygulaması yapılan katlamasız kabuklu tohumlardaki nişasta miktarı 60 dk 400 mT, katlamalı kabuklu tohumda ise 20 dk 400 mT'daki nişasta miktarı, diğer şiddet ve sürelerdeki tohumların nişasta miktarına oranla daha yüksek sonuç vermiştir.

Tablo 4.34. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının kabuksuz *Acer pseudoplatanus L.* tohumlarının nişasta miktarına ilişkin varyans analizi sonuçları

İşlemler	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem düzeyi (%5)
MAŞ ve Süreler	120,04	13	9,23	5904,95	0,000*
Hata	0,04	28	0,00		
Toplam	30700,02	42			

Tablo 4.34. incelendiğinde, kabuksuz tohumların nişasta miktarında %5 önem düzeyi ile anlamlı bir istatistiksel olarak farklılık belirlenmiştir. Farklılıkları belirlemek için Duncan testi uygulanmıştır. MAŞ'lara ve sürelerle bağlı olarak nişasta miktarlarının ortalama değerleri ve oluşan homojen grupları verilmiştir.

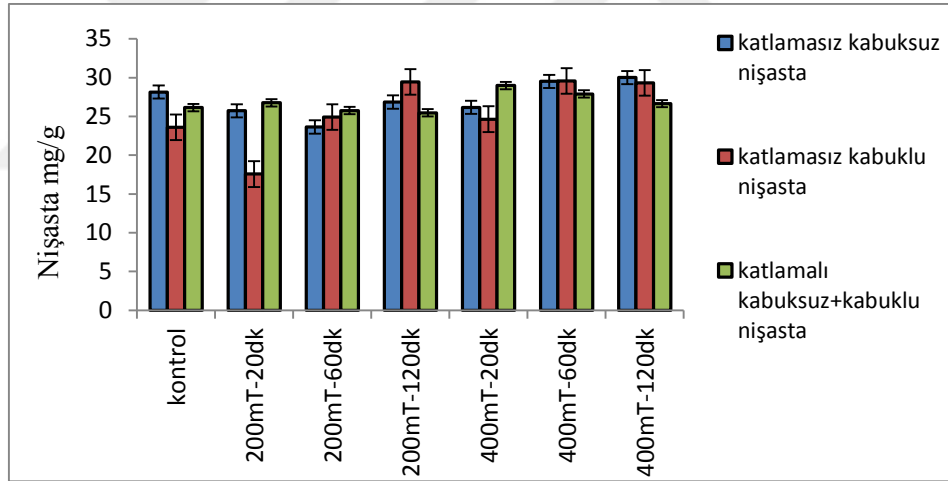
Tablo 4.35. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının kabuksuz *Acer pseudoplatanus L.* tohumlarının nişasta miktarına ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları

Gruplar	Şiddet (mT)	Süre (dk)	Ortalama \bar{X}	Standart Sapma (Std. Sp)	Homojen Gruplar
Katlamasız	200	20	25,74	0,05	J
		60	23,64	0,02	L
		120	26,85	0,03	F
	400	20	26,17	0,05	I
		60	29,53	0,06	B
		120	30,02	0,04	A
Kontrol		28,15	0,02	D	
Katlamalı	200	20	26,77	0,02	G
		60	25,75	0,05	J

Tablo 4.35.'in devamı

Katlamalı	200	120	25,47	0,01	K
	400	20	28,98	0,03	C
		60	27,90	0,02	E
		120	26,65	0,04	H
	Kontrol		26,15	0,02	I

Farklı MAŞ ve süreler gere kabuksuz tohumların nişasta miktarları on iki homojen grup oluşturmuştur. MA uygulaması yapılan katlamasız kabuksuz tohumlardaki nişasta miktarı 120 dk 400 mT, katlamalı kabuksuz tohumda ise 20 dk 400 mT'daki nişasta miktarları, diğere şiddet ve sürelerdeki tohumların nişasta miktarlarına oranla daha yüksek sonuç vermiştir. Kontrol grubuna göre farklı MAŞ'lara ve sürelerine göre tohumlarda meydana gelen nişasta miktarı değişimi grafiksel olarak Grafik 4.7.'de görülmektedir.



Grafik 4.7. Katlamasız ve katlamalı *Acer pseudoplatanus* L. tohumlarında farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının nişasta miktarı üzerine etkilerinin değişimi

4.2.4. Farklı Süre ve Şiddetlerde Manyetik Alan Uygulamasının Fotosentetik Pigment İçeriği Üzerine Etkileri

Manyetik alan uygulamasından hemen sonra Silvikültür laboratuvarında viyollerde toprağa ekilen tohumlardan gelişen fidiciklerde tamamen gelişmiş dağ akçağacı yaprakları, Witham, Blaydes ve Devlin (1971)'in yöntemine göre hazırlanmıştır.

Analizden elde edilen ekstraktın spektrofotometrede 645, 663 ve 450 nm dalga boyundaki absorpsiyon değerleri tespit edilmiştir. Bulunan değerlerin fotosentetik pigment denklemine klorofil miktarları Tablo 4.36.'da verilmiştir.

Kontrolle kıyaslandığında manyetik alan uygulamasının süresi ve şiddetine bağlı olarak fotosentetik pigment içeriklerinin farklı etkilendiği Tablo 4.36.'da belirlenmiştir. Katlamasız 120 dk 400 mT işleminde örnek olmadığı için klorofil pigment analizleri yapılamamıştır.

Tablo 4.36. *Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının katlamasız ve katlamalı Acer pseudoplatanus L. yapraklarında fotosentetik pigmentleri içeriği üzerine etkilerinin değişimi*

Şiddet (mT)	Süre (dk)	klorofil a mg/g		klorofil b mg /g		toplam klorofil mg/g		toplam karotenoid mg/g	
		Katlamasız	Katlamalı	Katlamasız	Katlamalı	Katlamasız	Katlamalı	Katlamasız	Katlamalı
Kontrol		37,83±0,011	15,49±0,702	67,13±0,020	14,11±0,366	59,43±0,178	12,49±0,321	27,55±0,007	7,72±0,110
200	20	17,13±0,008	17,33±0,171	11,19±0,821	16,25±0,500	9,92±0,724	14,38±0,986	7,12±0,308	9,14±0,870
	60	16,85±0,180	18,47±0,063	16,74±0,463	12,72±0,805	14,82±0,409	11,28±0,647	9,13±0,163	7,57±0,662
	120	11,11±0,026	2,67±0,030	11,67±0,093	27,89±0,013	10,32±0,082	24,61±0,012	6,84±0,387	14,25±0,002
400	20	16,32±0,150	12,51±0,671	16,25±0,165	13,34±0,186	14,38±0,146	11,80±0,648	9,25±0,043	7,65±0,035
	60	20,43±0,308	17,14±0,884	19,47±0,106	11,04±0,535	17,23±0,093	9,79±0,472	10,25±0,058	6,95±0,214
	120	-	22,18±0,290	-	18,22±0,748	-	16,13±0,660	-	9,73±0,264

4.2.4.1. *Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının klorofil a miktarı üzerine etkileri*

Katlamalı ve katlamasız tohumlara uygulanan MA'nın dağ akçağacı yapraklarındaki klorofil a (kl a) miktarına ilişkin verilere göre yaprak örneklerindeki kl a miktarı MA'nın şiddetine ve süresine bağlı olarak Tablo 4.36.'da değişiklik göstermiştir.

Katlamasız uygulama gruplarına ait yaprak örneklerindeki kl a miktarları kontrole göre bütün işlemlerde düşük çıkmıştır. Katlamasız uygulama grubunda en yüksek kl a miktarı kontrol grupta (37,83) saptanırken en düşük kl a miktarı 120 dk 200 mT (11,11) işleminde kaydedilmiştir.

Katlamalı uygulama grubunda kl a miktarı ise kontrol grubuna göre birçok işlem grubunda daha yüksek çıkmıştır. Bu işlem grupları içerisinde en yüksek kl a miktarı, 120 dk 400 mT (22,18), en düşük kl a miktarı ise 120 dk 200 mT (2,67) saptanmıştır. Kontrole göre 120 dk 400 mT’da kl a içeriğindeki artma %43,13 iken 120 dk 200 mT’daki azalma %82,80’dir.

Katlamalı ve katlamasız tohumlara MA uygulamasının kl a miktarları üzerine etkileri kıyaslandığında; katlamasız uygulama grubunda kl a miktarı, katlamalı gruba oranla genel olarak nispeten daha yüksek değerler göstermekle birlikte çok net bir değerlendirme yapmak mümkün değildir.

Tablo 4.37. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının *Acer pseudoplatanus L.* yapraklarında klorofil a miktarına ilişkin varyans analizi sonuçları

İşlemler	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (%5)
MAŞ ve Süreler	2208,88	12	184,07	400,23	0,000*
Hata	11,96	26	0,46		
Toplam	13950,64	39			

Tablo 4.37. incelendiğinde; MAŞ uygulandığı sürelerle bağlı olarak yaprakların kl a miktarına ilişkin %5 önem düzeyi ile anlamlı bir istatistiksel farklılık belirlenmiştir. Farklılıkların hangi grupta olduğunu belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. MAŞ’lara ve sürelerle bağlı olarak kl a miktarlarının ortalama değerleri ve oluşan grupları sırasıyla Tablo 4.38.’de verilmiştir.

