

**MANYETİK ALANIN ETKİSİNİN FISTIKÇAMI (*Pinus pinea* L.) TOHUMLARININ
ÇİMLENMESİ VE FİDAN GELİŞİMİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ**

Burcu BALABAN

**Bartın Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**BARTIN
KASIM 2013**

KABUL:

Burcu BALABAN tarafından hazırlanan "MANYETİK ALANIN ETKİSİNİN FISTIĞÇAMI (*Pinus pinea L.*) TOHUMLARININ ÇİMLENMESİ VE FİDAN GELİŞİMİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ" başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle (veya oy çokluğuyla) kabul edilmiştir. 22/11/2013

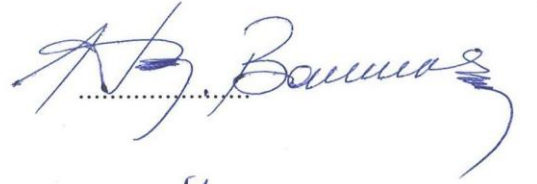
Başkan: Prof. Dr. Erol KIRDAR

(BÜ)



Üye : Doç. Dr. H.Barış ÖZEL

(BÜ)



Üye : Yrd. Doç.Dr. Cengiz YÜCEDAĞ

(BÜ)



ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım./...../2013



Doç.Dr. Selma ÇELİKAY
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MANYETİK ALANIN ETKİSİNİN FISTIKÇAMI (*Pinus pinea* L.) TOHUMLARININ ÇİMLENMESİ VE FİDAN GELİŞİMİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Burcu BALABAN

Bartın Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Erol KIRDAR

Kasım 2013, 69 sayfa

Ağaçlandırma çalışmalarının biyolojik ve ekonomik yönden başarılı olması birçok koşula bağlıdır. Bu koşullardan en önemlileri hiç şüphesiz ki tohumun orijini ve tohumun kalitesi yanında fidan yetiştirme teknikleri, iklim koşulları, ağaçlandırma sahasının durumu, uygun dikim tekniğinin kullanımı, dikim zamanı, toprak özellikleri gibi özellikleridir. Bu araştırmada ağaçlandırmalarda başarı oranı yüksek çok daha güçlü fidan elde edebilmek amacıyla manyetik alan etkisinin fıstıkçami tohumlarının çimlenmesi ve fidan gelişimi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla; 15, 30 ve 45 dakika süreyle fıstıkçami tohumları yaklaşık 9,42 mT şiddetinde manyetik alana maruz bırakılmışlardır. Kontrol grubu ile uygulanan 3 farklı manyetik alan işlemine maruz bırakılan tohumlar Bartın Üniversitesi Serasında Nisan ayında ekilmiş, tohumlardan gelişen fidanlar vejetasyon dönemi sonunda yastıklardan sökülmüşlerdir. Sökülen fidanlarda fidan boyu (FB), kök boğazı çapı (KBC), gürbüzlük değeri (FB / KBC), katlılık değeri (GKA / KKA), fidan taze ve kuru ağırlıkları, % kök değeri, kök uzunluğu, fidan su yüzdesi tespit edilmiş, elde edilen veriler ışığında

ÖZET (devam ediyor)

Araştırma sonucunda manyetik alan uygulamasının tür tohumlarının çimlenmesi ve fidan gelişiminde etkili olduğu bulunmuştur. Kontrol işlemine kıyasla öncelikle 45 dakika süreyle manyetik alana maruz bırakma işlemi başta olmak üzere manyetik alana maruz bırakma işlemleri tohumların çimlenmesi, fidan boyu, kök boğazı çapı, fidan taze ve kuru ağırlıkları, gürbüzlük değeri, kök uzunluğu üzerinde en iyi etkiyi yapmışlardır.

Anahtar Sözcükler: Fıstıkçamı; manyetik alan; büyüme; morfolojik özellikler; tohum.

Bilim Kodu: 502.01.02

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

THE EFFECT OF MAGNETIC FIELD ON THE SEED GERMINATION AND SEEDLING GROWTH IN STONE PINE (*Pinus pinea* L.)

Burcu BALABAN

Bartın University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Forest Engineering

Thesis Advisor: Prof. Dr. Erol KIRDAR

November 2013, 69 pages

The success of afforestation studies is economically and biologically related to a lot of conditions. Most important of these conditions, in besides seed source and seed quality, are the seedling breeding techniques, climate conditions, afforestation area, planting time and planting technique and soil conditions. In this study, the effect of Magnetic Field on germination and seedling growth in *Pinus pinea* was investigated in order to get stronger and more successful seedlings in plantation area and then the seeds were exposed to magnetic field with 9,4 mT for 15, 30 and 45 min. The seeds from control group and the other seeds exposed to magnetic field for 15, 30 and 45 minutes were sowed on seed bed, in April, in the Greenhouse of Bartın University. At the end of the growing season, all seedlings were uprooted from seed bed. Seedling height (SH), collar diameter (CD), stem fresh (StFW) and dry weight (StDW), root fresh (RFW) and dry weight (RDW) were measured in the laboratory of Sylviculture, after the all seedlings' roots were cleaned slightly from soil. In addition, sturdiness value, shoot-root ratio and seedling water percent were calculated by using their's formulas. According to data, if the treatments were effective on germination

ABSTRACT (continued)

and seedling growth was tested statistically by ANOVA at Statgraphics Packed Programme and then, Duncan Test was also performed at 5% probability level to compare the means of the tested parameters.

Finally, it was found that the application of magnetic field was effective on germination and seedling growth. The application of magnetic field for 45 minutes had firstly the best effects on seed germination, seedling height, collar diameter, seedling fresh and dry weight, sturdiness value, root length and also secondly the application of magnetic field for 30 minutes.

Key Words: Stone pine; magnetic field; growing; morphological properties; seed.

Science Code: 502.01.02

TEŞEKKÜR

“Manyetik Alan Etkisinin Fıstıkçamı Tohumlarının Çimlenmesi Ve Fidan Gelişimi Üzerindeki Etkisi” isimli bu çalışmanın hazırlanma süresince deneyimlerini, desteğini ve ilgisini hiçbir zaman esirgemeyen Saygıdeğer Hocam ve Tez Danışmanım Sayın Prof. Dr. Erol KIRDAR’a yürekten teşekkürlerimi sunarım. Çalışmamın istatistiki aşamasında değerli bilgilerine başvurduğum Sayın Doç. Dr. Gökhan GÜNDÜZ’e teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışması boyunca özellikle büro aşamasında desteğini hiç eksik etmeyen sevgili arkadaşım Birol GÜNAY’a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca olduğu gibi bu çalışmam süresince de benden maddi–manevi desteğini hiç bir zaman esirgemeyen sevgili anneme ve sevgili babama sonsuz teşekkürler.

Burcu BALABAN

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
TABLolar DİZİNİ	xii
EKLER DİZİNİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiv
BÖLÜM 1 GİRİŞ	1
1.1 Fıstıkçanı Hakkında Genel Bilgiler	3
1.1.1 Fıstıkçanın Biyolojisi.....	3
1.1.2 Yetiştirme Ortamı İstekleri.....	4
1.1.3 Fıstıkçanı'nın Yayılış Alanları	5
1.1.3.1 Dünyada Fıstıkçanı Yayılış Alanları.....	5
1.1.3.2 Türkiye'deki Fıstıkçanı'nın Doğal Yayılış Alanları	5
1.1.4 Fıstıkçanı'ndan Yararlanma Olanakları.....	5
BÖLÜM 2 LİTERATÜR	7
BÖLÜM 3 MATERYAL ve YÖNTEM	18

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
3. 1 Materyal.....	18
3.1.1 Araştırmada kullanılan tohumların hazırlanması.....	18
3.1.2 Manyetik alanın genel özellikleri	18
3.1.3 Üretim serasının genel özellikleri	19
3. 2 Yöntem	19
3.2.1 Manyetik Alanın Oluşturulması ve Tohumların Manyetik Alana Maruz Bırakılması	19
3.2.2 Serada Ekim Safhasında Yapılan İşlemler.....	20
3.2.3 Fidanların Sökülmesi ve Laboratuvar Çalışmaları	21
BÖLÜM 4 BULGULAR VE TARTIŞMA	24
4.1 Uygulanan İşlemlerin Çimlenme Özellikleri Üzerinde Etkisi.....	24
4.2 Uygulanan İşlemlerin Fidanların Gelişimleri Üzerindeki Etkileri	30
4.2.1 Fidan Boyu Gelişimleri İle İlgili Elde Edilen Bulgular	30
4.2.1.1 TSE Fidan Boyu Kalite Sınıfları	32
4.2.2 Kök Boğaz Çapı Gelişimleri İle İlgili Elde Edilen Bulgular	32
4.2.2.1 TSE Kök Boğaz Çapı Kalite Sınıfları	34
4.2.3 Gürbüzlük İndisi Değerleri İle İlgili Elde Edilen Bulgular	35
4.2.4 Gövde Taze Ağırlığı Değerleri İle İlgili Elde Edilen Bulgular	36
4.2.5 Kök Taze Ağırlığı Değerleri İle İlgili Elde Edilen Bulgular	37
4.2.6 Fidan Taze Ağırlığı Değerleri İle İlgili Elde Edilen Bulgular	40
4.2.7 Gövde Kuru Ağırlığı Değerleri İle İlgili Elde Edilen Bulgular	41
4.2.8 Kök Kuru Ağırlığı Değerleri İle İlgili Elde Edilen Bulgular	43
4.2.9 Fidan Kuru Ağırlığı Değerleri İle İlgili Elde Edilen Bulgular.....	45
4.2.10 Katlılık Oranı Değerleri İle İlgili Elde Edilen Bulgular	47
4.2.11 Fidan Su Yüzdesi Değerlerine Göre Elde Edilen Bulgular	49
4.2.12 Kök Uzunluğu Değerlerine Göre Elde Edilen Bulgular	50
4.2.13 % Kök Değerlerine Göre Elde Edilen Bulgular	51

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
BÖLÜM 5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	55
KAYNAKLAR.....	58
EKLER	65
ÖZGEÇMİŞ	69

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Manyetik alan düzeneği	18
3.2 Ekime hazır hale getirilmiş ekim yastıklarının durumları.....	20
4.1 2 Mayıs tarihli ilk çimlenmeler.....	25
4.2 Ekim tarihinden 1 ay sonra farklı gruplardaki tohumların çimlenme yüzdeleri.	25
4.3 Tohumların çimlenme enerjisi.	26
4.4 30 dakika manyetik alana maruz bırakılan gruptaki tohumların 8 Mayıs tarihli çimlenme durumu.....	27
4.5 Fidanların 16 Mayıs 2012 tarihindeki durumu.....	28
4.6 Fidanların 24 Ekim 2012 tarihindeki durumu	29
4.7 Manyetik alan uygulamasının fidan boyu üzerine etkisi.....	31
4.8 Manyetik alan uygulamasının kök boğaz çapı üzerine etkisi.....	33
4.9 Manyetik alan uygulamasının gürbüzlük indisi üzerine etkisi	35
4.10 Manyetik alan uygulamasının gövde taze ağırlığı üzerine etkisi.	37
4.11 Manyetik alan uygulamasının kök taze ağırlığı üzerine etkisi.....	39
4.12 Manyetik alan uygulamasının fidan taze ağırlığı üzerine etkisi.....	41
4.13 Manyetik alan uygulamasının gövde kuru ağırlığı üzerine etkisi.	43
4.14 Manyetik alan uygulamasının kök kuru ağırlığı üzerine etkisi	44
4.15 Manyetik alan uygulamasının fidan kuru ağırlığı üzerine etkisi.....	46
4.16 Manyetik alan uygulamasının katlılık oranı üzerine etkisi	48
4.17 Manyetik alan uygulamasının fidan su yüzdesi üzerine etkisi.....	49
4.18 Manyetik alan uygulamasının kök uzunluğu üzerine etkisi	51
4.19 Manyetik alan uygulamasının % kök üzerine etkisi.....	52
4.20 Kontrol grubunun kök gelişimi	52
4.21 Manyetik alana 15 dakika maruz bırakılan grubun kök gelişimi.	53
4.22 Manyetik alana 30 dakika maruz bırakılan grubun kök gelişimi	53
4.23 Manyetik alana 45 dakika maruz bırakılan grubun kök gelişimi	54

TABLULAR DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
4.1 Mayıs ayında çimlenen tohumların sayısı.....	24
4.2 Mayıs - Haziran ayında çimlenen tohumların sayısı.....	24
4.3 Fidan boyu değerlerine göre elde edilen varyans analizi	30
4.4 Fidan boyu değerlerine göre elde edilen Duncan Testi.....	30
4.5 Fidan boyu karakterine göre fidanların TSE kalite sınıfları	32
4.6 Kök boğaz çapı değerlerine göre elde edilen varyans analizi	32
4.7 Kök boğaz çapı değerlerine göre elde edilen Duncan Testi.....	33
4.8 Kök boğaz çapı karakterine göre fidanların TSE kalite sınıfları.....	34
4.9 Gövde taze ağırlığına göre elde edilen varyans analizi.....	36
4.10 Gövde taze ağırlığı değerlerine göre elde edilen Duncan Testi	36
4.11 Kök taze ağırlığı değerlerine göre elde edilen varyans analizi	38
4.12 Kök taze ağırlığı değerlerine göre elde edilen Duncan Testi	38
4.13 Fidan taze ağırlığı değerlerine göre elde edilen varyans analizi	40
4.14 Fidan taze ağırlığı değerlerine göre elde edilen Duncan Testi.....	40
4.15 Gövde kuru ağırlığı değerlerine göre elde edilen varyans analizi.....	42
4.16 Gövde kuru ağırlığı değerlerine göre elde edilen Duncan Testi	42
4.17 Kök kuru ağırlığı değerlerine göre elde edilen varyans analizi	43
4.18 Kök kuru ağırlığı değerlerine göre elde edilen Duncan Testi	44
4.19 Fidan kuru ağırlığı değerlerine göre elde edilen varyans analizi	45
4.20 Fidan kuru ağırlığı değerlerine göre elde edilen Duncan Testi	46
4.21 Kök uzunluğu değerlerine göre elde edilen varyans analizi	50
4.22 Kök uzunluğu değerlerine göre elde edilen Duncan Testi	50

EKLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
EK-1. Kontrol grubundaki fidanlara ait veriler	65
EK-2. 15dk manyetik alana maruz bırakılan fidanlara ait veriler	66
EK-3. 30dk manyetik alana maruz bırakılan fidanlara ait veriler	67
EK-4. 45dk manyetik alana maruz bırakılan fidanlara ait veriler	68

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°C:	Santigrad derece
cm:	Santimetre
mm:	Milimetre
gr:	Gram
mT:	Militesla
T:	Tesla
m ³ :	Metreküp

KISALTMALAR

KU:	Kök Uzunluğu
Gİ:	Gürbüzlük İndisi
KO:	Katlılık Oranı
FB:	Fidan Boyu
KBÇ:	Kök Boğaz Çapı
GTA:	Gövde Taze Ağırlığı
KTA:	Kök Taze Ağırlığı
FTA:	Fidan Taze Ağırlığı
GKA:	Gövde Kuru Ağırlığı
KKA:	Kök Kuru Ağırlığı
FKA:	Fidan Kuru Ağırlığı
FSY:	Fidan Su Yüzdesi

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Ülkemizin orman varlığı 21,7 milyon hektardır ve bu toplam ülke yüzölçümünün %27,6'sını oluşturmaktadır. Toplam ağaç serveti 1,49 milyar m³ olan ve biyolojik çeşitlilik bakımından oldukça zengin olan ülke orman kaynaklarımızın yarısını bozuk ve verimsiz nitelikli iğne ve geniş yapraklı ormanlar oluşturur. Mevcut ormanlarımızdan birim alanda elde edilen ortalama servet (yıllık cari hacim artımı, yıllık eta vb) ise oldukça düşüktür (Anon. 2012).