Tablo 4.38. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının *Acer pseudoplatanus L.* yapraklarında klorofil a miktarına ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları

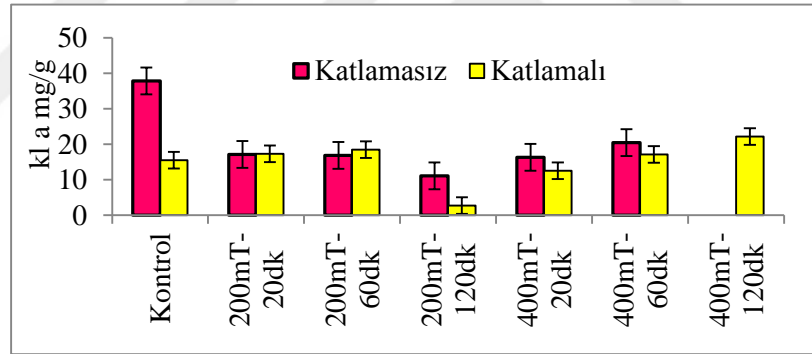
Gruplar	Şiddet (mT)	Süre (dk)	Ortalama \bar{X}	Standart Sapma (Std. Sp)	Homojen Gruplar
Katlamasız	200	20	17,12	0,01	E
		60	16,85	0,31	E
		120	11,11	0,04	H
	400	20	16,31	0,26	EF
		60	20,42	0,53	C
		120			
		Kontrol		37,83	0,01
Katlamalı	200	20	17,33	0,30	DE
		60	18,46	0,10	D
		120	2,66	0,05	I

Tablo 4.38.'in devamı

Katlamalı	400	20	12,50	1,16	G
		60	17,14	1,53	E
		120	22,17	0,50	B
	Kontrol		15,49	1,21	F

Tablo 4.38. incelendiğinde; dağ akçaağacı yapraklarının kl a miktarlarının ortalama değerlerine bağlı olarak dokuz grup oluşturulmuştur. Diğer şiddet ve sürelerdeki yaprakların kl a miktarına oranla katlamasız tohumlardan gelişen dağ akçaağacı fidelik yapraklarındaki kl a miktarından kontrol grubunda ve katlamalı tohumlardan gelişen fidelik yapraklarından ise 120 dk 400 mT'da daha iyi sonuç elde edilmiştir.

Kontrol grubuna göre farklı MAŞ'lara ve sürelerine bağlı olarak dağ akçaağacı yapraklarında meydana gelen kl a miktarının grafiksel değişimi Grafik 4.8.'de görülmektedir.



Grafik 4.8. Katlamasız ve katlamalı *Acer pseudoplatanus* L. tohumlarında farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının klorofil a miktarı üzerine etkilerinin değişimi

4.2.4.2. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının klorofil b miktarı üzerine etkileri

Katlamalı ve katlamasız tohumlara uygulanan MA'nın dağ akçaağacı yapraklarındaki klorofil b (kl b) miktarına ilişkin verilere göre; MA'nın şiddetine ve süresine bağlı olarak yaprak örneklerindeki kl b miktarı değişiklik göstermiştir. Katlamasız uygulama gruplarına ait yaprak örneklerindeki kl b miktarı kontrole göre bütün gruplarda önemli ölçüde azalmıştır.

Katlamasız uygulama grubunda en yüksek kl b miktarı kontrol grupta (67,13) iken, en düşük kl b miktarı 20 dk 200 mT (11,19) işleminde saptanmıştır.

Katlamalı uygulama grubunda kl b miktarları; kontrol grubuna göre 20 dk 200 mT (16,25), 120 dk 200 mT (27,89), 120 dk 400 mT'da (18,22) artış gösterirken diğer gruplar azalma göstermiştir. Bu grupta en yüksek kl b miktarı 120 dk 200 mT'da (27,89), en düşük kl b miktarı 60 dk 400 mT'da (11,04) kaydedilmiştir. 120 dk 200 mT'da kl b içeriğindeki artış %97,62 iken 60 dk 400 mT'daki azalış %21,75'dir.

Katlamalı ve katlamasız tohumlara MA uygulamasının kl b miktarları üzerine etkileri karşılaştırıldığında; katlamasız uygulama grubunda kl b miktarı, katlamalı gruba oranla genel olarak nispeten daha yüksek değerler göstermiştir. Katlamalı uygulama grubunda 20 ve 120 dk 200 mT grubu hariç tüm uygulama gruplarında kl b miktarı katlamasız uygulama grubuna göre düşüktür.

Tablo 4.39. *Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının Acer pseudoplatanus L. yapraklarında klorofil b miktarına ilişkin varyans analizi sonuçları*

İşlemler	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (%5)
MAŞ ve Süreler	8086,60	12	673,88	277,78	0,000*
Hata	63,07	26	2,42		
Toplam	23289,8	39			

MAŞ ve uygulandığı sürelerle bağlı olarak dağ akçaağacı yapraklarının kl b miktarına ilişkin %5 önem düzeyi ile anlamlı bir istatistiksel farklılık belirlenmiştir. Farklılıkların analizi Duncan testi ile ortaya konulmuştur. MAŞ'lara ve sürelerle bağlı olarak kl b miktarlarının ortalama değerleri ve oluşan grupları sırasıyla Tablo 4.40.'da verilmiştir.

Tablo 4.40. *Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının Acer pseudoplatanus L. yapraklarında klorofil b miktarına ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları*

Gruplar	Şiddet (mT)	Süre (dk)	Ortalama \bar{X}	Standart Sapma (Std. Sp)	Homojen Gruplar
Katlamasız	200	20	11,19	1,42	G
		60	16,74	0,8	CE

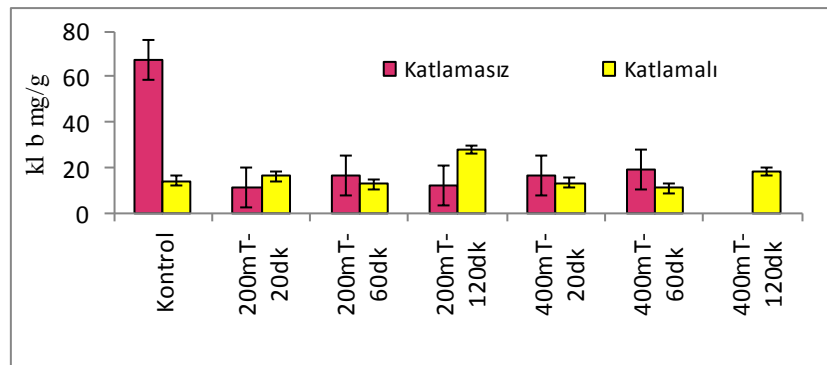
Tablo 4.40.'in devamı

Katlamalı	200	120	11,67	0,16	FG
	400	20	16,25	0,28	DE
		60	19,47	0,18	C
		120			
	Kontrol		67,13	0,03	A
Katlamalı	200	20	16,25	4,08	DE
		60	12,72	2,53	FG
		120	27,89	0,02	B
	400	20	13,34	0,32	FG
		60	11,04	1,85	G
		120	18,22	1,29	CD
	Kontrol		14,11	0,63	EF

Tablo 4.40. incelendiğinde; MAŞ'larının uygulandığı sürelerle göre dağ akçağacı yapraklarının kl b miktarlarının ortalama değerleri yedi grup oluşturmuştur.

Diğer şiddet ve sürelerin etkisine maruz yaprakların kl b miktarlarına oranla; katlamasız dağ akçağacı yapraklarındaki kl b miktarı kontrol grubunda, katlamalı tohumlardan gelişen yapraklarda ise 120 dk 200 mT'da daha iyi sonuç elde edilmiştir.

Kontrol grubuna göre farklı MAŞ'lara ve sürelerle bağlı olarak dağ akçağacı tohumlarından gelişen fidecik yapraklarındaki kl b miktarlarının grafiksel değişimi Grafik 4.9.'da görülmektedir.



Grafik 4.9. Katlamasız ve katlamalı *Acer pseudoplatanus* L. tohumlarında farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının klorofil b miktarı üzerine etkilerinin değişimi

4.2.4.3. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının toplam klorofil miktarı üzerine etkileri

Witham vd. (1971) yöntemine göre spektrofotometrik olarak elde edilen klorofil a ve b değerlerinin toplanmasıyla toplam kl miktarı tespit edilmiştir. Uygulamaların toplam klorofil miktarı üzerine etkisinin değişimi verilmiştir (Grafik 4.10.). Elde edilen sonuçlar irdelendiğinde; katlamalı ve katlamasız dağ akçaağacı yapraklarında toplam klorofil miktarı MA şiddetine ve süresine bağlı olarak farklılık göstermiştir.

Katlamasız uygulama grubunda toplam kl miktarı kontrol grubuna göre genel olarak azalma göstermiştir. Katlamasız uygulama grubunda en yüksek toplam kl miktarı kontrol grupta (59,43) belirlenirken en düşük toplam kl miktarı 20 dk 200 mT (9,92) kaydedilmiştir.

Tablo 4.41. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının *Acer pseudoplatanus L.* yapraklarında toplam klorofil miktarına ilişkin varyans analizi sonuçları

İşlemler	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (%5)
MAŞ ve Süreler	6306,41	12	525,53	278,21	0,000*
Hata	49,11	26	1,88		
Toplam	18203,55	39			

Tablo 4.41. incelendiğinde, farklı MAŞ'lara ve uygulama sürelerine bağlı olarak yaprakların toplam kl miktarına ilişkin %5 önem düzeyi ile anlamlı bir istatistiksel farklılık belirlenmiştir. Farklılıklar Duncan testi ile analiz edilmiştir. MAŞ'lara ve sürelerle bağlı olarak toplam kl miktarlarının ortalama değerleri ve oluşan grupları sırasıyla Tablo 4.42.'de verilmiştir.