Bu olumsuz durumları ortadan kaldırmak ve bozuk nitelikli ormanların rehabilitesini sağlamak amacıyla bir taraftan ağaçlandırma çalışmaları devam ederken diğer yandan da mevcut nitelikli ormanların imar-ihya çalışmaları devam ettirilmektedir. Öyle ki ülke topografik ve ekolojik koşulları da dikkate alındığında uygun alanlar üzerinde gerçekleşecek çok amaçlı ağaçlandırma çalışmaları ile ormanların arttırılmasına şiddetle ihtiyaç duyulmaktadır (Anon. 2004).

Ağaçlandırma çalışmalarının biyolojik ve ekonomik yönden başarılı olması ise birçok koşula bağlıdır. Bu koşullardan en önemlileri hiç şüphesiz ki tohumun orijini ve tohumun kaliteli, üstün yetenekli olmasıdır. Ayrıca; yetişme ortamı şartları, arazi hazırlığı, uygun dikim tekniğinin kullanımı, dikim zamanı, tohumların toplanması, toprak özellikleri gibi saha içi özellikler de önem taşımaktadır (Ürgeç 1998). Tüm bunlara ek olarak; ağaçlandırmada kullanılan fidanların dikim sonrasındaki başarı düzeyleri de üzerinde durulması gereken önemli bir konudur. Fidanlık çalışanları çıplak köklü fidanların morfolojik karakteristikleri ve fizyolojik gücünü kontrol altında tutabilmek ve fidanların uygun bir şekilde güçlendirilmesi için sulama, gübreleme, repikaj, kök kesimi, tohum ekim sıklığı gibi kültür metodları kullanılmaktadırlar. Bu işlemler; Fidan Boyu, Kök Boğaz Çapı, Gövde/Kök Oranı ve fidanın fizyolojik gücü üzerinde önemli rol oynamaktadır. Bu sebeple fidanlıkta yapılan bu teknik çalışmalar uygun ve doğru olarak yapılırsa ağaçlandırmadaki başarı olumlu yönde, yanlış yapılırsa olumsuz yönde etkilenmektedir (Tolay 1986).

Ağaçlandırma işlemlerinde kullanılan türlerin seçiminde bir başka en önemli husus ağaçlandırılacak bölgenin sosyo-ekonomik durumudur. Özellikle orman-halk ilişkileri, orman köylerine katkı sağlanması ve orman kaynaklarında katılımcılık ve sürdürülebilirlik ilkelerinin devamlılığı açısından katkıda bulunacak türlerimizden biri de asli orman ağaç türlerimizden olan Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.) dir. Türkiye ormanlarının 33742 hektarını saf ve karışık halde meşcere oluşturan doğal fıstıkçamı ormanlarıdır. Ağaçlandırma çalışmaları ile tesis edilen toplam fıstıkçamı alanı 591497 hektardır. Bu alanın 884 hektarı kumul ağaçlandırmalarına ait bulunmaktadır (Anon. 2006). Fıstıkçamı yetiştirildiği yörelerde kırsal kalkınmaya önemli ölçülerde katkıda bulunması ve orman halk ilişkilerini iyileştirmesi açısından, gerek Orman Bakanlığı kuruluşları gerekse özel teşebbüs tarafından yapılan ağaçlandırmalarda oldukça önem verilen bir türdür. Fıstıkçamı özellikle ekonomik değeri yüksek olan ve ihracat ağırlıklı değerlendirilen tohumları nedeniyle, uygun yetişme ortamı bulunan Ege, Marmara ve Akdeniz bölgelerinin bazı yörelerinin ağaçlandırmalarında tercih edilmektedir. Özellikle Batı Anadolu fıstıkçamının yayılışı ve özel işletmeciliği açısından da çok uygun bir konumdadır. Orman Genel Müdürlüğü kayıtlarına göre Türkiye’de ortalama 6000-8000 ton/yıl kabuklu fıstık, 1200-1600 ton/ yıl iç fıstık üretilmektedir (Anon. 2006)

Çamfıstığının dünya pazarındaki konumuna bakıldığında ise, yıllık global sürüm miktarının yaklaşık olarak 20-25.000 ton civarında olduğu görülmektedir. Bu pazarda, 10.000 tonluk üretim ile Çin Halk Cumhuriyeti ilk sırada yer almaktadır. Bunu sırasıyla Pakistan-Afganistan 5.000 ton, İspanya 3.000 ton, Türkiye 1.200 ton, Portekiz 800 ton ve İtalya 400 ton ile takip etmektedir (Bilgin 1999). Yine Bilgin tarafından belirtildiğine göre; Akdeniz ülkelerinin çok az miktarda pazara sürüm yaptığı Türk orijinli olarak tanınan fıstıkçamlarından Türkiye, İspanya, İtalya orijinli ürünler Pakistan, Afganistan ve Çin orijinlilerine kıyasla fiyat ve kalite bakımından daha değerlidir. Akdeniz orijinli fıstıkçamı üretici ülkelerinin en başında İspanya, Portekiz, İtalya ve Türkiye gelmektedir. Kuzey Afrika ülkeleri ise artan oranlarda bu üretimin içinde yer almaya başlamışlar ve bu ülkelerin başında da özellikle Tunus, Cezayir ve Fas yer almaktadır (Bilgin 2001).

1.1 FISTIKÇAMI HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Fıstıkçamı ülkemizin önemli doğal türlerinden birisidir. Bu önem türün gıda olarak yararlanılan tohumu başta olmak üzere, ülkemize sağladığı ekonomik faydalar ve oluşturduğu ormanların insanlara sunduğu kolektif-kültürel ve sosyopolitik yararlarından da ileri gelmektedir. Bu denli önemli bir tür olmasından dolayı, Fıstıkçamı bugüne kadar birçok araştırmacı ve bilim adamına konu olmuştur.

1.1.1 Fıstıkçamının Biyolojisi

Fıstıkçamı 15-25 m boylarında olup tepe yapısı gençken yuvarlak yaşlanınca şemsiye şeklindedir. Bu tepe yapısı nedeniyle diğer çam türlerinden kolayca ayırt edilebilmektedir (Doğu 1993). Gövdesi düzgün yapıdadır ve derin çatlaklı gri kırmızımsı renkte kalın kab bir kabuğa sahiptir. Reçinesiz tomurcuklar 7-20 mm büyüklüğünde yumurta şeklinde ve sivridir. Tomurcuk pullarının uçları geriye doğru kıvrılmıştır. Genç sürgünler önceleri koyu yeşil sonraları sarımtırak kahverengidir (Kayacık 1980; Anşin ve Özkan 1993; Yaltırık 1993).

Tür, bir cinsli, bir evciklidir. Tohum diğer çam türlerine kıyasla farklı olup, 1,5-2 cm büyüklükte, iri, kanat çok ince kalmış, yani körelmiştir (Anşin ve Özkan 1993; Yaltırık 1993).

İğne yapraklar 10-20 cm uzunluğunda parlak, batıcı sivri uçlu ve kenarları dişli olup, açık yeşil renktedir. İğne yapraklarının dip kısımlarını örten kın oldukça uzun, 10-12 mm, açık sarı esmer renktedir. Yaprakların her iki yüzünde stoma çizgisi vardır ve 2-4 yıl ağaç üzerinde kalabilir. Erkek çiçekler uzun ve silindir şeklindedir. Terminal durumlu dişi çiçekler teker teker, bazen de 2-3 adedi bir arada bulunmaktadır (Bilgin 2008).

Fıstıkçamları 13-15 yaşına geldiklerinde kozalak tutmaya başlarlar, ancak ekonomik anlamda değerlendirilen kozalaklar ağaç 20-25 yaşlarındayken oluşan kozalaklardır. Kozalak verimi 60-100 yaşlarında maksimuma ulaşır. Fıstıkçamı kozalakları 8-12 cm uzunluğunda 5-11 cm genişliğinde, çok kısa saplı olan sürgüne oturmuş gibidir. Kozalaklar olgunlaşmasını üç yılda tamamlamaktadır. Kozalaklar ilk vejetasyon mevsimi sonunda ceviz büyüklüğünde yeşil renkli, olgunlaşma sürecinin sonunda parlak kırmızımtırak bir renk almaktadır. Kozalaklar olgunlaştıkları yıl veya bir sonraki yıl açılmaktadır. Oval ve simetrik bir biçimde olan

kozalağın pulları parlak kahverengindedir (Bilgin 2008). Kozalak ağırlığı 100-400 gr arasında değişmektedir.

Fıstıkçamının kök sistemi, toprak özellikleri uygunsa, derine inen kazık kök oluşturur. Bu nedenle, hem köklerinin derine inmesi hem de geniş bir tepe yapısı olduğundan deniz rüzgârlarına karşı dayanıklıdır. 8 yaşındaki fıstıkçamının 460 cm kök yaptığı ölçülmüştür (Anşin ve Özkan 1993; Yaltırık 1993; Kılıcı vd. 2000).

Diri odunu oldukça geniş, sarımtırak-beyaz renkli ve öz odunu kırmızı kahverengidir. Sert odunlu çamlar (*diploxylon*) grubuna girmektedir. Bu türün tohumları gayet ince, parmaklar arasında kırılabilen bir kültüvarı (*Pinus pinea* cv. 'Fragilis' Du Hamel) da bulunmaktadır (Anşin ve Özkan 1993; Yaltırık 1993; URL-2, 2012).

1.1.2 Yetiştirme Ortamı İstekleri

Fıstıkçanı, Akdeniz ikliminin görüldüğü bölgelerde doğal olarak yetiştirilmektedir. Çünkü Akdeniz ikliminin görüldüğü yerlerde lokal olarak daha fazla yağış olmakta, yıllık ortalama sıcaklıkları 11,4-18,7 °C değerleri arasında değişmekte, yıllık ortalama yağış 635,7 mm (Çanakkale)-1288,1 mm (Manavgat) arasında olmakta ve bağıl nem %58 (Katrancı, Helvacı)-%80,8 (Bartın) arasında bulunmakta bu şartlar da Fıstıkçanı gelişimi için son derece uygun şartlar olmaktadır (Kılıcı vd. 2006).

Buna karşın Güneydoğu Anadolu'da yapılan bir araştırmanın 7 yıllık sonuçlarına göre; fıstıkçanı yıllık yağış miktarı 400mm'den az olan yarı kurak bölgeler için de önerilmiştir (Gezer ve Aslan 1980; Aslan 1991). Akgül ve Yılmaz (1989) ise fıstıkçanı kullanılacağı ağaçlandırma sahalarında ağaçların normal ve istenilen şekilde gelişebilmesi için en az 700 mm yıllık ortalama yağışın olması gerektiğini ve buna ek olarak, türün derin topraklarda daha iyi geliştiğini, sıkı ve sığ topraklarda istenilen verimi veremediğini belirtmişlerdir.

Toprak koşulları bakımından fıstıkçanı, gevşek, serin kumlu toprakları sevmekte; fazla killi, alt tabakası ıslak veya zaman zaman su altında kalan topraklardan sakınmaktadır (Fırat 1943).

1.1.3 Fıstıkçamının Yayılış Alanları

1.1.3.1 Dünya’da Fıstıkçanı Yayılış Alanları

Fıstıkçanı dünya üzerinde 620.000 ha alana sahiptir. Bu doğal yayılışın %75’i İspanya’da, 9’u Türkiye’de, %5’i İtalya’da bulunmakta ve geriye kalanı Yunanistan, Lübnan, Fransa, Yugoslavya, Arnavutluk ve diğer Kuzey Afrika ülkelerinden (Mısır hariç) Suriye’ye kadar uzanmaktadır (Fırat 1943; URL-2, 2012).

1.1.3.2 Türkiye’deki Fıstıkçamının Doğal Yayılış Alanları

Fıstıkçanı ülkemizde yaygın olarak Ege, Akdeniz ve kısmen Güneydoğu Anadolu Bölgelerimizde doğal olarak bulunur ve 46.490 hektarlık bir alanı kaplar. Bunun 33.990 ha’sının kapalılığı 0,4 ve altında olduğu için verimden düşmüş saf meşcere olarak kabul edilmektedir. Ülkemizde genel olarak deniz seviyesinden 860 metreye kadar çıktığı ve deniz kıyısından 40-70 km kadar içerilere sokulduğu bildirilmektedir (Fırat 1943; URL-2, 2012).

Ülkemizde Bergama-Kozak Yaylası’nda ve Aydın-Mazon bölgesinde büyük meşcereler kuran fıstıkçanı, Karadeniz Bölgesinde Trabzon-Kalenema Vadisi’nde, Bartın-Çakraz’da ve Artvin-Çoruh Vadisi’nde de bulunur. Marmara Bölgesi’ndeki yayılışı ise, Marmara, Gemlik, Kumla, Armutlu ve Çanakkale yörelerindedir.

Fıstıkçanı ağırlıklı olarak kızılçam ile karışım yapmakla birlikte, Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe), Halepçanı (*Pinus halepensis*) ve bazı geniş yapraklı türlerden özellikle meşe türleri (*Quercus* spp.) ile karışım yapabilmektedir (Anon. 2006).

1.1.4 Fıstıkçamından Yararlanma Olanakları

Fıstıkçamının kullanılan kısımları tohumu, odunu, kabuğu, kozalağı ve reçinesidir. Halk arasında çamfıstığı olarak adlandırılan tohumu besin maddesi bakımından zengin olup, ağırlıklı olarak gıda sanayisinde kullanılmaktadır. Fıstıkçamının odunu diğer bazı çam türleri gibi teknolojik özellikleri bakımından fazla değerli değildir.

Fıstıkçamı aynı zamanda güzel bir park ağacıdır. Kumul alanlarının stabilizasyonunda, rüzgâr perdesi tesislerinde ve toprak koruma amaçlı ağaçlandırmalarda gördüğü işlevler nedeniyle de başarıyla kullanılan bir türdür (Yaltırık 1993; Anşin 1993).

Diğer çam türleri gibi fıstıkçamından da reçine üretilmektedir. Ana hedefin meyve üretimi olduğu durumlarda gençleştirme öncesi 5 yıl için reçine üretimi mümkündür. Ağaç başına 5 yılda 1,5-2 kg/yıl reçine alınabilmektedir. Reçinesi pek kaliteli olmasa da kimya sanayisinde katkı, boya sanayisinde çözücü madde olarak kullanılmaktadır.

Fıstıkçamı kabukları tanence de zengindir. Kabukları %20-30 tanen ihtiva etmektedir. Son hasılat olarak odun istihsali esnasında değerlendirilmelidir (Yahyaoğlu vd. 2011). Odunundan İspanya'da travers, maden direği, ambalaj sandığı imal edilmekte ve ayrıca deniz inşaatında kullanılmaktadır.

İtalya'da ise fıstıkçamından reçine, terebentin ve kabuğundan da tanen elde edilmektedir (Huş 1954).

BÖLÜM 2

LİTERATÜR

Bazı Çin kaynaklarına göre manyetizmanın yaklaşık olarak M.Ö. 2000 yıllarında bilindiği anlaşılmaktadır. M.Ö. 700 yıllarında eski Yunanlılar bir kehribar parçasının sürtünmeyle elektriklenip saman parçalarını ve tüyleri çektiğini fark etmişlerdi. Doğal manyetik (Fe_3O_4) parçalarının demir parçaları tarafından çekilmesinden dolayı da manyetik kuvvetin varlığı biliniyordu. Elektrik adı, kehribarın Yunanca *electron* adından, manyetik adı da manyetitinin bulunduğu *magnesia* 'Manisa' bölgesinin adından gelmektedir (Serway 1996).

Elektrik ve manyetizma arasındaki ilişki, 1819 yılında Danimarkalı bilim adamı Hans Oersted'in bir gösteri deneyi sırasında üzerinden elektrik akımı geçen bir telin, yakınında duran bir pusula iğnesini saptırdığını fark etmesiyle keşfedilmiştir. Aynı buluşun 1802 yılında bir İtalyan hukukçu, Gian Domenico Romagnosi tarafından yayınlandığı, fakat makale saygın bir dergi yerine gazetede yayınlandığı için önem verilmediği de bilinmektedir (Serway 1996).

Elektromanyetik dalga kaynakları, doğal ve doğal olmayan elektromanyetik dalgalar şeklinde ikiye ayrılır. Doğal elektromanyetik kaynaklar, güneş ışığı, bazı uzak yıldızlar ve atmosferik deşarj (yıldırım)'dır. Doğal olmayan elektromanyetik dalga kaynakları ise, elektrik akımı taşıyan yer altı ve yer üstü elektrik hatları, yüksek gerilim hatları, trafo ve trafo merkezleri, elektrikli ev aletleri, TV ve bilgisayar, radyo ve televizyon vericileri, telsiz haberleşme sistemleri, GSM baz istasyonları ve GSM telefon cihazları, tıp alanında kullanılan aletler, flüoresan ve halojen lambalar'dır (Hoong 2003).

Bu elektromanyetik dalgalar canlı organizmaları doğrudan ya da dolaylı yoldan etkilemektedirler. Özellikle teknolojinin gelişmesiyle ortaya çıkan elektrikli aletler, hayatımızı kolaylaştırmalarının yanı sıra olumsuz olarak da bizi etkilemektedir. Elektromanyetik alanların neden olduğu hastalıkların başında baş ağrısı, halsizlik, mide bulantısı, kanser ve kromozom anormallikleri gelmektedir (Stagg vd. 2001; Zook vd. 2001).

Elektromanyetik alanların bu denli olumsuz etkilerine karşın şiddetine, frekansına, maruz kalma süresine, organizma tipine ve incelenen biyolojik sistemin farklılığına bağlı olarak bazı durumlarda tohum kalitesini artırma, fidan büyümesini artırma ve ürün verimini artırma amaçlı olumlu yönde etkilerinin olduğu da keşfedilmiştir (Pietruszewski 1993; Ahmet 2003; Aarholt vd. 1981; Goodman vd. 1995; Blank ve Goodman 1997; Miyakoshi vd. 1997; Belyavskaya 2004).

Araştırmalar 1960 yılından sonra yoğunluk kazanmış olsa da daha öncelerden de yapılan birkaç araştırma bulunmaktadır. Manyetik alan uygulamaları ile ilgili olarak dünyada ve ülkemizde yapılan yayınların bir bölümünün özeti şu şekildedir.

1912 yılında Townsend tarafından, manyetik ve manyetik alan uygulamalarının hücrelerdeki dipollerin polarizasyonu ve iyonların aktivasyonu üzerine etkili olduğu belirtilmiştir.

Çakmak'ın tezinde Nelson'a atfen belirtilmiştir ki (2006); tohumları uyarmak için düşük şiddette kısa süreli elektrik dalgaları uygulamış ve bitki büyümesinin kontrol bitkilerine kıyasla %20-45 oranında hızlandığını gözlemlemiştir. Aynı araştırmacı tarafından benzer sonuçlar kılıç çiçeği bulblarında ve patates yumrularında da gözlenmiştir.

Yapılan bir başka çalışmada ise aktif olarak büyüyen köklerin manyetik akımın yüksek olduğu bölgeden düşük olduğu bölgeye doğru kıvrıldığını gözlemlemiştir (Penuelas vd. 2004).

1960'lı yıllarda Murr, manyetik alanların bazı bitkiler üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla kontrollü laboratuvar deneyleri yapmıştır. Murr, bir araştırmasında, iki alüminyum tel düzeneği arasında bir elektrik alanı oluşturmuş, içinde köpek dişi fideleri (*Dactylis glomerata*) yetiştirdiği saksının altına bir elektrotu ve bitkinin tepe noktasından 10 cm kadar yüksekteki ikinci bir noktaya havada asılı olacak şekilde diğer elektrotu yerleştirmiştir. Oluşturduğu bu düzenekle, elektrotların bağlı olduğu güç kaynağından değişik voltajlarda akım vererek oluşan alanların bitki üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Elektrik alanın sürekli uygulanması sonucunda fidelerin yaprak uçlarında kahverengi yanıklar gözlemiş ve bitkide mineral yetmezliğine benzer semptomlar tespit etmiştir. Yanan yaprak ucu bölgesi ile yaprağın dip kısmı arasında koyu yeşil bir kısım ortaya çıkmıştır. Murr, yapraktaki hasarın elektrik alan etkisiyle iyonize tuzların yaprak ucuna göç etmesinden kaynaklı olduğunu ileri

sürmüş ve bunu doğrulamak için ilave deneyler yapmıştır. Söz konusu ilave deneylerde; *Dactylus* fidelerini 30, 50 ve 75 kV/m manyetik alanlara maruz bırakmış ve 2, 3, 4 ve 5. haftalarda kesitler alarak kütle spektrometresi ve mikrokeldal yöntemi ile element analizi yapmıştır. Fakat analiz sonuçları onun hipozetinin tersi yönünde olan bir sonucu meydana çıkarmıştır. Manyetik alana maruz kalan fidelerde fosfat, azot, kalsiyum, potasyum ve magnezyum miktarları hiçbir önemli değişim göstermezken demir, çinko ve alüminyum mikro elementlerinin miktarı alan şiddeti arttıkça ona paralel olarak artmıştır. Böylece Murr, yanık hasarının iyonize tuzların yer değiştirmesinden değil, alana maruz kalan fidelerin yaprak uçlarında demir, çinko ve alüminyum elementlerinin artışının solunumda rol alan metal gruplu enzimlerin (sitokromlar) aktivitesini artırmasından, bunun da doku hasarına öncülük etmesinden kaynaklı olduğu sonucuna varmıştır.

Ayrıca Murr (1965), yaptığı bir başka çalışmasında daha önceki çalışmalarının aksine üst elektrotu negatif alt elektrotu pozitif yaparak oluşturduğu alanda fidelerin büyümelerini incelemiştir. Düşük elektrik alanına maruz bırakılan bitkilerde, büyümenin arttığı gözlenirken belli bir düzeyin üzerindeki güçlü elektrik alanına maruz bırakılan bitkilerde hasar tespit etmiştir. Orta şiddette elektrik alanına maruz bırakılan bitkilerin yapraklarında epidermal bozulma görülmüş fakat bu durum çok önemli bir hasara yol açmamıştır. Solunum ise hızlanmış ve bunun neticesinde büyümeye teşvik olmuştur. Elektrik alan şiddeti arttıkça büyümeyi teşvik edici etki, yerini enzim toksisitesine (solunum enzimleri) ve yaprak dokusunun ölümüyle sonuçlanan önemli epidermal hasara bırakmıştır.

Kozhevnikova ve Stank (1966) alternatif akımla ilgili yaptıkları deneylerde, akım uygulamasının hububat verimini %10-20 oranında arttırdığını belirlemişlerdir. Aynı araştırmacılar tohumları 2-4 kV/cm manyetik alanda 30 sn-60 dk arasında değişen sürelerde uyguladıktan ve tohumları 10-17 gün beklettikten sonra ekim yapmışlar, bitkiler olgunlaşınca bitkilerdeki klorofil miktarının kontrol bitkilerine nazaran %86, karotinoid miktarının ise %50 oranında arttığını gözlemlemişlerdir (URL-3, 2013).

Lazarenko ve Gorbanevskaya 1966 yılında yaptıkları bir çalışma ile manyetik uygulama yapılan topraklara dikilen bitkilerde sonradan kazanılan özelliklerin üçüncü nesile kadar aktarıldığını gözlemlemiştir. Yine aynı araştırmacılar elektrik akımı etkisi altında farklı cinsiyetlere sahip kenevir bitkilerinin sayısal oranlarını kontrol gruplarındakiler ile

karşılaştırmış ve bitki dokularındaki oksidatif işleyiş hızındaki azalma ile ilgili olarak dişi bireylerde %20-25 oranında bir artış olduğunu gözlemlemiştir (URL-2, 2012).

Çakmak'ın tezinde Nelson'a atfen belirtilmiştir ki (2006); Lazarenko ve Gorbanevskaya (URL-2, 2012) manyetik alana maruz bırakılan şeker kamışı bitkilerinde ürün verimi ve şeker içeriğinin arttığını, bununla birlikte negatif elektrotta yakın bölgelerde bulunan şeker kamışı bitkilerinde şeker içeriklerinin daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir. Domateste ise ürün verimi %10-20 oranında artış göstermiş, meyvenin kimyasal kompozisyonunda değişiklikler olmuştur. Bu bitkiler kontrol bitkileri ile kıyaslandıklarında ise klorofil içeriklerinin daha yüksek olduğu sonucu elde edilmiştir. Aynı araştırmada, mısır bitkilerinin vejetasyon periyodu boyunca kontrol bitkilerine kıyasla iki kat daha yüksek miktarda nitrojen absorbe ettiği ve mısır bitkisinin terleme hızının kontrol bitkilerine kıyasla özellikle akşam saatlerinde daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

1968 yılında Flaumenbaum elma püresine *elektroplazmozis* olarak adlandırılan yüksek voltajla manyetik uygulama yapmış ve öz suyu veriminde %10-12 oranında artış gözlemlemiştir (Flaumenbaum 1968).

Sidaway ve Asprey tarafından yapılan bir çalışmada; 5-10 kV/m manyetik alan uygulanan bitkilerde solunum hızının arttığı belirlenmiştir (Sidaway ve Asprey 1968).

Patates bitkisi üzerine manyetik alanın etkisinin araştırıldığı bir başka araştırmada ise manyetik alanın kök uzunluğu, yumru oluşumu ve kök ağırlıkları üzerine olumlu etkilerinin olduğu saptanmıştır (Pittman 1972).

1973 yılında Bachman ve Reichmanis tarafından yapılan çalışmalarda, arpa fidelerinde pozitif elektrot havaya asılı ve negatif elektrot bitkiye bağlı iken uygulanan 40 kV/m'lik manyetik alanın yaprakta herhangi bir hasar oluşturmadığı gözlenmiştir. Ancak manyetik alanın şiddeti 250 kV/m'ye çıkarıldığında 10 sn sonra uç kısımlarda, 2 dakika sonra 0,8 mm aşağıda ve 1 saat sonra 2 mm aşağıdaki kısımlarda hasar oluşmuştur. Bu araştırmacılar, karanlık odada mikroskop kullanarak yaptıkları gözlemlerde yaprak uçlarının etrafında manyetik alan uygulama esnasında şimşek çakmasına benzeyen ışık parlamaları gözlemledikleri için hasarın yaprak ile hava arasındaki elektrik deşarjından kaynaklandığı sonucuna varmışlardır.

Uygun dozlarda kullanılan elektromanyetik alanın besinlerin emilimini ve sindirimini arttırdığı (Kavi 1977), fotosentez aktivitesini desteklediği (Lebedev vd. 1977) de elde edilen sonuçlar arasındadır.

Farklı dozlarda elektromanyetik alanlara maruz kalan tohumların çimlenmesi sırasında karboksidismutaz, amilaz ve nitrat redüktaz enzimlerinin aktivitelerinde değişimler meydana geldiği rapor edilmiştir (Akoyonoglou 1964; Lebedev vd. 1975; Bhatnagar vd. 1978).

1983 yılında yapılan bir çalışmada *Escherichia coli* hücreleri ve maya kültürleri kısa süreliğine yüksek voltajlı elektrik akımına maruz bırakılmış ve hücre canlılığında azalma olduğu gözlenmiştir (Hulsheger vd. 1983).

Yapılan bir çalışmada mısır bitkisinin köklerine 5000 gauss manyetik alan uygulaması sonunda kontrole göre %25 daha fazla kök büyümesi olduğu gösterilmiştir (Kato 1988).

Çin’de yapılan bir araştırma neticesinde, manyetik sulama suyu kullanılarak yapılan sulama ile bitki yapraklarının klorofil içeriklerinin yükseldiği saptanmıştır (Tian vd. 1989).

Alexander ve Doijode’nin (1995) yaptığı bir çalışmada soğan ve pirinç bitkileri 12 saat süreyle zayıf manyetik alana maruz bırakılmış bunun sonucunda fidan taze ağırlığı, fidan kuru ağırlığı ve kök uzunlukları üzerinde artış gözlenmiştir.

Yapılan başka çalışmalarda ise manyetik alanın, domateste fide boyunu (Amaya vd. 1996) ve domateste fide büyümesini (Torres vd. 1999) artırdığı belirlenmiştir. Manyetik alanın bitki büyümesi üzerine etkisi hormon, özellikle oksin, sitokin ve gibberellin metabolizmasına etkisinden kaynaklanabilmektedir (Eşitken 2003). Bitkilerde sitokinlerin en önemli etkisi hücre bölünmesini, oksin ve gibberellinlerin en önemli etkisi de hücre uzamasını artırmasıdır (Jansen 1982; Arteca 1996).

Martinez vd. (2002), buğday ile yaptıkları bir çalışmada farklı manyetik alan şiddetleri kullanmışlar ve manyetik alan şiddetlerinin artışına paralel olarak bitki boylarında ve bitki ağırlıklarında artış olduğunu saptamışlardır.

AS 508 ve Nantio ayçiçeği çeşitleri ile yapılan bir çalışmada ise, 96. saatte 1, 3 ve 9 kez manyetik alan uygulamalarında kök uzunluğu artışlarına rastlanmıştır (Oldaçay 2002).

Dardeniz ve Tayyar (2007), *Cardinal* üzüm çeşidinin yıllık dallarına 5, 10, 15, 20 ve 25 dakikalık sürelerde uygulanan 50 Hz 0,15 mT'lık düşük frekanslı elektromanyetik alanın, kalemlerin vejetatif gelişimi üzerindeki etkileri konulu bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmaya ait iki yıllık ortalamalar göz önünde tutulduğunda, *Cardinal* üzüm çeşidinin yıllık dallarına uygulanan 0,15 mT'lık elektromanyetik alanın gelişme gücü, köklenme yüzdesi, kök gelişim düzeyi, kök ağırlığı, sürgün uzunluğu, boğum sayısı, ortalama boğum uzunluğu ve sürgün+kök ağırlığı parametreleri üzerinde %5 düzeyinde önemli olduğu sonucuna varmışlardır.

Yapılan diğer çalışmalarda ayçiçeği, tahıl ve soya gibi çeşitli bitkilerde verimin manyetik alandan olumlu bir şekilde etkilendiği ortaya konmuştur (Ws vd. 1991; Phirke vd. 1996). Farklı şiddetlerdeki manyetik alan uygulamalarının tohum çimlenmesi, ürün verimi, solunum oranı, sıcaklık kaybı, tohumdaki kimyasal değişiklikler ve fide gelişim özellikleri üzerine etkileri inceleme konusu olmuştur. Değişik bitkilerde yapılan manyetik alan çalışmalarında, kontrole göre çimlenme yüzdelerinde bir artış olduğu saptanmıştır (Lebedev vd. 1975; Gubbels 1982; Atak vd. 2000).

Stenz vd. (1997) tere (*Lepidium sativum*) köklerini zayıf manyetik alana maruz bırakmış ve böylece bitkilerde kök büyümesinin hızlandığını ve statosit yapılarının değiştiğini gözlemlemişlerdir.

Moon ve Chung, 15, 30, 45, 60 sn süreler ile farklı domates tohum gruplarına 4-12 kV/cm manyetik alan ve 3-1000 gauss manyetik alan uygulamış ve sonrasında kontrol grupları ile karşılaştırdıklarında iki uygulamada da çimlenme oranının 1,1-2,8 kat arttığını belirlemişlerdir. Ancak 12 kV/cm manyetik alanının 60sn'den sonra çimlenmeyi olumsuz yönde etkilediği görülmüştür (Moon ve Chung 2000).

Yine çeşitli bitkiler üzerinde yapılan çalışmalarda da manyetik alanın çimlenmeyi arttırdığı sonucuna varılmıştır (Carbonell vd. 2000; Oldaçay 2002).

Çakmak'ın tezinde Nelson'a atfen belirtilmiştir ki (2006); manyetizma ve ses uygulamaları bitkilerin gelişimini büyük oranda arttırabilmektedir.

Manyetik alanın, elektro-kültür olarak bilinen başka bir kullanım tekniği ile bitkilerin büyüme hızını ve ürün verimini arttırmak, ürün kalitesini geliştirebilmek mümkündür. Ayrıca bu teknoloji ile bitkileri hastalıklardan, zararlı böceklerden korumak ve donma hasarını minimuma indirmek de potansiyel olarak mümkündür (URL-1, 2000).