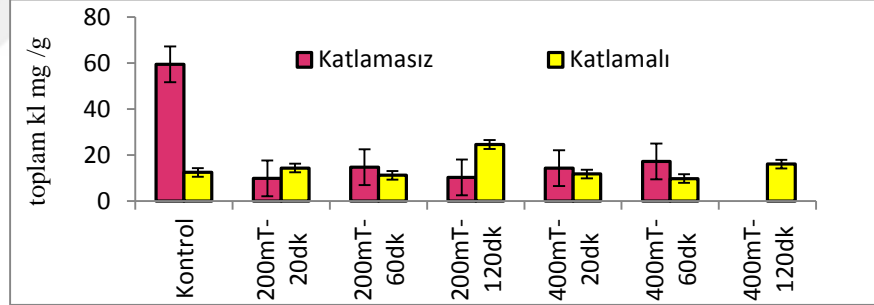
Tablo 4.42. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının *Acer pseudoplatanus L.* yapraklarında toplam klorofil miktarına ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları

Gruplar	Şiddet (mT)	Süre (dk)	Ortalama \bar{X}	Standart Sapma (Std. Sp)	Homojen Gruplar
Katlamasız	200	20	9,92	1,25	G
		60	14,82	0,70	CE
		120	10,32	0,14	FG
	400	20	14,38	0,25	DE
		60	17,23	0,16	C

Tablo 4.42.'nin devamı

Katlamasız	400	120			
	Kontrol			59,43	0,03
Katlamalı	200	20	14,38	3,60	DE
		60	11,28	2,23	FG
		120	24,61	0,02	B
	400	20	11,80	0,28	FG
		60	9,79	1,63	G
		120	16,13	1,14	CD
Kontrol			12,49	0,55	EF

Uygulanan MAŞ'lara ve sürelerle ilişkin dağ akçaağacı yapraklarındaki toplam kl miktarlarının ortalama değerlerine bağlı olarak yedi grup oluşturulmuştur. Diğer şiddet ve sürelerdeki yaprakların toplam kl miktarına oranla; katlamasız dağ akçaağacı tohumlardan gelişen yapraklardaki toplam kl miktarı kontrol grubunda, katlamalı tohumlardan gelişen yapraklarda ise 120 dk 200 mT'da daha iyi sonuç elde edilmiştir. Kontrol grubuna göre farklı MAŞ'lara ve sürelerle bağlı olarak yapraklarda tespit edilen toplam kl miktarının grafiksel değişimi Grafik 4.11.'de görülmektedir.



Grafik 4.11. Katlamasız ve katlamalı *Acer pseudoplatanus* L. tohumlarında farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının toplam klorofil miktarı üzerine etkilerinin değişimi

4.2.4.4. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının karotenoit miktarı üzerine etkileri

Manyetik alan uygulaması ardından toprağa ekilen tohumlardan gelişen fideliklerin yaprakları Witham vd. (1971) yöntemine göre hazırlanmıştır. Analizden elde edilen ekstraktın spektrofometrede 450 nm dalga boyundaki absorpsiyon değerleri tespit edilmiştir. Bulunan değerler karotenoit denkleminde hesaplanmıştır. Hesaplanan karotenoit miktarları Tablo 4.36.'da verilmiştir. Karotenoit pigment içerikleri

kontrolle kıyaslandığında, MA uygulamasının süresine ve şiddetine bağlı olarak farklı etkilendiği belirlenmiştir.

Katlamasız uygulama grubunda en yüksek toplam karotenoit miktarı kontrol grubunda (27,55), en düşük toplam karotenoit miktarı ise 120 dk 200 mT (6,84) işleminde tespit edilmiştir. Katlamalı uygulama grubunda kontrol grubuna göre en yüksek toplam karotenoit miktarı 120 dk 200 mT (14,25), en düşük toplam karotenoit miktarı ise 60 dk 400 mT’da (6,95) gözlenmiştir (Tablo 4.15.). 120 dk 200 mT işleminin toplam karotenoit içeriğinde kontrol işlemine göre %84,76’lık bir artış tespit edilmiştir.

Tablo 4.43. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının *Acer pseudoplatanus L.* yapraklarında toplam karotenoit miktarına ilişkin varyans analizi sonuçları

İşlemler	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (%5)
MAŞ ve Süreler	1114,82	12	92,9	277,06	0,000*
Hata	8,71	26	0,33		
Toplam	5214,98	39			

Tablo 4.43. incelendiğinde, MAŞ uygulandığı sürelerle bağlı olarak yaprakların toplam karotenoit miktarına ilişkin %5 önem düzeyi ile anlamlı bir istatistiksel farklılık belirlenmiştir. Farklılıkların analizi için Duncan testi uygulanmıştır. MAŞ’lara ve sürelerle bağlı olarak toplam karotenoit miktarlarının ortalama değerleri ve oluşan gruplar sırasıyla Tablo 4.44.’te verilmiştir.

Tablo 4.44. Farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının *Acer pseudoplatanus L.* yapraklarında toplam karotenoit miktarına ilişkin ortalama değerler ve duncan testi sonuçları

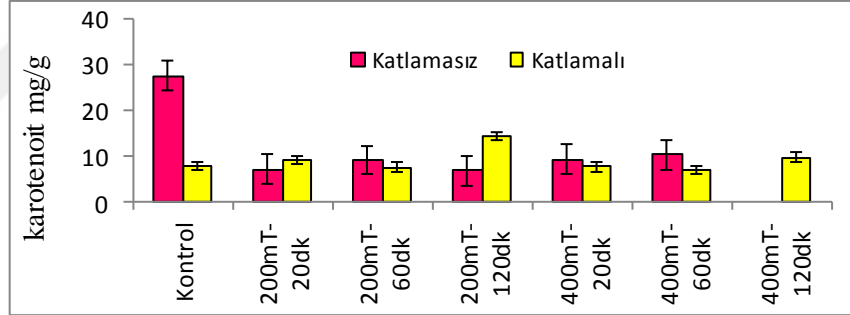
Gruplar	Şiddet (mT)	Süre (dk)	Ortalama \bar{X}	Standart Sapma (Std. Sp)	Homojen Gruplar
Katlamasız	200	20	7,12	0,53	E
		60	9,13	0,28	D
		120	6,84	0,07	E
	400	20	9,25	0,07	CD
		60	10,25	0,10	C
		120			
	Kontrol			27,55	0,01
Katlamalı	200	20	9,14	1,50	D
		60	7,57	1,14	E
		120	14,25	0,00	B
	400	20	7,65	0,06	E

Tablo 4.44.'ün devamı

Katlamalı	400	60	6,95	0,37	E
		120	9,73	0,45	CD
	Kontrol		7,72	0,19	E

Tablo 4.44. incelendiğinde, farklı MAŞ ve sürelerinin uygulandığı tohumlardan gelişen yaprakların, toplam karotenoid miktarlarının ortalama değerlerine bağlı olarak beş grup oluşmuştur. Diğer şiddet ve sürelerdeki yaprakların toplam karotenoid miktarına oranla, katlamasız dağ akçaağacı yapraklarındaki toplam karotenoid miktarı kontrol grubunda, katlamalı tohumdan gelişen yapraklarda ise 120 dk 200 mT işleminde daha iyi sonuç elde edilmiştir.

Kontrol grubuna göre farklı MAŞ'lara ve sürelerle maruz bırakılan tohumlardan gelişen dağ akçaağacı fidecik yapraklarında tespit edilen toplam karotenoid içeriğinin grafiksel değişimi Grafik 4.11.'de görülmektedir.



Grafik 4.12. Katlamasız ve katlamalı *Acer pseudoplatanus* L. tohumlarında farklı süre ve şiddetlerde manyetik alan uygulamasının toplam karotenoid miktarı üzerine etkisinin değişimi

5. TARTIŞMA

Çalışmada soğuk ıslak ön işlemlili ve katlamasız dağ akçağacı tohumları farklı uygulama süreleri (20, 60 ve 120 dakika) ve farklı MA şiddetlerine (200 ve 400 militesla) maruz bırakılmıştır. Kontrol ve farklı süre-şiddetlerde MA'ya bırakılan tohumlar, eşit koşullarda çimlendirilmeye alınmıştır. Bu araştırmada tohumların çimlenme özellikleri ve muhteviyatları incelenerek, literatüre katkı sağlanması amaçlanmıştır.

Denemeye alınan dağ akçağacı tohumlarında manyetik alanın çimlenme üzerine etkisi değerlendirildiğinde; her ne kadar istatistiksel olarak anlamlı sonuca ulaşılmassa da en yüksek çimlenme yüzdesinin, katlamalı tohumlarda 120 dk 200 mT'da (%19,68) oranında; katlamasız tohumlarda ise 60 dk 400 mT'da (%16,80) oranında olduğu bulunmuştur. Dağ akçağacı tohumları ekilecekse toplanır toplanmaz; şayet geç ekim yapılacaksa 45 günlük soğuk katlama işlemine tabi tutularak ekilmesi durumunda yüksek bir çimlenme sağlayabileceği sonucuna varılmıştır. Aladjadjiyan ve Ylieva (2003) MA ile yaptıkları araştırmalarında; MA uygulaması sonucu bütün bitkisi tohumlarının çimlenme yüzdesinde artış gözlenmesi bu araştırma ile paralellik göstermektedir. Günlü ve Ayan (2014) farklı MA şiddetine ve sürelere maruz bırakılan Anadolu karaçamı tohumlarının çimlenme yüzdesinde artış olduğunu tespit etmişlerdir. Gholami ve Sharafi (2010)'in yapmış oldukları çalışmada ise, buğday tohumları farklı MA şiddetleri (125-250 mT) ve farklı sürelere maruz bırakıldıklarında; kontrole göre MA uygulanan tohumların çimlenme yüzdelерinin arttığı ifade edilmektedir.

Araştırmada manyetik alanın dağ akçağacı tohumlarında α -amilaz enzim aktivitesi üzerine etkileri MA uygulaması ardından yapılan çalışma ve MA uygulamasından 1 ay sonra yapılan analizlerle değerlendirilmiştir. MA uygulaması ardından yapılan çalışma incelendiğinde; kontrol grubuna göre, katlamasız grupta α -amilaz aktivitesinin 60 dk 400 mT ve 120 dk 200 mT'da en yüksek değerde olduğu tespit edilmiştir. Katlamalı grupta ise 60 dk 200 mT ve 60 dk 400 mT'da α -amilaz aktivitesinin arttığı belirlenmiştir. MA uygulamasından 1 ay sonra yapılan araştırma

uygulamalarla kıyaslandığında; katlamasız tohumlarda en düşük değerin kontrol grubunda, en yüksek değerin ise 60 dk 400 mT’da olduğu gözlenmiştir. Katlamalı tohumlarda; MA uygulaması ardından yapılan çalışmada kontrole göre 60 dk 200 mT olumlu sonuç gösterirken, MA uygulamasından 1 ay sonra ise kontrol grubunun en yüksek değerde olduğu bulunmuştur. Bu durum katlamalı tohumların depo besin maddelerini çimlenmeye hazırlık aşamasında kullanmasından kaynaklanmış olabilir. Nitekim enzimatik faaliyet aktivitesi zamansal olarak tohumun kimyasal içeriğine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu sonuca benzer şekilde Rochalska ve Grabowska (2007) manyetik alana maruz bırakılan buğday tohumlarının çimlenmesinde ve çimlenme esnasında bitkilerin besin ihtiyacını karşılamada önemli bir rol oynayan alfa amilaz, beta amilaz ve glutation S-transferaz enzimlerinde değişimler olduğunu saptamışlardır. Bir başka çalışmada ise baklagil tohumları düşük (0,1 mT) MA şiddetine maruz bırakılarak tohumların α -amilaz içeriğini olumlu yönde etki gösterdiği gözlenmiştir (Agustrina vd., 2011). Farklı şiddetlerde MA'ya maruz bırakılan tohumların çimlenmesi sırasında enzim aktiviteleri üzerinde benzer sonuçların bulunduğu tespit edilmiştir (Akoyonoglou, 1964; Levedev vd., 1975; Bhatnagar vd., 1978).

Protein içeriği incelendiğinde; MA uygulaması ardından katlamasız tohumların protein miktarı kontrol işleminde en yüksek olarak saptanmıştır. Kontrole kıyasla katlamalı tohumlarda ise 120 dk 400 mT pozitif etki gösterirken, 20 dk 400 mT’da negatif etkiye neden olmuştur. MA’dan 1 ay sonra, katlamasız tohumların protein içeriklerinin, kontrol grubunda daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçların MA’nın proteinlerin hidrolizinden sorumlu enzimlerin aktivasyonunu baskılamasından olabileceği düşünülmektedir. Katlamalı tohumların protein içerikleri kontrole göre irdelendiğinde en yüksek değer 60 dk 200 mT’da, en düşük değer ise 20 dk 400 mT’da bulunmuştur. Bu sonuçlar Chen vd. (2012)’in yaptığı çalışmaları destekler niteliktedir. MA'ya maruz bırakılan taze fasulye bitkisinde, filiz uzaması, biokütle, beslenme madde (çözünür şeker, protein, vitamin C vb.) parametreleri incelenmiştir. Kontrole göre filizde uzama %25,9 taze ağırlık ve kuru ağırlık %5,4, çözünür protein içeriğinde %12, çözünür şeker miktarında %5,1 ve C vitamini konsantrasyonunda ise %13,8 oranında MA uygulaması artma göstermiştir.

Sonuç olarak, 600 mT şiddetinde MA'nın taze fasulye bitkisi üzerinde pozitif bir etki gösterdiği bulunmuştur.

Bu çalışmada fotosentetik pigment miktarı klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve toplam karotenoit olarak ayrı ayrı ele alınmıştır. Katlamasız tohumlardan gelişen fideciklerde düşük klorofil a içeriği 120 dk 200 mT'da bulunurken, en yüksek klorofil a içeriği kontrol işleminde bulunmuştur. Katlamasız tohumlardan gelişen fideciklerde MA uygulaması bitkinin klorofil a içeriğini önemli derecede azaltmıştır. Kontrol grubuna göre katlamalı tohumlardan gelişen fideciklerin klorofil a miktarı 120 dk 400 mT'da artarken, 120 dk 200 mT işleminde azalmıştır. Klorofil b için elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde; MA uygulaması katlamasız tohumdan gelişen fideciklerin klorofil b içeriğini önemli derecede azaltmıştır. Katlamalı tohumdan gelişen fideciklerin MA uygulamasında en düşük klorofil b içeriği 60 dk 400 mT'da bulunurken, en yüksek klorofil b içeriği ise 120 dk 200 mT olarak belirlenmiştir. En yüksek toplam klorofil içeriği katlamasız tohumlardan gelişen fideciklerde kontrol grubunda tespit edilmiştir. Katlamalı tohumlardan gelişen fideciklerde ise toplam klorofil miktarı en yüksek 120 dk 200 mT, en düşük ise 60 dk 400 mT'da bulunmuştur. MA uygulanan katlamasız tohum fideciklerinin kontrol grubunda daha fazla karotenoit içeriği saptanmıştır. Katlamalı tohum fideciklerinin karotenoit içeriği kontrole göre karşılaştırıldığında en fazla 120 dk 200 mT'da, en düşük karotenoit içeriği ise 60 dk 400 mT'da görülmektedir. Rochalska ve Orzeszko-Rywka (2005)'nin yaptığı çalışmalar bu araştırmanın sonuçlarını destekler mahiyettedir. Hububat tohumları farklı süre ve şiddete MA'ya maruz bırakılmıştır. Tohumlar 10-17 gün beklettikten sonra ekim yapıp, bitkiler olgunlaşınca kontrol bitkilerinde klorofil miktarının %86, karotenoit miktarının ise %50 oranında artma gözlenmiştir (URL-3, 2013). Yine Rochalska vd. (2005)'nin yapmış olduğu çalışmada; MA uygulaması yapılan şeker pancarı bitkisi yapraklarında klorofil içeriğinde artış saptantığı belirtilmektedir. Her iki araştırmanın sonuçları; Dağ akçaağacı tohumları üzerine yürütülen bu çalışmanın sonuçlarını da teyid eder niteliktedir. MA'nın Dağ akçaağacı tohumları karbonhidrat içeriği üzerine yapılan analizlerde ise; katlamasız kabuksuz tohumda glukoz değerinin kontrole göre 120 dk 400 mT'da glukoz miktarı en yüksek, 60 dk 200 mT ise en düşük bulunmuştur. Glukoz, nişasta sentezinde ve hücre solunumun başlangıç aktivitelerinde görev alan bir bileşiktir (Plaxton, 1996;

Zeaaman, Smith ve Smith 2007; Winter ve Huber, 2000). Glukozun, çimlenme üzerine etkisi ABA miktarı ile doğru orantılıdır (Dekkers, Schuurmans ve Smeekens, 2004; Gibson, 2005). Bu çalışmada, katlamasız kabuklu tohumda glukoz miktarı kontrolle kıyaslandığında; en fazla glukoz miktarı 60 dk 400 mT'da, en az glukoz miktarı ise 20 dk 200 mT'da tespit edilmiştir. Katlamalı kabuklu ve kabuksuz tohumlarda glukoz miktarı kontrole göre karşılaştırıldığında 20 dk 400 mT'da glukoz miktarı artarken 120 dk 200 mT'da ise azalmıştır. *Arbidopsis thaliana* tohumlarının çimlenme durumları tespitinde; yüksek (300 mM) derişimlerde uygulanan glukoz miktarının tohumlarda ABA birikimini arttırdığı bu durumun çimlenme faaliyetlerine ters yönde bir etki yaptığı gözlenmiştir. Düşük (27,8 mM) derişimlerde belirlenen glukoz uygulamalarının ise, ABA sentezini aktivite etmediği ve buna bağlı olarak da çimlenme üzerine olumsuz bir etki yaratmadığı belirlenmiştir. Yapılan diğer araştırmalarda ABA'nın tohum depo kaynaklarının (lipit, şeker protein gibi) birikimini ve metabolizmasını engellediği tespit edilmiştir (Jang ve Sheen, 1997; Garciarubio, Legaria ve Covarrubias, 1997; Finkelstein ve Lynch, 2000; Price vd., 2003; Rolland, Baena-Gonzalez ve Sheen, 2006; Dekkers ve Smeekens, 2007). Nişasta sentezinde görev alan diğer bir bileşik fruktozdur. Fotosentezde görev alan karbonun kloroplastlarda ya da sitozolde rol almasına karar veren monosakkarit fruktozdur (Huber, 1986; Schulz, 1994; Huber ve Huber, 1996; Barker, Kuehn, Weise, Schulz, Gebhart, Hirner, Hellman, Schulze, Ward ve Frommer, 2000; Nielsen, Rung ve Villadsen, 2004; Minchin ve Lacoite, 2005; Stitt, 2007; Hammond ve White, 2008). Fruktoz içerikleri irdelendiğinde; katlamasız kabuksuz tohumda MA fruktoz içeriğini düşürmüştür. Kontrole göre MA uygulanan katlamasız kabuklu tohumun fruktoz içeriği 20dk ve 60 dk 200 mT'da olumsuz, diğer uygulama gruplarında olumlu etki göstermiştir. Katlamalı kabuklu ve kabuksuz dağ akçağacı tohumundaki fruktoz miktarı kontrole göre irdelendiğinde en yüksek değer 60 dk 200 mT'da, en düşük değer ise 20 dk 400 mT'da belirlenmiştir. Sukroz, glukoz ve fruktoz moleküllerinin dehidrasyonu ile sentezlenen, fotosentez, solunum, çimlenme olayları ve hücre içi ozmotik basıncın düzenlenmesinde etken olan bileşiktir (Kimberly, 1998; Francisco Arenas-Huertero, 2000; Rita, Knorpp ve Glimelius, 2005; Pintilie, Oprica, Surleac, Dragutivan ve Creanga, 2006; Atak, Çelik, Olgun, Alikamanoglu ve Rzakoulieva, 2007). MA uygulanan dağ akçağacı tohumunda sukroz içeriği ele alındığında; katlamasız kabuksuz tohumda kontrol grubuna göre 60 dk 400 mT