Yüksek frekanslı manyetik alan uygulaması ile yaşlı veya zor çimlenebilen tohumların çimlenmesini hızlandırmak mümkündür. Bu uygulama sonrasında tohumlarda nişasta ve şeker miktarı artar ve albumin miktarı değişir. Uygulamalı tohumlar kontrol bitkilerine nazaran daha erken çimlenir. Yüksek frekanslı elektrostatik alanlar, meyve ve sebzelerin yapısındaki enzim aktivitelerini artırmak veya azaltmak için kullanılabilir. Böylece sebze ve meyvelerin olgunlaşması hızlandırılabilir veya yavaşlatılabilir. Hatta manyetik alana maruz bırakılan ve negatif kutba yakın tohumlarda çimlenme oranı pozitif kutba yakın olan tohumlara nazaran daha yüksektir (URL-1, 2000).

Elektrik akımının etkisi çimlenme oranı düşük olan tohumlarda daha yüksektir. Fidelerin metabolizması hızlanır, solunum ve hidrolitik enzim aktivitesi pek çok bitki türünde artar (Kocaçalışkan 1989; Kocaçalışkan 1990; URL-1, 2000).

Lazarenko ve Gorbanevskaya (URL-2, 2012) farklı tohumlara elektrik akımı uygulamış ve elektrik akımı uygulamasından sonra tohumlarda çimlenme oranında ve özellikle çimlenme kapasitesinde bir artış gözlemlemişlerdir. Özellikle negatif elektrota bağlı olan tohumlarda olumlu gelişme görülürken pozitif elektrota yerleştirilen bitkilerde ürün veriminin daha düşük olduğu belirlenmiştir. Sürekli manyetik alana maruz bırakılan mısır tohumlarının kontrol gruplarına nazaran daha hızlı geliştiği ve ürün veriminin daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Manyetik alan içinde pozitif elektrota yakın olan veya manyetik alan içerisinde güney kutba yakın olan yeşil domatesin daha hızlı olgunlaştığı gözlemlenmiştir.

Havuç (Knorr vd. 1994), şeker pancarı (Bouzrara ve Vorobiev 2000) ve üzüm meyvelerinden (Eshtiaghi ve Knorr 2000, 2002) daha fazla öz suyu elde etmek için yüksek voltajlı manyetik alan uygulamasının olumlu sonuç verdiğini de manyetik alan çalışmaları konusunda elde edilen sonuçlar içinde yer almaktadır.

Li ve Yang (1996) yaptıkları araştırmada, 60 dakika 0,2 mT'lık bir EMA uygulamasının *Phaseolus aureus* Roxb. bitkisinin çimlenen tohumlarında ATP içeriğinin arttığını tespit etmişlerdir.

Bakla ile yapılan bir çalışmada, farklı dozlardaki elektromanyetik alan uygulamalarının kök uçlarından alınan hücrelerdeki kromozom veya kromatid kırılmalarına neden olmadığı ancak kontrol bitkileri ile kıyaslandığında kök meristemlerindeki hücrelerde profaz safhasının uzadığı saptanmıştır (Rapley vd. 1998).

Mısır ile yapılan bir araştırmada, kontrole kıyasla 10 dakikalık 0.15 mT'lık manyetik alan uygulanan mısırlarda çimlenmeden yüksek değer elde edilmiştir (Aladjadiyan 2002).

2002 yılında Eşitken tarafından yapılan bir çalışmada, manyetik alanın serada yetiştirilen çilekler üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışmaya göre; *Camarosa* çilek çeşidi bitkilerinin 30 cm kadar üzerinden çıplak elektrik teli geçirilmesi ile oluşturulan elektromanyetik alanda, çileklere yaklaşık 0,0054T'lık elektrik verilmiştir. Oluşturulan manyetik alan erken çiçeklenmeyi uyarıcı etki yapmış, bitkilerin büyümesi ve gelişmesini olumlu yönde etkilemiş ve Zn hariç iyon birikimini artırmıştır. Kapalı ve korunmuş olan seralarda yapılan yetiştiricilikte bitkilerin üzerinde manyetik alan oluşturularak çilek yetiştiriciliğinde erkencilik ve verimlilik sağlanabileceğı rapor edilmiştir (Eşitken 2002).

2005 yılında yapılan bir çalışmada değişik türlerdeki patates tohumlarına farklı sürelerde 4000kV/m manyetik alan uygulanmış ve uygulama sonrasında dikilen patates yumrularının miktarının artması, ürün verimi ve bitki büyümesinin değişimi üzerine pozitif etkiye sahip olduğı gözlenmiştir (Cramariuc vd. 2005).

Roman vd. (2005), kısa süreli de olsa yüksek şiddetteki manyetik alan uygulamalarının mitozu uyarıcı mekanizmaları etkilediğini ve bölünmeyi inhibe ettiğini saptamışlardır. Dolayısıyla yapılan çalışmalar sonucunda, düşük manyetik alan şiddetlerinin bölünmeyi uyarırken, yüksek manyetik alan şiddetleri inhibe etmektedir (Cossarizza vd. 1989; Scarfi vd. 1994).

Çakmak, manyetik alanın bitkilerin soğuya dayanıklılık özellikleri üzerindeki etkisinin gözlenebilmesi amacıyla 2006 yılında bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada 10 dakika ve 40

dakika boyunca uygulanan elektriksel alan (50 Hz 100 kV/m DC) uygulamasının fasulye (*Phaseolus vulgaris* L cv. Gina) ve karalahana (*Brassica oleraceae* L. Cv. Acephale) bitkileri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Elektriksel alan uygulamaları pozitif ve negatif yüklerle yüklenen iki alüminyum levha arasında oluşturulmuştur. Elektriksel alan uygulamasından sonra fasulye ve karalahana fidelerinin bir kısmı üşüme sıcaklığına (5/2 0C, 14/10 aydınlık/karanlık) 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 canlılık testleri uygulanmıştır. Yapılan TTC canlılık testleri sonucunda; özellikle 10 dakika elektriksel alan (50Hz 100kV/m DC) uygulamasının kontrol bitkilerine kıyasla soğuk ve normal şartlarda her iki bitki grubunda da büyüme artışını sağladığı gözlenmiş ancak 40 dakika elektriksel alan uygulaması soğuk şartlarda canlılık değerlerinde azalmaya sebep olduğu gözlenmiştir (Çakmak 2006).

2009 yılında Kılıç ve Çavuşoğlu tarafından yapılan bir çalışmada, baz istasyonlarının incir ağaçlarının yaprak anatomileri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, elektromanyetik alana maruz kalan incir ağacı yapraklarında kutikula kalınlığı, epidermis hücre sayısı, stoma sayısı, stoma indeksi, stoma eni ve iletim demetleri arası mesafe artmış, epidermis hücre boyu, stoma boyu, trake çapı, yaprak çapı, iletim demeti eni ve boyu azaltmıştır. Diğer yandan, epidermis hücre eni yaprak üst yüzeyinde artarken, yaprak alt yüzeyinde kontrol grubu ile aynı değerleri göstermiştir (Kılıç ve Çavuşoğlu 2009).

Gholami ve Sharafi (2010) yaptıkları bir çalışmada ise, buğday tohumları üzerine 125-250 mT'lık manyetik alanı farklı sürelerle uygulamışlar ve kontrole göre manyetik alan uygulanan tohumların çimlenme yüzdelerini artırdığını belirlemişlerdir.

Tahir ve Karim (2010), yaptıkları bir çalışmada beş farklı çeşide ait nohut tohumlarını 1500 Gaussluk manyetik alana 30, 50 ve 70 dakika maruz bırakmışlardır. Sonuç olarak, muamele gruplarının kontrole göre çimlenme yüzdelerinde önemli bir fark bulunamamıştır. Ancak, kök ve fide uzunluklarında, kök ve gövde yaş-kuru ağırlıklarında kontrole göre 50 ve 70 dakika manyetik alana maruz bırakılan çeşitlerde olumlu etkiler saptanmıştır.

2011 yılında Yalçın ve Tayyar tarafından yapılan bir çalışmada ise, manyetik alanın Oğulotu (*Melissa officinalis* L.) tohumlarının çimlenmesi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. 3,8–4,8 mT şeklinde iki farklı manyetik alan şiddetlerinin kullanıldığı bu çalışma sonucunda, manyetik

alan uygulanan tohumlarda kontrole kıyasla 72. ve 96. saatlerde çimlenme yüzdesi en yüksek olmuştur. 1, 3, 9 ve 15 kez manyetik alandan geçirilen fidelerin yüksekliklerinin kontrole göre azaldığı tespit edilmiştir (Yalçın ve Tayyar 2011).

2011 yılında *Albizia procera* ve *Laucaena leucicephala Lam.* bitkileri üzerine elektromanyetik alanın etkileri konulu bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada *Albizia procera* için 15 dakika manyetik alana maruz bırakıldığında %49 oranında daha fazla çimlenme gözlemlenmiştir. Ayrıca kontrol bölümündeki bitki boyu 7,13 cm ve kök uzunluğu 1,5 cm iken; 15 dakika manyetik alana maruz bırakılan bölümde bitki boyu 13,1cm'e; kök uzunluğu ise %75 artarak 16,6 cm'e çıkmıştır. *Albizia procera* bitkisi maksimum kök/gövde oranına manyetik alana 5 dakika maruz kaldığında ulaşmıştır. Aynı çalışmada *Laucaena leucicephala Lam.* için 15 dakika manyetik alana maruz bırakıldığında %48 daha fazla çimlenme gözlemlenmiştir. Ayrıca kontrol bölümündeki bitki boyu 7,5 cm iken 15 dakika manyetik alana maruz bırakılan bölümdeki bitki boyu 17,3 cm'ye çıkmıştır. Kök uzunluğu ise 18,4 cm'ye kadar artmıştır. *Laucaena leucicephala Lam.* bitkisi maksimum kök/gövde oranına hiçbir işlem görmeyen tohumlarda ulaşmıştır. Manyetik alana 5 dakika maruz bırakılan bölümde en düşük kök/gövde oranı gözlenmiştir (Tanvır vd. 2011).

Manyetik alanlar uygulanarak bitkilerde büyümenin hızlandırılmasına ek olarak büyümenin geciktirilmesi konulu çalışmalar da mevcuttur (Bachman ve Reichmanis 1973; Murr 1963-1966). Bazı durumlarda manyetik alan uygulamasının bitkilerde inhibe edici etki gösterdiği gözlenmiştir (Murr 1965; Hart ve Schottenfeld 1979).

1996 yılında yapılan bir çalışmada ise manyetik alan uygulaması ile bitkilerde ATP üretiminin geciktirilmesi ve solunumdaki artışın baskılanması ile olgunlaşmanın geciktirilmesi sağlanmıştır (Prasad vd. 1996).

Manyetik alanın başka şekillerde de faydası görülmektedir. Örneğin; tohumlar üzerinde bulunan bakteriler, mantar ve böcekler tohumlara herhangi bir zarar vermeden yüksek frekanslı manyetik alanla yok edilebilmektedir. Bu amaçla, birkaç saniye içerisinde öldürücü sıcaklık derecelerine çıkılması yeterlidir. Daha uzun süreli uygulamalarda tohumların çimlenmesinde azalmalar gözlemlenmiştir (Pittman 1972).

Tüm bu çalışmaların çoğunu tek yıllık bitkiler oluşturmaktadır. Buna karşın orman ağaçlarıyla ilgili yapılan çalışmalar ise sayılıdır. Ruzic ve arkadaşları tarafından 1992 yılında elektromanyetik alanın kestane (*Castanea sativa* L.) tomurcuklarının sürgün ve kök büyümesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda en yüksek değerler günlük 1 saat manyetik alan uygulanan kestane tohumlarında görülmüştür.

Ayrıca; 2012 yılında Kuzugüdenli ve Kaya yaptıkları bir çalışmada elektromanyetik alanın Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) tohumları üzerindeki etkisini incelemişler, manyetik alan muamelesi için tohumları saniyede 1 metre yol alan hareketli bir zeminde 3,8-4,8 mT'lık bir manyetik alan şiddetine maruz bırakmışlardır. Bir defa elektromanyetik alana maruz kalan Karaçam köklerinde gelişmenin arttığı ve fidan gelişiminin de hızlandığı sonucuna varmışlardır (Kuzugüdenli ve Kaya 2012).

Bir orman ağacı türü olan Fıstıkçamı'nın manyetik alanla olan ilişkisi konulu bu çalışmanın da manyetik alanın orman ağaçları üzerine etkisi alanında önemli bir örnek teşkil edeceği umulmaktadır.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

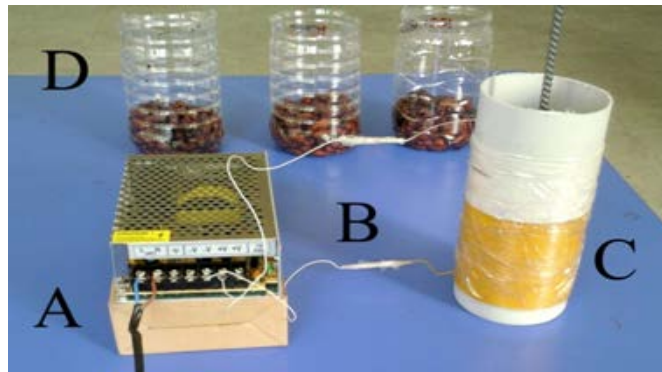
3.1 MATERYAL

3.1.1 Araştırmada Kullanılan Tohumların Hazırlanması

Araştırmada materyal olarak kullanılan Fıstıkçamu kozalakları 2011 Aralık ayında Devrek Fidanlığı'ndan temin edilmiştir. Kozalaklar bol tohum yılı olmayan bir yılda toplanmıştır. Kozalaklar oda sıcaklığında bırakılarak kurutulmuş ve karpeller açıldıktan sonra tohumların kozalaktan çıkması sağlanmıştır. Kozalaktan çıkartılan tohumlar saflık temizlik kontrolünden geçirilerek boş olanların tespiti için su dolu kap içerisinde bekletilmişler dibe çökenler çalışmada materyal olarak kullanılmışlardır. Elde edilen tohum örnekleri 4 farklı işlem için (15 dk, 30 dk, 45 dk ve Kontrol) 3×100 sayıda gruplandırılmıştır.

3.1.2 Manyetik Alanın Genel Özellikleri

Tohumları manyetik alana maruz bırakmak için Ampermetre, plastik selenoid ve bakır telden oluşan bir manyetik alan düzeneği kullanılmıştır (Şekil 3.1)



Şekil 3.1 Manyetik alan düzeneği (A: Ampermetre, B: Bakır Tel, C: Selenoid, D: Fıstıkçamu Tohumları).

3.1.3 Üretim Serasının Genel Özellikleri

Tohumların ekim yeri için Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi Üretim Serası kullanılmıştır. Sera ışıklandırması gün ışığına bağlı kalmıştır. Havalandırma otomatik olarak gerçekleştirilmiştir. Sera sıcaklığı 25-30° arasında tutulmaya çalışılmıştır. Rutubetlendirme için günde 2 kez sulama yapılmıştır.