azalırken, diğer uygulama gruplarının arttığı bulunmuştur. Katlamasız kabuklu tohumun sukroz miktarı kontrole göre değerlendirildiğinde 20 dk 200 mT'da pozitif etki gözlenirken, 120 dk 400 mT'da negatif etki gözlenmiştir. MA uygulamasının katlamalı kabuklu ve kabuksuz tohumda sukroz içeriği incelendiğinde olumlu etki gösterdiği saptanmıştır. Çimlenmenin erken safhalarında solunum hızının artması, nişastanın ve sukrozun yıkımını başlatmaktadır (Krugger, 1997; Bewley ve Black, 1994; Bewley, 1997; Finscher, 1989). Nişastanın sentezlenmesinde glukoz ve fruktoz monomerleri rol almaktadır. Uygulamalardaki değerlerin farklılık göstermesi; glukoz, fruktoz ve sukroz içeriklerinin değişimlerine bağlıdır. Ayrıca bu nedenle çalışmada % nişasta değerleri kontrole göre bakıldığında katlamasız kabuksuz tohumda nişasta miktarı en fazla 120 dk 400 mT'da, en az nişasta miktarı ise 60 dk 200 mT'da bulunmuştur. Katlamasız kabuklu tohumda MA uygulamasının nişasta içeriği üzerine etkisi kontrole göre kıyaslandığında 20 dk 200 mT'da düşük iken diğer uygulama gruplarında artmıştır. Katlamalı kabuklu ve kabuksuz grupta 20 dk 400 mT ve 60 dk 400 mT'da artarken, 60 dk 200 mT ve 120 dk 200 mT'da düştüğü ortaya koyulmuştur. Bu sonuç, manyetik alanın tohumlarda çözünür şekerler ve nişasta miktarı üzerine etkisini belirlemek amaçlı yapılan diğer çalışmalarla örtüşmektedir. Nitekim Turfan, Yer, Ayan, Hasdemir ve Hançerlioğulları (2016) katlama işlemi yapılmamış kayın tohumlarında 400 mT (20 ve 120 dk) MA'nın; Chen, He ve Li (2012) soya fasulyesi tohumlarında 600 mT; Hozayn, Azza, Abd el-Monem ve Alharby (2016) 30 mT manyetik alan uygulamalı su ile yetiştirilmiş patatesten nişasta içeriğinin arttığını bildirmişlerdir. Yaşlı veya zor çimlenebilen tohumlarda yüksek şiddetli manyetik alan uygulamasıyla tohumların daha hızlı çimlendiği saptanmıştır. Bu uygulama sonucunda tohumlarda nişasta ve şeker miktarının arttığı ve albümin miktarının ise azaldığı belirlenmiştir. Kontrole karşılaştırıldığında MA uygulamalı tohumlar daha erken çimlenme gözlenmiştir. Buna göre yüksek şiddetli MA'ların, meyve ve sebzelerin enzim aktivitelerini artırmak veya azaltmak için kullanılabildiği belirlenmiştir (URL-4, 2013).

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre çimlenme yüzdesi; katlamalı tohumda 120 dk 200 mT'da, katlamasız tohumda ise 60 dk 400 mT'da olumlu etki göstermiştir. Katlamalı ve katlamasız *Acer pseudoplatanus* L. tohumlarına uygulanan farklı süre ve şiddetlerdeki MA uygulaması, tohumlardaki protein, enzim, fotosentetik pigment, glikoz ve nişasta içeriğini farklı etkilemiştir. MA uygulaması katlamasız tohumlarda protein miktarını hem birinci ölçüm (MA uygulamasından hemen sonra) hem de ikinci ölçümlerde (MA uygulamasından 1 ay sonra) kontrole göre tüm uygulama gruplarında azaltmıştır. MA uygulaması katlamalı tohumlarda protein miktarını birinci ölçümde 20 dk 400 mT'da olumsuz etkilerken, katlamasız tohumlarda ise kontrol grubu olumlu etki göstermiştir. MA uygulaması katlamalı tohumlarda protein miktarını 200 mt 120 dk ve 400 mt 120 dk da kontrole göre artırmıştır ($p<0,05$).

MA uygulaması katlamasız tohumlarda α -amilaz enzim aktivitesini hem birinci ölçüm hem de ikinci ölçümlerde kontrole göre tüm uygulama gruplarında arttırmıştır. MA uygulaması, birinci ölçümdeki katlamalı tohumlarda α -amilaz enzim aktivitesini 60 dk 200 mT ve 60 dk 400 mT'da kontrole göre artmıştır. İkinci ölçümdeki katlamalı tohumlarda, α -amilaz enzim aktivitesini kontrol grubu olumlu etki göstermiştir ($p<0,05$).

MA uygulaması, katlamasız ve katlamalı tohumlardaki glukoz, fruktoz, sukroz ve nişasta içeriğini farklı etkilemiştir. MA uygulaması ile katlamasız ve kabuksuz tohumların glukoz miktarı kontrole göre 60 dk 400 mT ve 120 dk 400 mT'da artarken; katlamasız ve kabuklu tohumlarda ise glukoz miktarının 20 dk 200 mT'da azaldığı belirlenmiştir. Katlamalı kabuklu ve kabuksuz tohumların glukoz miktarı kontrole göre 60 dk 200 mT ve 120 dk 200 mT uygulama işlemlerinde azalmıştır. Katlamasız ve kabuksuz tohumların fruktoz miktarında kontrol grubu olumlu etki göstermiştir. Kontrole göre katlamasız ve kabuklu tohumların fruktoz miktarını 20 dk 200 mT ve 60 dk 200 mT uygulamaları azaltmıştır. Katlamalı kabuklu ve kabuksuz tohumların fruktoz miktarı kontrole göre 20 dk 400 mT ve 60 dk 400 mT'da azalmıştır. MA uygulaması katlamasız ve kabuksuz tohumlarda sukroz miktarını

kontrole göre 60 dk 400 mT'da azaltmıştır. Katlamasız kabuklu tohumların sukroz miktarının kontrole göre 120 dk 400 mT'da azaldığı belirlenmiştir. Katlamalı kabuklu ve kabuksuz tohumların sukroz miktarını kontrol grubu olumlu etki göstermiştir. MA uygulamalarının, katlamasız ve kabuksuz tohumların nişasta içeriğini 60 dk 400 mT ve 120 dk 400 mT'da olumlu etkilediği belirlenmiştir. Katlamasız ve kabuklu tohumların nişasta miktarı kontrole göre 20 dk 200 mT'da azalmıştır. Katlamalı kabuklu ve kabuksuz tohumlarda 60 dk 200 mT ve 120 dk 200 mT uygulama işlemlerinin nişasta miktarını olumsuz etki ettiği bulunmuştur ($p<0,05$).

MA uygulaması katlamasız ve katlamalı tohumların çimlenmeleri sonucu oluşan fideciklerin fotosentetik pigment içeriğini farklı etkilemiştir. Katlamasız fideciklerin, klorofil a miktarında kontrol grubu olumlu etki göstermiştir MA uygulaması katlamalı fideciklerde ise kontrole göre 120 dk 200 mT ve 20 dk 400 mT'da klorofil a miktarını azaltmıştır. Katlamasız fideciklerin, klorofil b, toplam klorofil ve karotenoit miktarını kontrol grubu olumlu etki göstermiştir. MA uygulaması katlamalı fideciklerde ise kontrole göre 20 dk 200 mT, 120 dk 200 mT ve 120 dk 400 mT'da klorofil b, toplam klorofil ve karotenoit miktarını arttırmıştır ($p<0,05$).

Tüm veriler doğrultusunda katlamasız tohumlarda kontrol grubunun, katlamalı tohumlarda ise 120 dk 200 mT'nin olumlu etki yaptığı sonucuna varılmıştır.

Elektromanyetik alanların, hangi bitki türlerinde, hangi dozda, hangi sürede yararlı olabileceğinin kesin olarak saptanması için daha detay ve ileri araştırmalara ihtiyaç olduğu ayrıca, doğal ormanlardaki farklı yetiştirme ortamlarında ve meşcerelerde varolan MA kaynaklarının etkileri irdelenme ihtiyacındadır.

KAYNAKLAR

- Agustrina, R., Tripeni T., Ernawati E. (2011). Anatomi kecambah tomat yang diberi perlakuan medan magnet 0,2 mT. In the Proceedings Of The 2012 Seminar Nasional Sains & Teknologi - Iv, pp: 632-646.
- Ahmet, E. (2003). Effects of magnetic fields on yield and growth in strawberry 'Camarosa'. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 78: 145-147
- Aladjadjiyan A., Ylieva T. (2003). Influence of stationary magnetic field on the early stages of the development of tobacco seeds (*Nicotiana Tabacum* L.). *Journal of Central European Agriculture (online)*, 4 (2): 132-138.
- Akoyonoglou, G. (1964). Effect of magnetic field on carboxydismutase. *Nature*, 4931: 452-454.
- Anonim, (1994). Woody Plant-Seed Manual, Prepared by The Forest Service, US Department of Agriculture, Miscellaneous Publication No:654, US.
- Anonim, (2012). Orman Varlığımız. TC. Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, 160s, Ankara.
- Anşin, R. ve Özkan, Z. C., (1997). Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta), Odunsu Taksonlar, Trabzon.
- Atak, C., Çelik, O., Olgun A., Alikamanoğlu, S., Rzakoulieva, A. (2007). Effect of Agnetic Field on Peroxidase Activities of Soybean Tissue Culture. *Biotechnol. & Biotechnol. EQ*. 21 (2): 166-171.
- Bahar M., Majd A., Abdi S. (2009). Effects of (ELF) Extremely Low Frequency (50 Hz) AC and DC magnetic fields on lentil germination and seedlings growth. *Iranian Physical Journal*, 3-2, 12-16.
- Barker, L., Kuehn, G., Weise, A., Schulz, A., Gebhart, C., Hirner, B., et al. (2000). SUT2, a putative sucrose sensor in sieve elements. *Plant Cell.*, 12:1153-1164.
- Baskin, C. C., Baskin, J. M., (2001). *Seeds*: Academic Press, Lexington, Kentucky.
- Baskin, C. C. and Baskin, J. M., (2014). *Seeds: Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination*. 2nd Edition, Academic Press, USA.

- Belyavskaya N. A., Fomicheva V. M., Govorun R. D., Danilov V. I. (1992). Structural-Functional Organization of the Meristem Cells of Pea, Lentil and Flax Roots in Conditions of Screening the Geomagnetic Field. *Biophysics*, 37 (4): 657- 666.
- Bewley, J. D. (1997). Seed germination and dormancy. *Plant Cell*, 9,1055±1066.
- Bewley, J. D., Black, M. (1994). Seeds: Physiology of Development and Germination, Plenum Press, Newyork, 445.
- Bhatnagar, D., Deb, A. R. (1978). Some aspects of pregermination exposure of wheat deeds to magnetic field II. effect onsome physiological processes. *Seed Research*, 6: 14–22.
- Bradbeer, J. W., (1988). Seed Dormancy and Germination, Botany King's College London, Blackie Press, Newyork, USA, 151p.
- Bradford, M. M. (1976). “Ropit and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding,” *Anal. Biochem.* 72: 248-254, doi:10.1016/0003-2697(76) 90527-3.
- Carbonell, M. V., Martinez, E. ve Amaya, J. M. (2000). Stimulation of germination in rice (*Oryza sativa* L.) by a static magnetic field. *Electro and Magnetobiology*, 19 (1) :121-128.
- Chen, L. Q., Qu, X. Q., Hou, B. H., Sosso, D., Osorio, S., Fernie, A.R., et al. (2012). Sucrose efflux mediated by sweet protein sasa key step for phloem transport. *Science* 335, 207– 211. doi:10. 1126/science.1213351.
- 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), pp. 8932-8937.
- Çakmak, T. (2006). Elektriksel Alan Uygulamasının Bazı Bitkilerde Soğuğa Dayanıklılık Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Erzurum, 59s.
- Çetinbaş, M. ve Koyuncu, F. (2005). Soğukta nemli katlama ve tohum kabuğunun kuş kirazı (*Prunus avium* L.) tohumlarında dormansinin kırılması üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(3), 417-423.
- Dardeniz, A., Tayyar, Ş. (2007). Elektromanyetik alanın *Cardinal* üzüm çeşidi kalemlerinin vejetatif gelişimi üzerindeki etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (1): 23-28.
- De Morais, G. A., Takaki, M. (1998). Determination of amylase activity in cotyledons of *Phaseolus vulgaris* L. ev. *Carioca*. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 1998, 41, 1725.

- Dekkers, B. J. W., Schuurmans, A. M. J., Smeekens, S. C. M. (2004). Glucose delays seed germination in *Arabidopsis thaliana*. *Planta* 218:579-588.
- Dekkers, B. J. W., Smeekens, S. (2007). Sugar and abscisic acid regulation of germination and transition to seedling growth. In: Bradford K, Nonogaki H (eds) *Seed development, dormancy and germination*. Blackwell Publishing, Oxford, UK.
- 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.
- Dunlop, D. W., Schmidt, B. L. (1965). Biomagnetics II. Anomalies found in the root of *Allium cepa* L. *Hort. Abst.* 36, 563.
- Eşitken, A. (2002). Serada yetiştirilen çilekte manyetik alan uygulamasının etkileri, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34 (1): 25-27.
- Farzpourmachiani S., Majd A., Arbabian S., Dorrani D., Hashemi M. (2013). Study of effects of electromagnetic fields on seeds germination, seedlings ontogeny, changes in protein content and catalase enzyme in *Valeriana officinalis* L. *Advances in Environmental Biology* 7(9), 2235-2240.
- Fincher, G. B. (1989). Molecular and cellular biology associated with endosperm mobilization in germinating cereal grains. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol* 40: 305-346.
- Finkelstein, R. R., Lynch, T. J. (2000). Abscisic acid inhibition of radicle emergence but not seedling growth is suppressed by sugars. *Plant Physiol* 122:1179-1186.
- Francisco Arenas-Huertero, A. A., Zhou, L., Sheen, J., Leon, P. (2000). Analysis of *Arabidopsis* glucose insensitive mutants, gin5 and gin6, reveals a central role of the plant hormone ABA in the regulation of plant vegetative development by sugar. *Genes Dev*, 14(16), 2085-2096.
- Garciaarrubio, A., Legaria, J. P., Covarrubias, A. A. (1997). Abscisic acid inhibits germination of mature *Arabidopsis* seeds by limiting the availability of energy and nutrients. *Planta* 203: 182-187.
- 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.
- Genç, M. (2007). Ormancılık Bilgisi Ders Notları, 3.1.Klasör, SDÜ Orman Fakültesi, Isparta.

- Gültekin, H. (2007). Akçaağaç (*Acer L.*) Türlerimiz ve Fidan Üretim Teknikleri. Çevre ve Orman Bakanlığı. Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü. Fidanlık ve Tohum İşleri Daire Başkanlığı. 24s., Ankara.
- Gibson, S. I. (2005). Control of plant development and gene expression by sugar signaling. *Curr. Opin. Plant Biol.* 8:93 – 102 .
- Guglielminetti, L., Busilacchi, H. A., Alpi A. (2000). Effect of anoxia on a-amylase induction in maize caryopsis. *J. Plant Res.*, 113:185-92.
- Günlü, T., Ayan, S. (2014). Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lam.) Holmboe) ve Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Tohum Özelliklerine Manyetik Alan Uygulamalarının Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kastamonu.
- Gholami A, Sharafi S. (2010). Effect of magnetic field on seed germination of two wheat cultivars. *World Academy of Science, Engineering and Technology* 62,279-282.
- Gökyiğit, N. (2012). Türkiye Damarlı Bitkiler Listesi. Birinci Basım. İstanbul.ANG Vakfı.
- Halhoul, MN. and Kleinberg, I. (1972). Differential determination of glucose and fructose yield substances with anthrone. *Anal. Biochem.* 50: 337-343.
- Hammond, J.P., White, P. J. (2008). Sucrose transport in the phloem. Integrating root responses to phosphorus starvation. *Journal Experimental Botany* 59:109-113.
- 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.
- Hartmann, H. T., Kester D. E., Davies, F. T. ve Geneve, R. L. (2002). Hartmann and Kester's Plant Propagation: Principles and Practices, Seventh Edition, Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey.
- 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.
- Hozayn, M., Azza, M. S., Abd E. M., A., Alharby, F. H. (2016). The Impact of Magnetized Water on the Anatomical Structure, Yield and Quality of Potato (*Solanum tuberosum* L.) Grown Under Newly Reclaimed Sandy Soil. *Research Journal of Pharmaceutical, biological and chemical sciences.* 7(3) 1059.
- Huber, S. C. (1986). Fructose 2,6 biphosphate as a regulatory metabolits in plants. *Annu. Rev. Plant. Physiol. Plant Mol Biol.* 37:233-246.

- Huber, S. C., Huber, J. L. (1996). Role and regulation of sucrose-phosphate synthase in higher plants. *Annu. Rev. Plant. Physiol. Plant Mol Biol.* 47:431-444.
- Jang, J. C., Sheen, J. (1997). Sugar sensing in higher plants. *Trends Plant Sci* 2:208-214.
- Juhona, B. O., Varner J. E. (1969). Enzymic degradation of starch granules in the cotyledons of germinating peas. *Plant Physiol.* 44: 886-892.
- Kaneko, M., Itoh H., Ueguchi-Tanaka M., Ashikari M., Matsuoka M. (2002). The α -amylase induction in Endosperm during Rice Seed Germination Is Caused by Gibberellin Synthesized in Ephemelium. *Plant Physiology.* 168: 1264-1270.
- Kato, R. (1988). Effects of magnetic field on the growth of primary roots of *Zea mays*. *Plant And Cell Physiology*, 29 (7): 1215-1219.
- Kavi, P.S. (1977). The effect of magnetic treatment of soybean seed on its moisture absorbing capacity. *Science Art Culture.* 43. 405–406.
- Kimberly, L., Falk, R. H. B., Chengbin Xiang, David J. O. (1998). Metabolic Bypass of the Tricarboxylic Acid Cycle during Lipid Mobilization in Germinating Oilseeds. *Plant Physiology*, 117, 473-481.
- Kocaçalışkan, I. (1989). Breaking of Dormancy in potato tubers by electrical current. *Journal of Plant Physiology*, 135 (3): 373-374.
- Kocaçalışkan, I. (1990). Effectiveness of electrical currents in breaking potato-tuber dormancy compared with other methods. *Journal of Horticultural Science*, 65(6): 683-687.
- Kolotelo, D., Steenis. E. V., Peterson, M., Bennett, R., Trotter, D., Dennis, L. (2001). *Seed Handling Guidebook*, B.C. Ministry of Forestry, 106.
- Kozłowski, T. T. (2002). Adaptive Responses of Woody Plants to Environmental Stresses, *The Botanical Review*, 68, 2, 270-334.
- Kruger, R. (1997). Carbohydrate synthesis and degradation. *In Plant Metabolism*, 2nd ed, DT Dennis, Turpin D.H., Lefebvre D.D., Layzell D.B., Longman, Singapore, pp:83-104.
- Kuzugüdenli, E., Kaya, C. (2012). Karaçamın (*Pinus nigra* Arnold.) çimlenmesi ve gelişimi üzerine magnetik alanın etkisi, *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5 (2), 31-34.
- Lebedev, S. I., Baranskil, P. I., Litrimenko, L. G., Shiyan, L. T. (1975). Physiobiochemical characteristics of plants after presowing treatment with a permanent magnetic field. *Soviet Plant Physiology.* 22. 84–89.