3.2 YÖNTEM

3.2.1 Manyetik Alanın Oluşturulması ve Tohumların Manyetik Alana Maruz Bırakılması

Manyetik alanın oluşturulmasında 20 cm uzunluğundaki 12 cm çapında plastik bir boru üzerinde 2 m uzunluğundaki bakır telin sarılmasıyla oluşan 157 sarımlı bir selenoidden 10A'lık akım geçirilmiştir. Uygulanan manyetik alanın şiddetini arttırmak ve manyetik alanın selenoidde homojen olarak yayılmasını sağlamak için selenoidin ortasından kalın demir bir tel geçirilmiştir. Bu işlem sırasında oluşan manyetik alanın şiddeti aşağıdaki Eşitlik 3.1 ile hesaplanmıştır.

$$B = K \frac{4\pi \cdot N \cdot i}{l} \quad (3.1)$$

B= Manyetik alan Şiddeti (N/Amp= Tesla)

N= Sarım Sayısı

i= Akım (Amper)

l = Sarım Uzunluğu (m)

K= Katsayı (10^{-7})

$$B = 10^{-7} \frac{4 \times 3 \times 157 \times 10}{0,2} \quad B = 10^{-7} \frac{120 \times 157}{0,2} \quad B = 10^{-7} \frac{18840}{0,2} \quad B = 10^{-7} \times 94200$$

$$B = 9,42 \times 10^{-3} \text{ N/Amp} \quad B = 9,42 \text{ mT}$$

Elde edilen tohumlar manyetik alana tabii tutulmadan evvel doluluk testinden geçirilmişlerdir. Bunun için Silvikültür Laboratuvarı'nda fıstıkçanı tohumları bir kap su içine bırakılmış dibe çökenler alınarak 300'erli 4 farklı gruba ayrılmışlardır. Gruplara ayrılan tohumlar 20°C oda sıcaklığında Bartın Üniversitesi Silvikültür Laboratuvarı'nda kurulan manyetik alan düzeneğinde ilk grup 15 dakika, ikinci grup 30 dakika, üçüncü grup 45 dakika süreyle manyetik alana maruz bırakılmıştır. Son grup ise karşılaştırma yapılabilmesi açısından kontrol grubu olarak belirlenmiş, bu gruptaki tohumlar hiçbir manyetik işleme tabii tutulmamıştır.

3.2.2 Serada Ekim Safhasında Yapılan İşlemler

Çalışmanın fidanlık aşaması, Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi Üretim Serasında gerçekleşmiştir. Sera toprağı önceden çapa makinası ile işlenmiş, otsu diri örtüden arındırılmıştır. Çapa ile sığ olarak işlenen sera toprağı yastıkların oluşturulacağı kısımlarda bel küreğı ile derin işlenmiş işlenen bölge üzerinde 120 cm genişliğinde 20 cm yüksekliğinde 25 m uzunlukta ekim yastıkları oluşturulmuştur. Ekim yastıkları üzerinde tohum ekimi için 7 adet ekim çizgisi açılmıştır. Farklı sürelerle manyetik alana maruz bırakılan tohumlarla birlikte kontrol tohumları (toplam 1200 adet) oluşturulan bu ekim yastıkları üzerine tesadüfi parseller deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak ekilmiştir. Her bir tohum kendi büyüklüğünün 2,5-3 katı kadar derinliğe, aralarında 7-8 cm aralık olacak şekilde ekilmiştir. Blok üzerinde alınan parsellerin ebatları 4,0×1,2 m olarak alınmıştır. Ekim işlemi 15 Nisan tarihinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Ekime hazır hale getirilmiş ekim yastıklarının durumları.

Serada vejetasyon dönemi boyunca gününbirlik sulama, ot alma, havalandırma gibi rutin bakımlar yapılmıştır. Bu süre zarfında sera içi sıcaklık 25-30 derece arasında tutulmaya çalışılmıştır. Sera içi yan pencereler hava sirkülasyonunun sağlanması amacıyla her gün açık bırakılmıştır. Sulama işlemi sabah ve akşam saatlerinde olmak üzere günde iki defa yapılmıştır. Sulama ucuna süzgeç takılmış hortum yardımıyla yapılmıştır.

Ekim tarihinden itibaren 1 ay süreyle düzenli bir şekilde çimlenme olayı gözlemlenmiş ve her bir işleme tabi tutulan tohumların çimlenme seyri kayıt altına alınmıştır. 1 ay sonunda çimlenen tohumların sayısı çimlenme yüzdesini, 8. gün çimlenenlerin sayısı da çimlenme enerjisi olarak kabul edilmiştir.

3.2.3 Fidanların Sökülmesi ve Laboratuvar Çalışmaları

Vejetasyon dönemi sonunda, 6 Kasım 2012 tarihinde, ekim yastıkları üzerinde bulunan her bir işleme ait fidanlar kök ve gövdelerine herhangi bir zarar verilmeden bel kürek yardımıyla derinden sökülmüşlerdir. Sökülen fidanlar, muamele edildikleri işlem esas alınarak numaralandırılmak suretiyle telislere sarılmış ve aynı gün içerisinde ölçümleri yapılmak üzere Bartın Üniversitesi Silvikültür A.B.D Laboratuvarı'na getirilmişlerdir. Laboratuvar ortamına getirilen bu fidanlar fazla tazyikli olmayan suyla köklerindeki toprak kalıntılarından ve her türlü yabancı maddeden temizlenmişlerdir. Sonrasında kurutma kağıtları kullanılarak fidanların üzerindeki fazla sular kurulanmış, ölçümlere hazır hale getirilmişlerdir.

Tüm bu işlemlerden sonra ölçümlere hazır hale gelen, 4 farklı gruba ait toplam 1200 adet fidan teker teker numaralandırılmış her biri üzerinden FB, KBC, GTA, KTA, GKA, KKA değerleri ölçülmüş ve tespit edilen değerler kaydedilmiştir. Bu veriler vasıtasıyla kök yüzdesi, gürbüzlük indisi, katlılık oranı, fidan su yüzdesi, fidan taze ağırlığı, fidan kuru ağırlığı gibi diğer parametreler hesaplanmıştır. Fidanlar üzerinde morfolojik özellikler aşağıdaki belirtildiği gibi tespit edilmiştir (Yahyaoglu ve Genç 2007) .

Fidan Boyu (FB) (cm) : Kökün ilk çıktığı yer ile terminal tomurcuk arasındaki mesafenin milimetre hassasiyetli cetvelle ölçülmesi sonucu elde edilmiştir.

Kök Boğaz Çapı (KBC) (mm) : Kökün ilk çıktığı yerin 0.001 hassasiyetli kumpas ile ölçülmesi sonucu elde edilmiştir.

Kök Uzunluğu (KU) (cm): Kökün ilk çıktığı yer ile bittiği yer arasındaki mesafenin milimetre hassasiyetli cetvelle ölçülmesi sonucu elde edilmiştir.

Bu ölçümler yapıldıktan sonra kök boğaz çaplarından kesilen fidanlar kök ve gövde kısımları ayrı ayrı kese kağıtlarına konularak numaralandırılmış ve hassas terazi yardımıyla her birinin kök taze ağırlığı ve gövde taze ağırlığı tartılmıştır.

Gövde Taze Ağırlığı (GTA) (g): Fidan gövdesinin taze ağırlığının 0.001 hassasiyetli terazi ile tartılması sonucu elde edilmiştir.

Kök Taze Ağırlığı (KTA) (g): Fidanın kök kısmının ağırlığının 0.001 hassasiyetli terazi ile tartılması sonucu elde edilmiştir.

Fidan Taze Ağırlığı (FTA) (g): GTA ile KTA değerlerinin toplanması ile elde edilmiştir.

Ölçümler sonucu elde edilen veriler kaydedildikten sonra her bir işleme ait fidanların gövde ve köklerini bulunduran kese kağıtları kurutma fırınına konmuştur. 105° 'ye ayarlanan kurutma fırınında 24 saat süreyle bekletilen paketler çıkarıldıktan sonra bu kez de fidanların her birinin ayrı ayrı Kök Kuru Ağırlığı ve Gövde Kuru Ağırlığı 0,001 hassasiyetli terazide tartılmıştır. Hassas terazi ile yapılan bu tartma işlemlerinde kullanılan kese kağıdının darası ölçülen değerlerden düşülmüştür.

Gövde Kuru Ağırlığı (GKA) (g): Fidan gövdesinin kurutma fırınında kurutulduktan sonraki halinin 0,001 hassasiyetli terazi ile tartılması sonucu elde edilmiştir.

Kök Kuru Ağırlığı (KKA) (g) : Fidan kökünün kurutma fırınında kurutulduktan sonraki halinin 0,001 hassasiyetli terazi ile tartılması sonucu elde edilmiştir.

Fidan Kuru Ağırlığı (FKA) (g) : GKA ile KKA değerlerinin toplanması ile elde edilmiştir.

Morfolojik özelliklere ait ölçülen bazı parametrelerden başka bu parametreleri kullanarak Gürbüzlük İndisi (Eşitlik 3.2), Katlılık Oranı (Eşitlik 3.3), Fidan Su Yüzdesi (Eşitlik 3.4) ve % Kök oranları (Eşitlik 3.5) gibi değerler ise aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır (Yahyaoğlu ve Genç 2007).

$$\text{Gürbüzlük İndisi (Gİ)} = \frac{\text{Fidan Boyu (mm)}}{\text{Kök Boğaz Çapı (mm)}} \quad (3.2)$$

$$\text{Katlılık Oranı (KO)} = \frac{\text{Gövde Kuru Ağırlığı (g)}}{\text{Kök Kuru Ağırlığı (g)}} \quad (3.3)$$

$$\text{Fidan Su Yüzdesi (\%)} (\text{FSY}) = \frac{\text{FTA (g)} - \text{FKA (g)}}{\text{FKA (g)}} \times 100 \quad (3.4)$$

$$\% \text{ Kök} = \frac{\text{KKA}}{\text{FKA}} \times 100 \quad (3.5)$$

Uygulanan manyetik alan işlemlerinin fidanların morfolojik özellikleri üzerindeki etkisinin istatistiki olarak tespit edilmesi için Statgraphics Paket Programı kullanılarak Varyans analizi ve Duncan testleri yapılmıştır. Morfolojik özelliklere ait istatistik analizlerin yapılmasında kullanılan ham veriler EK 1, EK 2, EK 3, EK 4’de verilmiştir.

BÖLÜM 4

BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 UYGULANAN İŞLEMLERİN ÇİMLENME ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Orman Fakültesi Üretim Serası'na her bir grupta 300'er adet toplamda 1200 adet tohum ekilmiş ve 1 aylık çimlenmeler kayıt altına alınmıştır. Buna göre ilk çimlenmeler 2 Mayıs tarihinde 30 dakika manyetik alana maruz bırakılan tohumlarda (6 adet) görülmüştür (Şekil 4.1). Çimlenen tohumlar 2'şer gün aralıklarla sayılmış ve tarihleriyle birlikte tabloya işlenmiştir (Tablo 4.1-2).

Tablo 4.1 Mayıs ayında çimlenen tohumların sayısı.

Muamele	Tohum Adeti	Çimlenen Tohum Adedi							
		2 Mayıs	4 Mayıs	6 Mayıs	8 Mayıs	10 Mayıs	14 Mayıs	16 Mayıs	18 Mayıs
15 dk	300	-	-	20	38	48	72	98	98
30 dk	300	6	36	70	130	136	150	152	154
45 dk	300	-	14	26	46	70	116	140	144
Kontrol	300	-	2	8	18	46	80	86	90

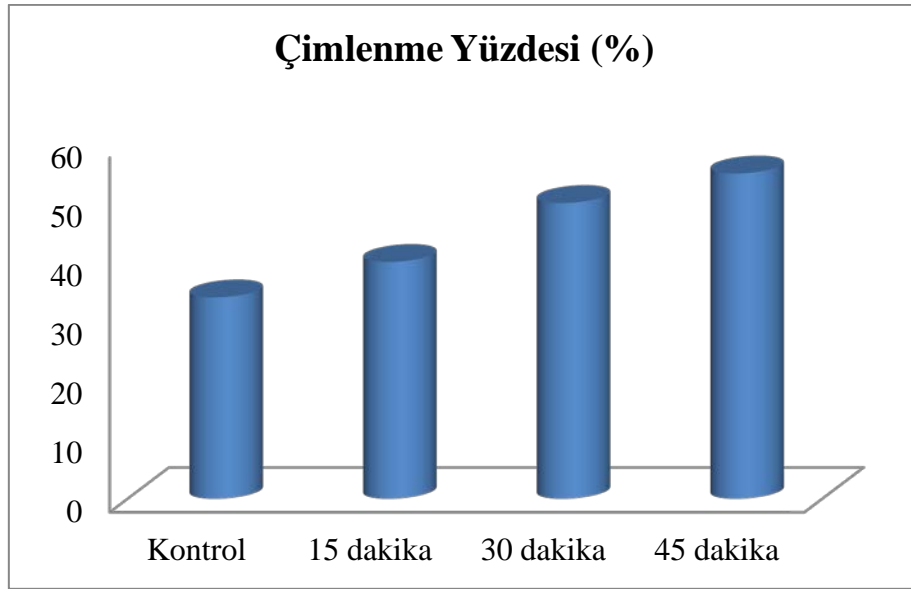
Tablo 4.2 Mayıs - Haziran ayında çimlenen tohumların sayısı.

Muamele	Tohum Adeti	Çimlenen Tohum Adedi				
		20 Mayıs	24 Mayıs	29 Mayıs	1 Haziran	4 Haziran
15 dk	300	108	114	120	120	120
30 dk	300	154	154	158	152	152
45 dk	300	156	162	166	166	166
Kontrol	300	92	94	96	100	102



Şekil 4.1 2 Mayıs tarihli ilk çimlenmeler.

4 Haziran 2012 tarihinde sona eren çimlenme olayı neticesinde çimlenmeler en fazla 45 dakika manyetik alana maruz bırakılan tohumlardan oluşan grupta görülmüştür. Elde edilen tüm bu bilgiler ışığında; 30. günde çimlenenlerin sayısının ekilen toplam tohum sayısına bölümü ile de çimlenme yüzdeleri bulunmuştur (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Ekim tarihinden 1 ay sonra farklı gruptaki tohumların çimlenme yüzdeleri.

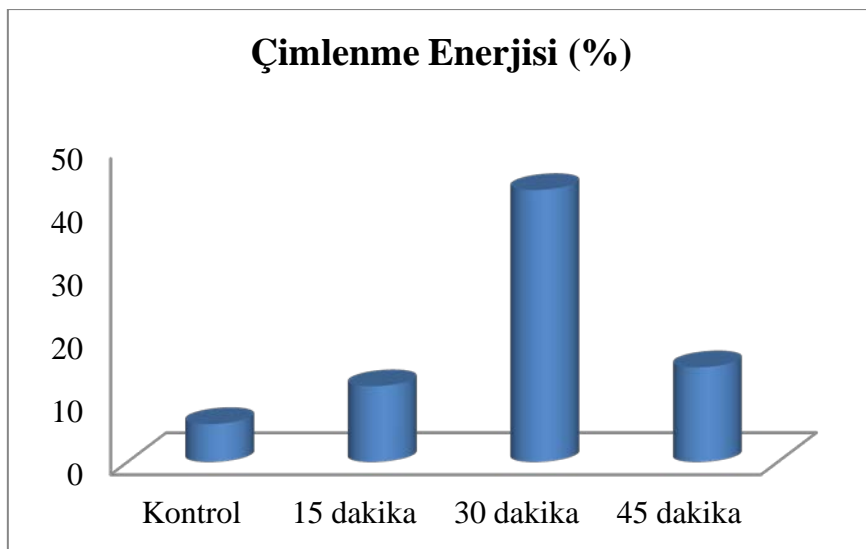
Şekil 4.2’de görüldüğü üzere en fazla çimlenme yüzdesi 45 dakika manyetik alana maruz bırakılan grupta görülmüştür. Onu sırayla 30 dakika, 15 dakika manyetik alana maruz

bırakılan gruplar izlemektedir. Çimlenme yüzdesinin en düşük olduğu grup kontrol grubu olmuştur.

Yalçın ve Tayyar tarafından 2011 yılında oğul otu bitkisinde yapılan bir çalışmada, manyetik alana maruz bırakılan tohumların kontrol grubuna kıyasla çimlenme yüzdesinin arttığı gözlenmiştir. Eşitken (2002)'in *Camarosa* çilek türü üzerinde; Aladjadiyan (2002)'in mısır bitkisi üzerinde; Moon ve Chung (2000)' un domates bitkisi üzerinde yaptığı çalışmalarda manyetik alanın çimlenmeyi hızlandırdığı sonucu elde edilmiştir. Yine farklı bitkilerde yapılan manyetik alan çalışmalarında da, kontrole göre çimlenme yüzdesinde bir artış olduğu saptanmıştır (Lebedev vd. 1975; Gubbels 1982; Atak vd. 2000). Ayçiçeği, buğday tohumları gibi diğer bitkilerde de yapılan benzer çalışmalar sonucunda da (Carbonell vd. 2000; Oldaçay 2002; Fischer vd. 2004; Gholami ve Sharafi 2010) manyetik alana maruz bırakılan tohumların kontrol grubundakilere kıyasla çimlenme yüzdesinde artışlar gözlenmiştir.

Fıstıkçanı üzerinde yapılan bu çalışmada da, literatür çalışmalarındaki gibi manyetik alan uygulaması çimlenme yüzdesini arttırmıştır.

Öte yandan ekim tarihinden itibaren 8. günde çimlenenlerin sayısı ile çimlenme enerjisi elde edilmiş ve Şekil 4.3'te grafik şeklinde gösterilmiştir.

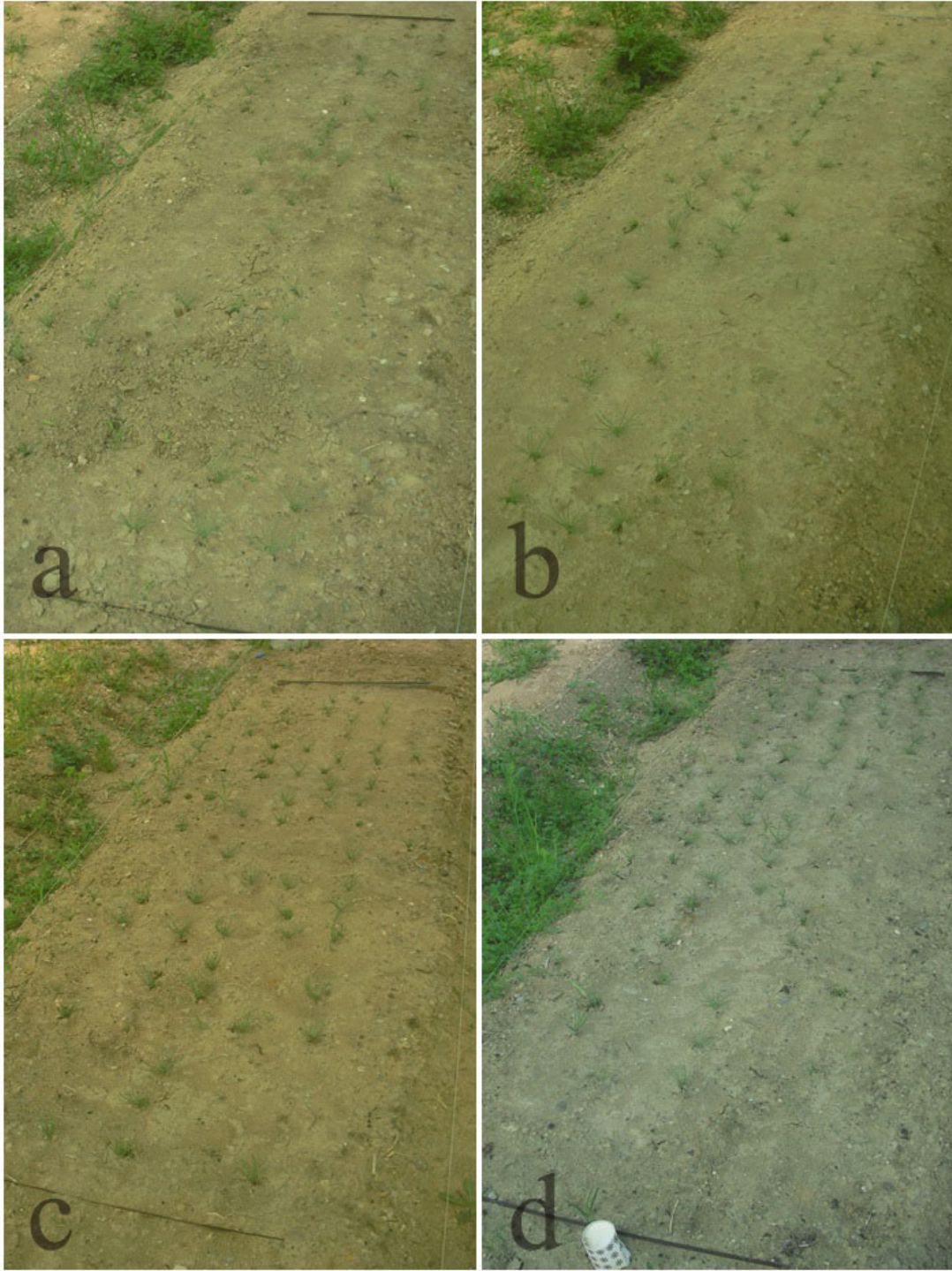


Şekil 4.3 Tohumların çimlenme enerjisi.

Şekil 4.3 incelendiğinde en yüksek çimlenme enerjisi 30 dakika manyetik alana maruz bırakılan grupta görülmüştür. Onu sırasıyla 45 dakika manyetik alana maruz bırakılan grup, 15 dakika manyetik alana maruz bırakılan grup ve kontrol grubu takip etmiştir. Farklı manyetik alan uygulama işlemlerinin tohumların çimlenmesi üzerindeki etkisi Şekil 4.4-6'da gösterilmiştir.



Şekil 4.4 30 dakika manyetik alana maruz bırakılan gruptaki tohumların 8 Mayıs tarihli çimlenme durumu.



Şekil 4.5 Fidanların 16 Mayıs 2012 tarihindeki durumu (a: kontrol, b: 15dk, c: 30dk, d: 45dk).



Şekil 4.6 Fidanların 24 Ekim 2012 tarihindeki durumu (a: kontrol, b: 15dk, c: 30dk, d: 45dk).

4.2 UYGULANAN İŞLEMLERİN FİDANLARIN GELİŞİMLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

4.2.1 Fidan Boyu Gelişimleri İle İlgili Elde Edilen Bulgular

Laboratuvar şartlarında 4 farklı işlem uygulanmış fidanların ayrı ayrı boyları ölçülmüş ve istatistiki analizler yapılmıştır. Uygulanan işlemlerin fidan boyları üzerinde etkili olup olmadıklarını tespit etmek için varyans analizi yapılmıştır. Yapılan varyans analizi sonucu elde edilen bulgular Tablo 4.3’de gösterilmiştir.

Tablo 4.3 Fidan boyu değerlerine göre elde edilen varyans analizi.

<i>Varyans Kaynağı</i>	<i>Kareler Toplamı</i>	<i>Serbestlik Derecesi</i>	<i>Kareler Ortalaması</i>	<i>F Oranı</i>
Örnekler Arasında	248,233	3	82,7444	19,02
Örnekler İçinde	1026,81	236	4,35088	
Toplam	1275,04	239		

Fidan boylarına göre yapılan varyans analizi sonucu elde edilen tabloya bakıldığında uygulanan işlemlerin fidan boyları üzerinde %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılık oluşturacak derecede etki ettiği ortaya çıkmıştır. Uygulanan işlemlerin hangisinin fidan boyları üzerinde daha etkili olduğunu tespit etmek için Duncan testi yapılmıştır (Tablo 4.4).

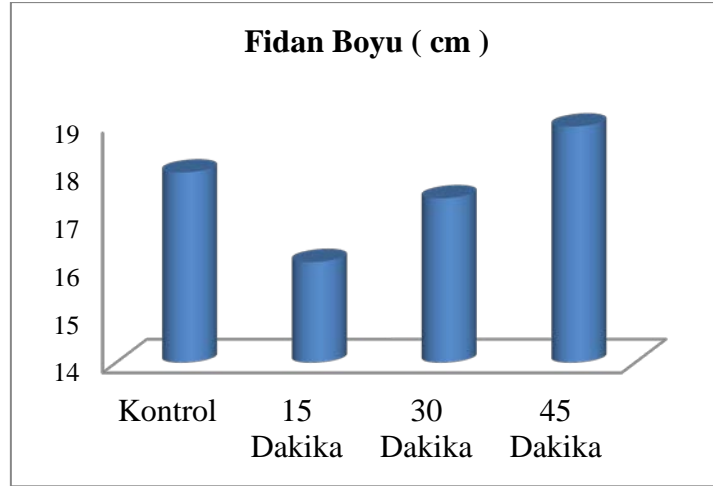
Tablo 4.4 Fidan boyu değerlerine göre elde edilen Duncan Testi.

	<i>Örnek Sayısı</i>	<i>Ortalama</i>	<i>Homojen Grup</i>
15dakika	60	16,1083	a
30 dakika	60	17,4267	b
Kontrol	60	17,965	b
45dakika	60	18,9225	c

Tablo 4.4 incelendiğinde 3 farklı homojen grup olduğu görülmüştür. Kontrol ile 30 dakika manyetik alana maruz bırakılan fidanların boyu arasında anlamlı farklılık çıkmamıştır. Sırasıyla fidan boyu üzerinde en etkili olan işlemler en etkiden etkisiz olana doğru 45 dakika

manyetik alana maruz bırakma, kontrol ve 30 dakika manyetik alana maruz bırakma ve 15 dakika manyetik alana maruz bırakma şeklinde oluşmuştur.

Ayrıca; fidan boyu üzerinde manyetik alan uygulamalarının etkisi Şekil 4.7'de gösterilmektedir.



Şekil 4.7 Manyetik alan uygulamasının fidan boyu üzerine etkisi.

Kontrol grubundaki fidanların ortalama fidan boyu 17,96 cm, 15 dakika manyetik alana maruz bırakılan gruptaki fidanların 16,10 cm, 30 dakika manyetik alana maruz bırakılan gruptaki fidanların 17,42 cm ve 45 dakika manyetik alana maruz bırakılan gruptaki fidanların ortalama fidan boyu ise 18,92 cm olarak tespit edilmiştir. Genel olarak bakıldığında en fazla boylanma 45 dakika manyetik alana maruz bırakılan gruptaki fidanlarda gözlenmiştir.

Racuciu vd. (2006)'nın mısır bitkisinde, Kuzugüdenli ve Kaya'nın Karaçam üzerinde, Cramariuc vd., (2005)'in patates üzerinde, Çakmak (2006)'ın kılıç çiçeği ve patates yumruları üzerinde, Martinez (2002)'in buğday üzerinde ve Amaya vd.(1996)'nin domates üzerinde yaptığı çalışmalarda manyetik alanın fidan boyu üzerinde artışa neden olduğu sonuçlarına varılmıştır.

Yine Çakmak (2006), fasulye ve karalahana bitkilerinde; Torres vd. (1999) domates bitkisinde; Tanvir vd. (2011) *Albizzia procera* ve *Leucaena leucocephala* bitkilerinde fidan boyunun arttığını gözlemlemiştir. Fıstıkçanı üzerinde yapılan bu çalışmada ise manyetik alanın fidan boyu üzerinde olumlu yönde bir etki gösterdiği sonucuna varılmıştır.

4.2.1.1 TSE Fidan Boyu Kalite Sınıfları

Elde edilen fidan boyu değerlerinin ortalama değerleri Statgraphics istatistik paket programında belirlenmiş ve fidanların halen yürürlükte bulunan TS 2265/Şubat 1998 kalite sınıflarına dağılımı yapılmıştır (Tablo 4.5; Anon. 1988).

Tablo 4.5 Fidan boyu karakterine göre fidanların TSE kalite sınıfları.

Sınıf / Aralık	Adet / %
I. Sınıf $FB \geq 18$ cm	106 / 44
II. Sınıf $15\text{cm} \leq FB < 18$ cm	99/41
III. Sınıf $FB < 15$ cm	35/ 14

Fidan boyu karakteri kriter alınarak yapılan sınıflandırmada 3 ayrı kalite sınıfı oluşturulmuştur. Bu kalite sınıflarına göre; Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi Üretim Serasında yetiştirilen Devrek Fidanlığı orijinli Fıstıkçamı fidanlarının %44'ü I. sınıfa dahil olurken, %41'i II. sınıfta, %14'ü ise III. sınıfta yer almaktadır.

4.2.2 Kök Boğaz Çapı Gelişimleri İle İlgili Elde Edilen Bulgular

Manyetik alanın kök boğaz çapı üzerinde etkili olup olmadığını tespit etmek için varyans analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuç Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.6 Kök boğaz çapı değerlerine göre elde edilen varyans analizi.

<i>Kaynak</i>	<i>Kareler Toplamı</i>	<i>Serbestlik Derecesi</i>	<i>Ortalama Varyans</i>	<i>F Oranı</i>
Gruplar Arasında	0,111055	3	0,0370182	18,70
Gruplar İçinde	0,467162	236	0,0019795	
Toplam	0,578216	239		

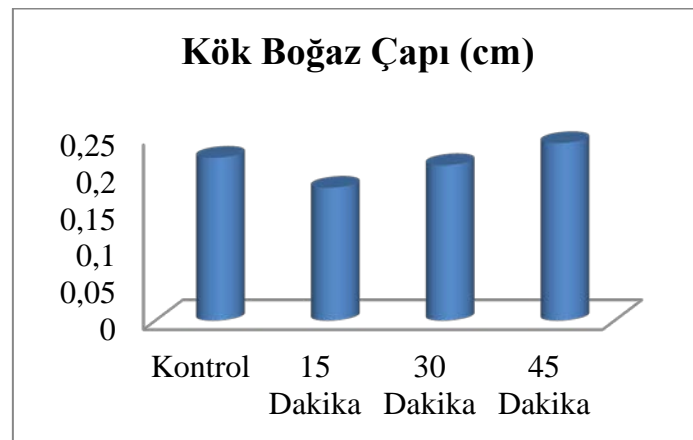
Kök boğaz çaplarına göre yapılan varyans analizi sonucu elde edilen tabloya bakıldığında uygulanan işlemlerin fidan boyları üzerinde %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılık oluşturacak derecede etki ettiği ortaya çıkmıştır. Uygulanan işlemlerin hangisinin fidan boyları üzerinde daha etkili olduğunu tespit etmek için Duncan testi yapılmıştır (Tablo4.7).

Tablo 4.7 Kök boğaz çapı değerlerine göre elde edilen Duncan Testi.

	<i>Örnek Sayısı</i>	<i>Ortalama</i>	<i>Homojen Grup</i>
15 dakika	60	0,1875	a
30 dakika	60	0,214167	b
Kontrol	60	0,222	b
45 dakika	60	0,247833	c

Tablo 4.7 incelendiğinde 3 farklı homojen grup olduğu görülmüştür. Kontrol ile 30 dakika manyetik alana maruz bırakılan fidanların kök boğaz çapı arasında anlamlı farklılık çıkmamıştır. Sırasıyla fidanların kök boğaz çapı üzerinde en etkili olan işlemler en etkili işlemden etkisiz olana doğru 45 dakika manyetik alana maruz bırakma, kontrol ve 30 dakika manyetik alana maruz bırakma ile 15 dakika manyetik alana maruz bırakma şeklinde tecelli etmiştir.

Ayrıca; kök boğaz çapı üzerinde hangi işlemin ne derece etkili olduğu Şekil 4.8'de görülebilmektedir.



Şekil 4.8 Manyetik alan uygulamasının kök boğaz çapı üzerine etkisi.

Kontrol grubuna ait fidanların kök boğaz çapı ortalaması 0,22 cm, 15 dakika manyetik alana maruz bırakılan gruptaki fidanların 0,18 cm, 30 dakika manyetik alana maruz bırakılan gruptaki fidanların 0,21 cm ve 45 dakika manyetik alana maruz bırakılan gruptaki fidanların ortalama kök boğaz çapı 0,24 cm olarak tespit edilmiştir.

Tanvir vd. (2011) *Albizia procera* ve *Leucaena leucocephala* bitkileri üzerinde yaptıkları çalışmalarda manyetik alanın kök boğaz çapı üzerine olumlu etkileri olduğu ortaya konmuştur. Kök boğaz çapının kalın olması, bitkinin susuzluğa karşı dayanıklılığını artırır (Şimşek 1987) ve bitkinin kök sisteminin büyüklüğü ile doğru orantı gösterir (Ürgenç vd.1991). Bu sebeple kök boğaz çapı kalın olan fidanların ağaçlandırma değerleri daha yüksek olur ve daha çok tercih edilirler. Fıstıkçamı üzerinde yapılan bu çalışmada ise manyetik alan uygulaması kök boğaz çapı üzerinde olumlu bir sonuç vermiş, fidanların ağaçlandırma değerlerini yükseltmiştir.