- Lebedev, I. S., Litvinenko, L. G. , Shiyan, L. T. (1977). After-effect of a permanent magnetic field on photochemical activity of chroloplasts. *Soviet Plant Physiology*, 24: 394–395.
- Maj, 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.
- Martinez, E., Carbonell, V. M., Florez, M. (2002). Magnetic biostimulation of initial growth stages of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Electromagnetic Biology and Medicine*, 21(1): 43-53.
- Mazza, C. A., Battista, D., Zima, A. M., Szwarcberg-Bracchitta, M., Giordano, C.V., Acevedo, A., et al. (1999). The effects of solar ultraviolet-B radiation on the growth and yield of barley are accompanied by increased DNA damage and antioxidant responses. *Plant Cell and Environment*. 22. 61–70.
- Mericle R. P., Mericle L. W., Smith A. E., Campbell W. F., Montgomery D. J. (1964). Plant growth responses, 183- 195 In: *Biological Effects of Magnetic Fields*. Plenum Press, Newyork.
- Minchin, P. E., Lacoite, A. (2005). New understanding of phloem physiolyg ans possible consequens for modelling long-distance carbon transport. *New Phytologist* 166:771-779.
- Muraji, M., Asai, T., Tatebe, W. (1998). Bioelectrochemistry and Bioenergtics, 44, 271-273.
- Nechitailo, G., Gordeev, A. (2001). Effect of artificial electric fields on plants grown under microgravity conditions. *Advances in Space Research*. 28/4. 629-631.
- Nielsen, T. H., Rung, J. H., Villadsen, D. (2004). Fructose 2,6-bisphosphate: Atraffic signai in plant metabolism. *Trends in Plant Science* 9:556-563.
- Nonogaki, H., Bassel, G. W., Bewley, J. D. (2010). Germination-Still a mystery, *Plant Science*, 179 (6), 574–581p.
- Odhiambo, J. O., Ndiritu, F. G., Wagara, I. N. (2009). Effects of static electromagnetic fields at 24 hours incubation on the germination of Rose Coco Beans (*Phaseolus vulgaris*). *Romanian J. Biophys.*19 (2): 135–147.
- Perata P., Guglielminetti, L., Alpi, A. (1997). Mobilization of endosperm reserves in cereal seeds under anoxia. *Ann. Bot-London*, 79: 9-56.
- Pietruszewski, S. (1993). Effect of magnetic seed treatment on yields of wheat. *Seed Science and Technology*, 21: 621-626.

- Pietruszewski S., Muszynski S., Dziwulska A., (2007). Electromagnetic Fields and Electromagnetic Radiation as Non-Invasive External Stimulants for Seeds (Selected Methods and Responses). *Int. Agrophysics*, 21: 95-100.
- Pintilie, M., Oprica, L., Surleac, M., Dragutivan, S., Creanga, D.E. (2006). Enzyme Activity in Plants Treated with magnetic solution. *Rom. Journ. Phys.*, Vol. 51, Nos. 1–2, P. 239-244.
- 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.
- Plaxton, W. C. (1996). The organisation and regulation of plant glycolysis. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* Pp:47:185-214.
- 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.
- Pourakbar L. (2013). Effect of Static Magnetic Field on Germination, Growth Characteristics and Activities of Some Enzymes in Chamomile Seeds (*Matricaria chamomilla* L.). *International Journal of Agronomy and Plant Production*. Vol., 4 (9), 2335-2340.
- 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.
- Ricard, B., Van Toai, T., Chourey, P., Saglio, P. (1998). Evidence for the critical role of sucrose synthase for anoxic tolerance of maize roots using a double mutant. *Plant Physiol.*, 116:1323-1331.
- Rita T. T., Knorpp, C. and Glimelius K. (2005). Modified sucrose, starch, and ATP levels in two alloplasmic male-sterile lines of *B. napus*. *Journal of Experimental Botany*, 56(414), 1245–1253.
- Price, J., Li, T. C., Kang, S. G., Na, J. K. and Jang, J. C. (2003). Mechanisms of glucose signaling during germination of *Arabidopsis*. *Plant Physiol.* 132: 1424 – 1438.
- Rochalska M, Orzeszko-Rywka A. (2005). Magnetic field treatment improves seed performance. *Seed Sci Technol* 33: 669-674.
- Rochalska, M., Grabowska, K. (2007). Influence of magnetic fields on the activity of enzymes: α and β - amylase and glutathione S-transferase (GST) in wheat plants. *Int. Agrophysics*, 21: 185-188.
- Rolland, F., Baena-Gonzalez, E., Sheen, J. (2006). Sugar sensing and signaling in plants: Conserved and novel mechanisms. *Annu Rev Plant Biol* 57: 675-709.

- Saatçioğlu, F. (1971). Orman Ağacı Tohumları, Tohumun Tedariki, Saklanması, Çimlenme Fizyolojisi, Kalite Kontrolü ile Önemli Ağaç ve Ağaççık Türlerinin Tohum Bakımından Özellikleri, İ.Ü.Yayın No: 1649, O.F.Yayın No: 173, 109.
- 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 azywa przyroda, PWN, Warszawa.
- Subbarao, K. V., Datta, R. and Sharma, R. (1988). Amylases synthesis in scutellum and aleurone layer of maize seeds. *Phytochemistry*, 49:657- 666.
- Schulz, A. (1994). Phloem transport and differential unloading in pea seedlings fluorecence microscopy. *Protoplasma*, 166:153-164.
- Schmidt, L. (2000). Dormancy and Pretreatment. Chap. 9. *Guide to Handling of Tropical and Subtropical Forest Seed*. Danida forest seed centre, Danimarka. 19.
- Stitt, M., Gibon, Y., Lunn, J. E., Piques, M. (2007). Multilevel genomics analysis of carbon signalling during low carbon availability: Coordinating the supply and utilisation of carbon in a fluctuating environment. *Funct Plant Biol* 34: 526-549.
- Tian, W. X., Kuang, Y. L., Mei, Z. P. (1989). Effect of magnetic water on seed germination, seedling growth and grain yield of rice. *Journal of Jilin Agricultural University*, 11(4): 11-16.
- Turfan, N., Yer, E. N., Ayan, S., Hasdemir, B., Hançerlioğulları, A. (2016). The Effect of Magnetic Field Application On Chemical Composition in *Fagus orientalis* Lipsky. Seed. *Biological Diversity and Conservation*, 9/2(S1), 753.
- URL-1..Akça ağaç Türlerimiz 15/01/2016 tarihinde
<http://www.mudender.org/akcaagac-acer-l-turlerimiz-42652> adresinden alınmıştır.
- URL-2..Fotosentez-Enerjinin Bağlanması 12/04/2015 tarihinde
<http://www.biyolojidersnotlari.com> adresinden alınmıştır.
- URL-3..Electro-Culture, 24/10/2013 tarihinde
<http://www.rexresearch.com/articles/elcultur.htm#ECref> adresinden alınmıştır.
- URL-4..Hemp Husbandry, 20/08/2013 tarihinde
<http://www.rexresearch.com/hhusb/hh5elc.htm> adresinden alınmıştır.
- URL-5 Tohum Teknolojisi ve Fidanlık Tekniği, 05/03/2015 tarihinde
<http://www.ktu.edu.tr/dosyalar/silvikultur-af368.pdf> adresinden alınmıştır.

- Uriyo, M. G. (2001). Changes in enzyme activities during germination of cowpeas (*Vigna unguiculata*, cv. California blackeye). *Food Chem.*, 73:7-10.
- Üçler, A. Ö., Turna, İ. (2005). Tohum ve Fidanlık Tekniği, K.T.Ü. Orman Fakültesi Ders Notları, Yayın No:78, Trabzon.
- Ürgenç, S. (1998). Ağaçlandırma Tekniği, İ.Ü. Rektörlüğü Yayın No:3994, Orman Fak. Yayın No:441, İstanbul.
- Vartapetian, B. B. and Jackson, M. B. (1997). Plant adaptations to anaerobic stress. *Ann. Bot-London*, 79:3-20.
- Vashist, 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.
- 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.
- Yahyaoglu, Z. ve Ölmez, Z. (2005). Tohum Teknolojisi ve Fidanlık Tekniği, Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi, Yayın No: 1, Artvin.
- Yinan, Y., Yuan, L., Yongqing, Y., Chunyang, L. (2005). Effect of seed pretreatment by magnetic field on the sensitivity of cucumber (*Cucumis sativus*) seedlings to ultraviolet-B-radiation. *Environmental and Experimental Botany*. 54. 286-294.
- Young, J. A ve Young, C. G. (1992). Seeds of Woody Plants in North America: Revised and Enlarged edition, OR: Dioscorides Press, Portland.
- Zeaaman, S. C., Smith, S. M., Smith, A. M. (2007). The diurnal metabolism of leaf starch. *Biochemical Journal* 401:13-28.
- Witham, F. H., Blaydes, D. R. and Devlin R. M. (1971). Experiments in Plant Physiology. Van Nostrand. Reinhold, New York. 1-11.
- Winter, H., Huber, S. C. (2000). Regulation of Sucrose Metabolism in Higher Plants: Localisation and Regulation of Activity of Key Enzymes. *Critical Review Plants Sciences* 19:31-67.
- Wooley, J. T. (1971). Reflectance and transmittance of light by leaves. *Plant Physiology*. 47. 656-662.