4.2.2.1 TSE Kök Boğaz Çapı Kalite Sınıfları

Elde edilen kök boğaz çapı değerlerinin ortalama değerleri Statgraphics istatistik paket programında belirlenmiş ve fidanların halen yürürlükte bulunan TS 2265/Şubat 1998 kalite sınıflarına dağılımı yapılmıştır (Tablo 4.8; Anon. 1988).

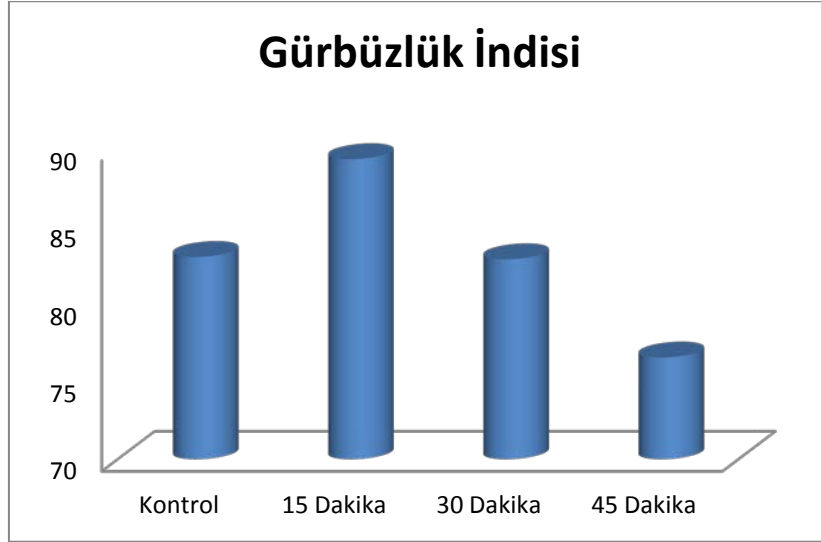
Tablo 4.8 Kök boğaz çapı karakterine göre fidanların TSE kalite sınıfları.

Sınıf / Aralık	Adet / %
I. Sınıf KBC \geq 2 mm	163/ 68
II. Sınıf KBC $<$ 2 mm	77/ 32

Kök boğazı çapı kriter alınarak Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi Üretim Serasında yetiştirilen Devrek orijinli Fıstıkçamı fidanları için iki ayrı kalite sınıfı oluşturulmuştur. Buna göre; Fıstıkçamı fidanlarının %68 'i I. sınıfta, %32'si II. sınıfta yer almıştır.

4.2.3 Gürbüzlük İndisi Değerleri İle İlgili Elde Edilen Bulgular

Uygulanan işlemlerden hangisinin gürbüzlük indisi üzerine ne derece etki ettiğini daha net görebilmek amacıyla Şekil 4.9 oluşturulmuştur.



Şekil 4.9 Manyetik alan uygulamasının gürbüzlük indisi üzerine etkisi.

Kontrol grubunun ortalama gürbüzlük indisi değeri 83,03 olarak, 15 dakika manyetik alana maruz bırakılan gruptaki fidanların 89,31 olarak, 30 dakika manyetik alana maruz bırakılan gruptaki fidanların 82,88 olarak ve 45 dakika manyetik alana maruz bırakılan gruptaki fidanların gürbüzlük indisi değeri de 76,53 olarak tespit edilmiştir.

Tolay (1986), gürbüzlük indisinin (fidan boyu/kök boğazı çapı) fidan kalitesinin belirlenmesinde kullanılabileceğini ve bu oranın fidanlarda 60:1 olmasının fidan için kalite eşiği olarak kabul edildiğini, ancak bu oranın her türe göre ne olması gerektiğinin araştırılması gerektiğini belirtmiştir. Buna karşın Dirik (2008), gürbüzlük indisinin fidanlarda 45:1 olması gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca yapılan diğer bazı çalışmalarda gürbüzlük indisinin fidanların kalite değerlendirmelerinde tek başına kullanılabilecek bir özellik olmadığı ve fidanın diğer özelliklerine de bakılması gerektiği belirtilmiştir (Dirik 1991; Semerci 2002). Fıstıkçamı üzerinde yapılan bu çalışmada ise gürbüzlük indisi her ne kadar manyetik alan uygulamasıyla istenilen değerlere daha yakın sonuçlar vermiş olsa da fidanların kalite durumunun kesin olarak bilinmesi için diğer özelliklere de bakılması tavsiye edilmektedir.

4.2.4 Gövde Taze Ağırlığı Değerleri İle İlgili Elde Edilen Bulgular

Manyetik alanın fidanın gövde taze ağırlığı üzerinde etkili olup olmadıklarını tespit etmek için varyans analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.9’da verilmiştir.

Tablo 4.9 Gövde taze ağırlığına göre elde edilen varyans analizi.

<i>Kaynak</i>	<i>Kareler Toplamı</i>	<i>Serbestlik Derecesi</i>	<i>Ortalama Varyans</i>	<i>F Oranı</i>
Gruplar Arasında	17,4691	3	5,82302	4,36
Gruplar İçinde	315,144	236	1,33536	
Toplam	332,613	239		

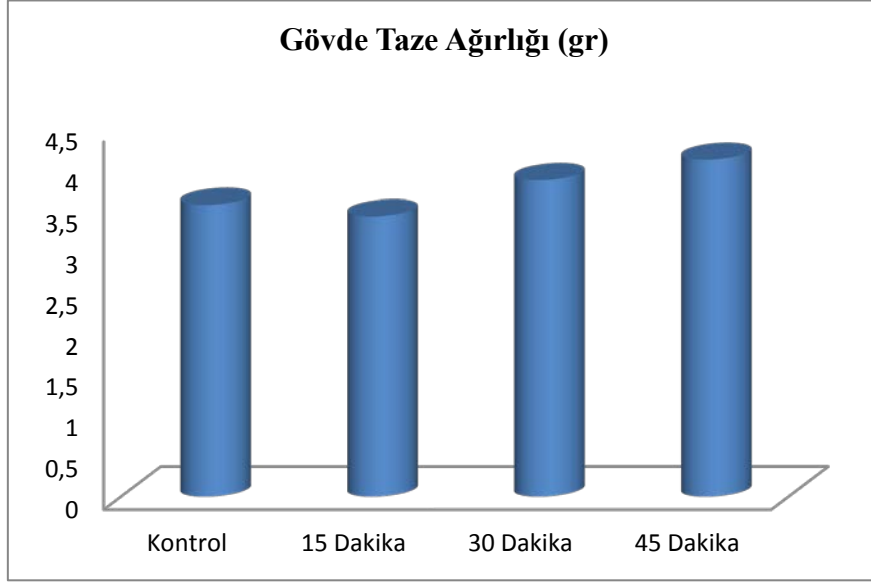
Gövde taze ağırlıklarına göre yapılan varyans analizi sonucu elde edilen tabloya bakıldığında uygulanan işlemlerin gövde taze ağırlıkları üzerinde %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılık oluşturacak derecede etki ettiği ortaya çıkmıştır. Uygulanan işlemlerin hangisinin gövde taze ağırlıkları üzerinde daha etkili olduğunu tespit etmek için Duncan testi yapılmıştır (Tablo 4.10).

Tablo 4.10 Gövde taze ağırlığı değerlerine göre elde edilen Duncan Testi.

	<i>Örnek Sayısı</i>	<i>Ortalama</i>	<i>Homojen Grup</i>
15 dakika	60	3,43133	a
Kontrol	60	3,56783	ab
30 dakika	60	3,87617	bc
45 dakika	60	4,12483	c

Tablo 4.10 incelendiğinde 3 farklı homojen grup olduğu görülmüştür. Kontrol grubuna ait fidanlar hem 15 dakika manyetik alana maruz bırakılan fidanlar ile hem de 30 dakika manyetik alana maruz bırakılan fidanlar ile bir grup oluşturabilecek özellikte çıkmıştır. 30 dakika ile 45 dakika manyetik alana maruz bırakılan fidanlar da bir grup oluşturacak özelliktedirler. Bu durumda fidanların gövde taze ağırlıkları üzerinde sırasıyla 45 dakika, 30 dakika manyetik alana maruz bırakma işlemleri en etkili işlemler olarak görülmektedirler.

Ayrıca; hangi işlemin gövde taze ağırlığı üzerinde ne denli etkili olduğu Şekil 4.10'da görülmektedir.



Şekil 4.10 Manyetik alan uygulamasının gövde taze ağırlığı üzerine etkisi.

Kontrol grubundaki fidanların ortalama gövde taze ağırlığı 3,56 gr, 15 dakika manyetik alana maruz bırakılan grubun ortalama gövde taze ağırlığı 3,43 gr, 30 dakika manyetik alana maruz bırakılan gruptaki fidanların 3,87 gr, 45 derece manyetik alana maruz bırakılan gruptaki fidanların ortalama gövde taze ağırlıkları 4,12 gr olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlardan da anlaşılacağı üzere fidanların gövde taze ağırlığı üzerinde 45 dakika manyetik alana maruz bırakma işleminin etkisi en fazla olmuştur.

Tahir ve Karim (2010), beş farklı nohut çeşidi üzerinde yaptıkları bir çalışmada manyetik alanın gövde taze ağırlığını arttırdığını gözlemlemişlerdir. Fıstıkçamı üzerinde yapılan bu çalışmada da manyetik alan uygulaması gövde taze ağırlıkları üzerinde artışa sebep olmuştur.

4.2.5 Kök Taze Ağırlığı Değerleri İle İlgili Elde Edilen Bulgular

Manyetik alanın fidanın kök taze ağırlığı üzerinde etkili olup olmadıklarını tespit etmek için varyans analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.11'de verilmiştir.

Tablo 4.11 Kök taze ağırlığı değerlerine göre elde edilen varyans analizi.

<i>Kaynak</i>	<i>Kareler Toplamı</i>	<i>Serbestlik Derecesi</i>	<i>Ortalama Varyans</i>	<i>F Oranı</i>
Gruplar Arasında	1,16769	3	0,38923	5,06
Gruplar İçinde	18,1514	236	0,0769126	
Toplam	19,3191	239		

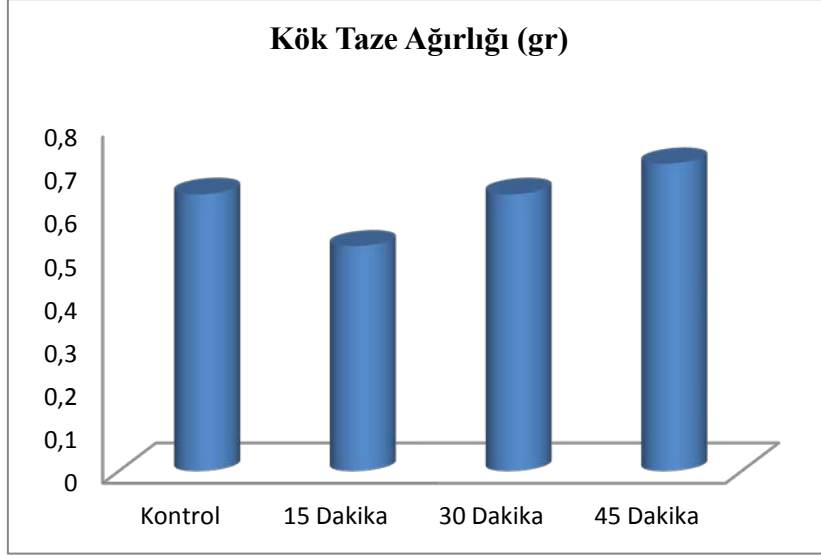
Kök taze ağırlıklarına göre yapılan varyans analizi sonucu elde edilen tabloya bakıldığında uygulanan işlemlerin kök taze ağırlıkları üzerinde %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılık oluşturacak derecede etki ettiği ortaya çıkmıştır. Uygulanan işlemlerin hangisinin kök taze ağırlıkları üzerinde daha etkili olduğunu tespit etmek için Duncan testi yapılmıştır (Tablo 4.12).

Tablo 4.12 Kök taze ağırlığı değerlerine göre elde edilen Duncan Testi.

	<i>Örnek Sayısı</i>	<i>Ortalama</i>	<i>Homojen Grup</i>
15 dakika	60	0,519833	a
Kontrol	60	0,636333	b
30 dakika	60	0,640333	b
45 dakika	60	0,714833	b

Tablo 4.12 incelendiğinde 2 farklı grup olduğu görülmüştür. Kontrol, 30 dakika manyetik alana maruz bırakma ve 45 dakika manyetik alana maruz bırakma işlemleri bir grup 15 dakika manyetik alana maruz bırakma işlemi ayrı bir grup oluşturmuştur. Yani Kontrol, 30 dakika manyetik alana maruz bırakma ve 45 dakika manyetik alana maruz bırakma işlemleri arasında kök taze ağırlıkları bakımından anlamlı bir farklılık çıkmamıştır.

Ayrıca; kök taze ağırlığı konusunda uygulanan işlemlerin etkisi Şekil 4.11'de gösterilmektedir.



Şekil 4.11 Manyetik alan uygulamasının kök taze ağırlığı üzerine etkisi.

Kontrol grubundaki fidanların ortalama kök taze ağırlığı 0,63 gr, 15 dakika manyetik alana maruz bırakılan gruptaki fidanların 0,52 gr, 30 dakika manyetik alana maruz bırakılan gruptaki fidanların 0,64 gr ve 45 dakika manyetik alana maruz bırakılan gruptaki fidanların ise 0,71 gr olarak tespit edilmiştir.

Jansen'ın 1982 yılında; Arteca'nın ise 1996 yılında yaptıkları bazı çalışmalarda manyetik alanın kök taze ağırlığını düşürdüğü sonuçlarına varılmıştır. Bu olumsuz etkinin gibberellin ve sitokinin sentezinin veya aktivitesinin artmasıyla bağlantısı olduğu düşünülmüştür çünkü gibberellinler kök büyümesi üzerine negatif etki oluştururken sitokininler de bitkilerde kök ucuna yakın bölgelerden yan kök oluşumunu olumsuz yönde etkileyebilmektedirler. Fıstıkçanı üzerinde yapılan bu çalışmada da 15 dakika manyetik alana maruz bırakılan gruptaki kök taze ağırlığı düşüşü bu sebebe bağlanabilir. Buna ek olarak; buğday (Fischer vd. 2004), nohut (Tahir ve Karim 2010) ve *Camarosa* çilek çeşidi (Eşitken 2002) üzerinde yapılan çalışmalarda manyetik alanın kök taze ağırlığını arttırdığı sonucuna varılmıştır. Fıstıkçanı üzerinde yapılan bu çalışmada da manyetik alan uygulaması kök taze ağırlığının artmasını sağlamıştır.

4.2.6 Fidan Taze Ağırlığı Değerleri İle İlgili Elde Edilen Bulgular

Manyetik alanın fidanın taze ağırlığı üzerinde etkili olup olmadıklarını tespit etmek için varyans analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.13’ de verilmiştir.

Tablo 4.13 Fidan taze ağırlığı değerlerine göre elde edilen varyans analizi.