EKLER

EK-1 Katlama uygulanmamış *Acer pseudoplatanus* L. tohum özelliklerine ve çimlenme fizyolojisi üzerine MA uygulamalarının etkisi

MAS (mT)	Süre (dk)	ÇY %	Protein1 mg/g	Protein2 mg/g	α-amilaz EU/mg Protein1	α-amilaz EU/mg Protein2	kl a mg/g	kl b mg/g	toplam klorofil mg/g	Karotenoit mg/g	kabuksuz glukoz mg/g	kabuklu glukoz mg/g	kabuksuz fruktoz mg/g	kabuklu fruktoz mg/g	kabuksuz sukroz mg/g	kabuklu sukroz mg/g	kabuksuz nişasta mg/g	kabuklu nişasta mg/g
Kontrol		7,68	629,71±0,708*	104,86±0,554*	6,58±0,123	19,13±0,653	37,83±0,011*	67,13±0,020*	59,43±0,178*	27,55±0,007*	88,53±0,047	74,16±0,092	11,59±0,137*	0,72±0,010	8,99±0,041	27,06±0,357	28,15±0,015	23,58±0,029
200	20	7,02	579,52±0,894	89,11±0,639	8,92±0,536	21,34±0,443	17,13±0,008	11,19±0,821	9,92±0,724	7,12±0,308	80,93±0,916	55,23±0,077	3,51±0,121	0,56±0,403	15,36±0,206	37,19±0,003*	25,74±0,029	17,56±0,024
	60	15,36	601,17±0,923	91,33±0,369	8,55±0,123	20,11±0,469	16,85±0,180	16,74±0,463	14,82±0,409	9,13±0,163	74,34±0,047	78,37±0,064	8,08±0,202	0,23±0,042	16,19±0,014	27,87±0,028	23,64±0,015	24,92±0,020
	120	9,06	552,66±0,577	95,26±0,799	28,23±0,426	23,06±0,643	11,11±0,026	11,67±0,093	10,32±0,082	6,84±0,387	84,44±0,064	92,64±0,011	6,05±0,020	6,12±0,010*	24,67±0,041	34,87±0,281	26,85±0,020	29,46±0,034
400	20	5,76	555,66±0,478	92,19±0,687	10,39±0,492	23,68±0,262	16,32±0,150	16,25±0,165	14,38±0,146	9,25±0,043	82,31±0,916	77,51±0,093	3,57±0,340	4,66±0,097	37,94±0,047*	28,11±0,027	26,17±0,291	24,65±0,030
	60	16,8*	526,20±0,477	95,63±0,960	42,62±0,213*	24,05±0,748*	20,43±0,308	19,47±0,106	17,23±0,093	10,25±0,058	92,85±0,123	92,96±0,077*	8,85±0,020	4,24±0,194	8,04±0,068	29,81±0,082	29,53±0,039	29,56±0,025*
	120	13,92	536,47±0,967	100,06±0,748	9,29±0,807	23,19±0,751					94,41±0,077*	92,24±0,015	4,92±0,019	3,82±0,289	16,93±0,056	19,84±0,021	30,02±0,024*	29,33±0,390

EK-2 Katlama uygulanmış *Acer pseudoplatanus* L. tohum özelliklerine ve çimlenme fizyolojisi üzerine MA uygulamalarının etkisi

MAŞ (mT)	Süre (dk)	ÇY %	Protein1 mg/g	Protein2 mg/g	α-amilaz EU/mg Protein1	α-amilaz EU/mg Protein2	kl a mg/g	kl b mg/g	Toplam klorofil mg/g	Karotenoit mg/g	Glukoz mg/g	Fruktoz mg/g	Sukroz mg/g	Niştasta mg/g
Kontrol		9,06	63,65± 0,768	52,21± 0,213	18,27± 0,213	41,14± 0,426 *	15,49± 0,702	14,11± 0,366	12,49± 0,321	7,72± 0,110	82,22± 0,047	5,26± 0,020	24,05± 0,021	26,15± 0,015
200	20	12,96	63,41± 0,555	66,73± 0,939	16,91± 0,325	18,64± 0,000	17,33± 0,171	16,25± 0,500	14,38± 0,986	9,14± 0,870	84,18± 0,047	5,69± 0,512	34,03± 0,21	26,77± 0,015
	60	12,48	64,76± 0,426	85,18± 0,123 *	20,48± 0,215 *	16,91± 0,738	18,47± 0,063	12,72± 0,805	11,28± 0,647	7,57± 0,662	80,97± 0,093	8,23± 0,625 *	33,15± 0,000	25,75± 0,030
	120	19,68 *	67,34± 0,184	74,85± 0,586	15,81± 0,861	20,11± 0,369	2,67± 0,030	27,89± 0,013 *	24,61± 0,012 *	14,25± 0,002 *	80,08± 0,031	6,02± 0,010	26,88± 0,332	25,47± 0,010
400	20	13,44	56,40± 0,536	51,23± 0,123	16,67± 0,536	14,33± 0,325	12,51± 0,671	13,34± 0,186	11,80± 0,648	7,65± 0,035	91,14± 0,061 *	3,79± 0,034	27,96± 0,041	28,98± 0,019 *
	60	12,48	60,46± 0,922	55,04± 0,852	19,87± 0,651	15,44± 0,492	17,14± 0,884	11,04± 0,535	9,79± 0,472	6,95± 0,214	87,74± 0,467	4,28± 0,006	28,89± 0,021	27,90± 0,015
	120	11,04	76,94± 0,680 *	57,26± 0,853	16,18± 0,536	17,04± 0,863	22,18± 0,290 *	18,22± 0,748	16,13± 0,660	9,73± 0,264	83,81± 0,077	7,09± 0,340	34,71± 0,206 *	26,65± 0,024

EK-3 Çalışma aşamasının fotoğrafları



Fotoğraf 3.1. Kabuklu ve kabuksuz tohumların görüntüleri



Fotoğraf 3.2. Tohumlara manyetik alan uygulamasının yapılması

EK-3'ün devamı

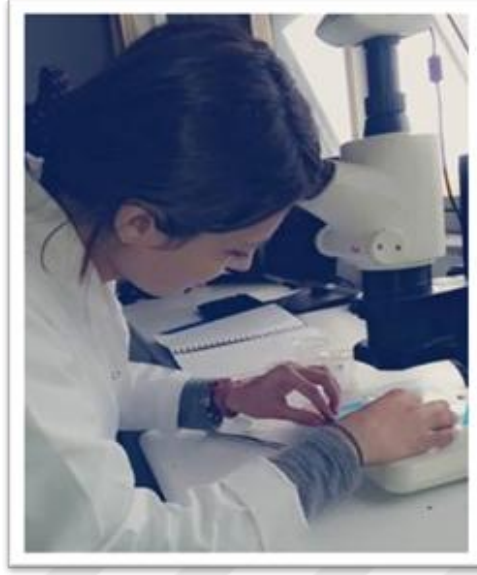


Fotoğraf 3.3. Tohumlara katlama işleminin yapılması



Fotoğraf 3.4. Petri kaplarının ve viyollerin iklim dolabına yerleştirilmesi

EK-3'ün devamı



Fotoğraf 3.5. Tohumların mikroskopla görüntülerinin alınması



Fotoğraf 3.6. TTC uygulaması yapılan tohumların mikroskoftaki görüntülerinin kaydedilmesi



Fotoğraf 3. 7. Petri kaplarındaki tohumların sulanması

EK-3'ün devamı



Fotoğraf 3.8. Tohum örneklerinin absorbans değerlerini okutmak için yapılan ön işlemler



Fotoğraf 3.9. α -amilaz aktivitesini belirlemek için tohumlara santrifüj yapılması



Fotoğraf 3.10. Tohumların çimlenme safhaları

EK-3'ün devamı



Fotoğraf 3.11. Viyollerde çimlenen katlamalı tohumların sayılması (34.gün)



Fotoğraf 3.12. Viyollerde çimlenen katlamasız tohumların sayılması (34.gün)

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Burcu HASDEMİR
Doğum Yeri ve Yılı : Muğla 26.03.1991
Medeni Hali : Bekâr
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : burcuhsdmr@hotmail.com



Eğitim Durumu

Lise : Muğla Turgut Reis Lisesi (2005-2009)
Lisans : Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği
(2009-2013)
Yüksek Lisans : Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman
Mühendisliği Anabilim Dalı (2013-2016)

Yayımları

Turfan, N., Yer, E. N., Ayan, S., Hasdemir B., Hançerlioğulları, A. (2016). The Effect of Magnetic Field Application On Chemical Composition in *Fagus orientalis* Lipsky. Seed. *Biological Diversity and Conservation*, 9/2(S1), 753.