<i>Kaynak</i>	<i>Kareler Toplamı</i>	<i>Serbestlik Derecesi</i>	<i>Ortalama Varyans</i>	<i>F Oranı</i>
Gruplar Arasında	26,6834	3	8,89446	4,77
Gruplar İçinde	439,899	236	1,86398	
Toplam	466,582	239		

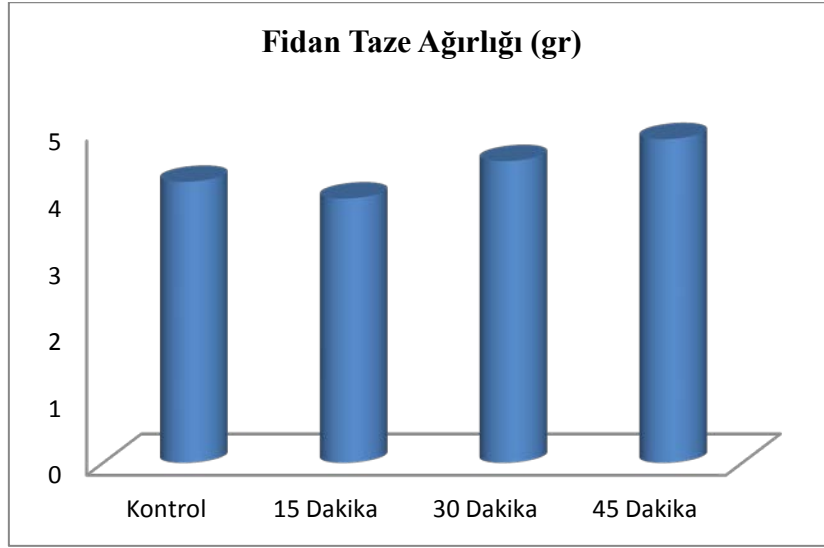
Fidan taze ağırlıklarına göre yapılan varyans analizi sonucu elde edilen tabloya bakıldığında uygulanan işlemlerin fidan taze ağırlıkları üzerinde %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılık oluşturacak derecede etki ettiği ortaya çıkmıştır. Uygulanan işlemlerin hangisinin fidan taze ağırlıkları üzerinde daha etkili olduğunu tespit etmek için Duncan testi yapılmıştır (Tablo 4.14).

Tablo 4.14 Fidan taze ağırlığı değerlerine göre elde edilen Duncan Testi.

	<i>Örnek Sayısı</i>	<i>Ortalama</i>	<i>Homojen Grup</i>
15 dakika	60	3,95117	a
Kontrol	60	4,20417	ab
30 dakika	60	4,5165	bc
45dakika	60	4,83967	c

Tablo 4.14 incelendiğinde 3 farklı homojen grup olduğu görülmüştür. Kontrol grubuna ait fidanlar hem 15 dakika manyetik alana maruz bırakılan fidanlar ile hem de 30 dakika manyetik alana maruz bırakılan fidanlar ile bir grup oluşturabilecek özellikte çıkmıştır. 30 dakika ile 45 dakika manyetik alana maruz bırakılan fidanlar da bir grup oluşturacak özelliktedirler. Bu durumda fidanların fidan taze ağırlıkları üzerinde sırasıyla 45 dakika, 30 dakika manyetik alana maruz bırakma işlemleri en etkili işlemler olarak görülmektedirler.

Ayrıca, fidan taze ağırlığı üzerinde uygulanan işlemlerin etkisi Şekil 4.12’de gösterilmektedir.



Şekil 4.12 Manyetik alan uygulamasının fidan taze ağırlığı üzerine etkisi.

Kontrol grubundaki fidanların ortalama fidan taze ağırlığı 4,2 gr, 15 dakika manyetik alana maruz bırakılan gruptaki fidanların 3,95 gr, 30 dakika manyetik alana maruz bırakılan gruptaki fidanların 4,51 gr ve 45 dakika manyetik alana maruz bırakılan gruptaki fidanların ise 4,84 gr olarak tespit edilmiştir.

Albizia procera Roxb. ve *Leucaena leucocephala* Lam. bitkileri üzerinde yapılan manyetik alan çalışmalarında fidan taze ağırlıklarının arttığı gözlenmiştir (Tanvir vd. 2011). Soğan ve pirinç bitkileri üzerinde yapılan manyetik alan çalışmalarında da fidan taze ağırlıklarında artış olmuştur (Alexander ve Doijode 1995). Fıstıkçamı üzerinde yapılan bu çalışma da fidan taze ağırlığını arttırmış ve literatürdeki çalışmalar ile benzer bir sonuç elde edilmiştir.

4.2.7 Gövde Kuru Ağırlığı Değerleri İle İlgili Elde Edilen Bulgular

Manyetik alanın fidanın gövde kuru ağırlığı üzerinde etkili olup olmadıklarını tespit etmek için varyans analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.15’de verilmiştir.

Tablo 4.15 Gövde kuru ağırlığı değerlerine göre elde edilen varyans analizi.

<i>Kaynak</i>	<i>Kareler Toplamı</i>	<i>Serbestlik Derecesi</i>	<i>Ortalama Varyans</i>	<i>F Oranı</i>
Gruplar Arasında	17,975	3	5,99167	28,69
Gruplar İçinde	49,288	236	0,208848	
Toplam	67,263	239		

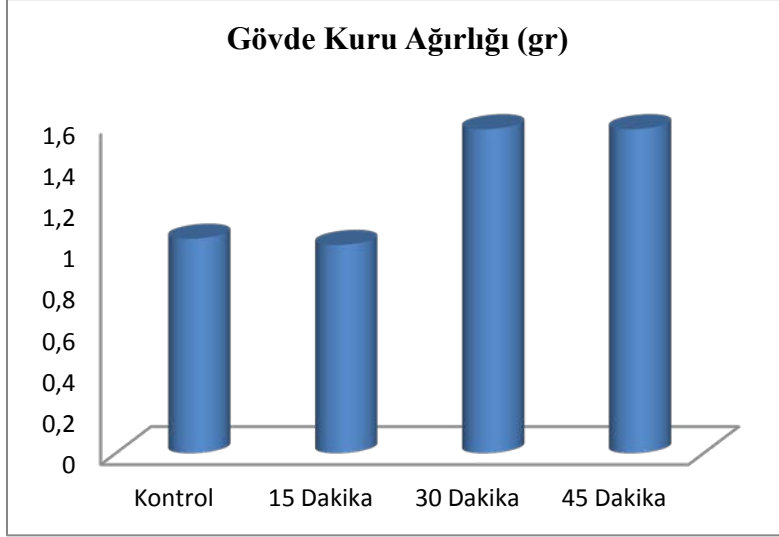
Gövde kuru ağırlıklarına göre yapılan varyans analizi sonucu elde edilen tabloya bakıldığında uygulanan işlemlerin kök kuru ağırlıkları üzerinde %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılık oluşturacak derecede etki ettiği ortaya çıkmıştır. Uygulanan işlemlerin hangisinin gövde kuru ağırlıkları üzerinde daha etkili olduğunu tespit etmek için Duncan testi yapılmıştır (Tablo 4.16).

Tablo 4.16 Gövde kuru ağırlığı değerlerine göre elde edilen Duncan Testi.

	<i>Örnek Sayısı</i>	<i>Ortalama</i>	<i>Homojen Grup</i>
15 dakika	60	1,01183	a
Kontrol	60	1,04233	b
45 dakika	60	1,5735	b
30 dakika	60	1,5745	b

Tablo 4.16 incelendiğinde 2 farklı homojen grup olduğu görülmüştür. Kontrol ile 15 dakika manyetik alana maruz bırakılan fidanların gövde kuru ağırlıkları arasında, 30 dakika ile 45 dakika manyetik alana maruz bırakılan fidanların gövde kuru ağırlıkları arasında da anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır.

Ayrıca, gövde kuru ağırlığı üzerinde uygulanan işlemlerin etkisi Şekil 4.13’de gösterilmiştir.



Şekil 4.13 Manyetik alan uygulamasının gövde kuru ağırlığı üzerine etkisi.

Kontrol grubundaki fidanların ortalama gövde kuru ağırlığı 1,04 gr, 15 dakika manyetik alana maruz bırakılan gruptaki fidanların 1,01 gr, 30 ve 45 dakika manyetik alana maruz bırakılan gruptaki fidanların 1,57 gr olarak tespit edilmiştir. Bu durumda gövde kuru ağırlıkları üzerinde en etkili olan işlemler 45 ve 30 dakika manyetik alana maruz bırakma işlemleri olmuştur. Beş farklı nohut çeşidi üzerinde yapılan bir çalışmada manyetik alanın gövde kuru ağırlığı üzerine olumlu etkileri gözlenmiştir (Tahir ve Karim 2010). Fıstıkçanı üzerinde yapılan bu çalışmada da manyetik alan gövde kuru ağırlığını arttırmıştır.

4.2.8 Kök Kuru Ağırlığı Değerleri İle İlgili Elde Edilen Bulgular

Manyetik alanın fidanın kök kuru ağırlığı üzerinde etkili olup olmadıklarını tespit etmek için varyans analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.17’de verilmiştir.

Tablo 4.17 Kök kuru ağırlığı değerlerine göre elde edilen varyans analizi.

<i>Kaynak</i>	<i>Kareler Toplamı</i>	<i>Serbestlik Derecesi</i>	<i>Ortalama Varyans</i>	<i>F Oranı</i>
Gruplar Arasında	0,817721	3	0,272574	15,75
Gruplar İçinde	4,08443	236	0,0173069	
Toplam	4,90215	239		

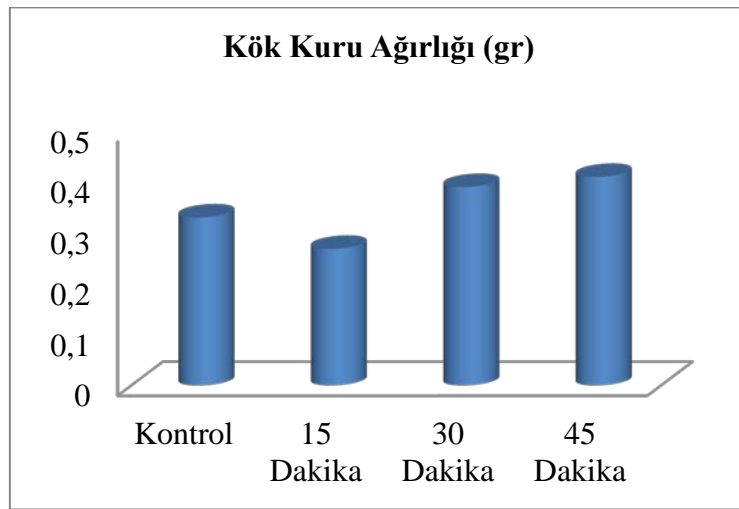
Kök kuru ağırlıklarına göre yapılan varyans analizi sonucu elde edilen tabloya bakıldığında uygulanan işlemlerin kök kuru ağırlıkları üzerinde %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılık oluşturacak derecede etki ettiği ortaya çıkmıştır. Uygulanan işlemlerin hangisinin kök kuru ağırlıkları üzerinde daha etkili olduğunu tespit etmek için Duncan testi yapılmıştır (Tablo 4.18).

Tablo 4.18 Kök kuru ağırlığı değerlerine göre elde edilen Duncan Testi.

	<i>Örnek Sayısı</i>	<i>Ortalama</i>	<i>Homojen Grup</i>
15 dakika	60	0,268	a
Kontrol	60	0,333333	b
30 dakika	60	0,394833	c
45dakika	60	0,418333	c

Tablo 4.18 incelendiğinde 3 farklı homojen grup olduğu görülmüştür. 30 dakika ile 45 dakika manyetik alana maruz bırakılan fidanların kök kuru ağırlıkları arasında anlamlı farklılık çıkmamış diğer işlemlere göre farklı bir grup oluşturmuşlardır. Kontrol ve 15 dakika manyetik alana maruz bırakma işlemleri de ayrı ayrı grup oluşturmuşlardır.

Ayrıca, kök kuru ağırlığı konusunda uygulanan işlemlerin etkisi Şekil 4.14’de gösterilmiştir.



Şekil 4.14 Manyetik alan uygulamasının kök kuru ağırlığı üzerine etkisi.

Kontrol grubuna ait fidanların ortalama kök kuru ağırlığı 0,33 gr, 15 dakika manyetik alana maruz bırakılan gruptaki fidanların 0,26 gr, 30 dakika manyetik alana maruz bırakılan gruptaki fidanların 0,39 gr ve 45 dakika manyetik alana maruz bırakılan gruptaki fidanların ortalama kök kuru ağırlıkları da 0,41 gr olarak tespit edilmiştir. Bu bulgular ışığında kök kuru ağırlıklar üzerinde en etkili olan işlemler sırasıyla 45 ve 30 dakika manyetik alana maruz bırakma işlemleri olmuştur.

Camarosa çilek çeşidi üzerinde yapılan bir çalışmada (Eşitken 2002) manyetik alanın kök kuru ağırlığını olumsuz yönde etkilediği sonucuna varılmıştır. Jansen'ın 1982 yılında; Arteca'nın ise 1996 yılında yaptıkları çalışmalarda da manyetik alan uygulaması yapılan bitkilerde kök kuru ağırlıklarında düşüş gözlenmiştir ve bu durumun gibberellin ve sitokinin sentezinin veya aktivitesinin artmasıyla bağlantısı olduğu düşünülmüştür. Fıstıkçanı üzerinde yapılan bu çalışmada da 15 dakika manyetik alana maruz bırakılan grubun kök kuru ağırlığında kontrole göre azalma gözlenmiştir. Bu olumsuz durum bir çeşit olumsuz etkileşimin sonucu olarak yorumlanabilir.

Bu olumsuz sonuçlar dışında; Buğday bitkisi üzerinde (Fischer vd. 2004), *Cardinal* üzüm çeşidinde (Dardeniz ve Tayyar 2007), patates bitkisi üzerinde (Pittman 1972), yapılan çalışmalarda kök kuru ağırlıkları üzerinde artış gözlenmiştir. Fıstıkçanı üzerinde yapılan bu çalışmada da manyetik alana maruz kalma süresinin artmasıyla kontrole kıyasla kök kuru ağırlıklarında oldukça olumlu bir etki görülmektedir.

4.2.9 Fidan Kuru Ağırlığı Değerleri İle İlgili Elde Edilen Bulgular

Manyetik alanın fidanın kuru ağırlığı üzerinde etkili olup olmadığını tespit etmek için varyans analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.19'da verilmiştir.

Tablo 4.19 Fidan kuru ağırlığı değerlerine göre elde edilen varyans analizi.

<i>Kaynaklar</i>	<i>Kareler Toplamı</i>	<i>Serbestlik Derecesi</i>	<i>Ortalama Varyans</i>	<i>F Oranı</i>
Gruplar Arasında	25,8622	3	8,62073	31,09
Gruplar İçinde	65,4306	236	0,277248	
Toplam	91,2928	239		

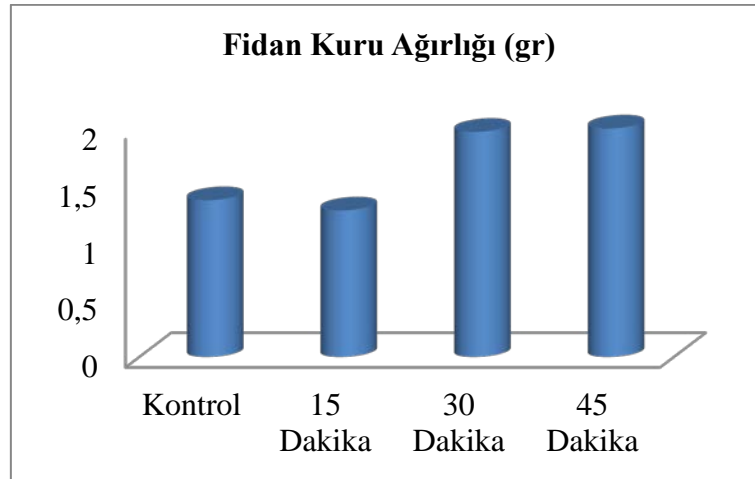
Fidan kuru ağırlıklarına göre yapılan varyans analizi sonucu elde edilen tabloya bakıldığında uygulanan işlemlerin fidan kuru ağırlıkları üzerinde %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılık oluşturacak derecede etki ettiği ortaya çıkmıştır. Uygulanan işlemlerin hangisinin fidan kuru ağırlıkları üzerinde daha etkili olduğunu tespit etmek için Duncan testi yapılmıştır (Tablo 4.20).

Tablo 4.20 Fidan kuru ağırlığı değerlerine göre elde edilen Duncan Testi.

	Örnek Sayısı	Ortalama	Homojen Gruplar
15 dakika	60	1,27983	a
Kontrol	60	1,37567	a
30 dakika	60	1,96933	b
45 dakika	60	1,99183	b

Tablo 4.20 incelendiğinde 2 farklı homojen grup oluştuğu görülmüştür. Kontrol ile 15 dakika manyetik alana maruz bırakılan fidanlar bir, 30 ile 45 dakika manyetik alana maruz bırakılan fidanlar ayrı bir grup oluşturmuşlardır.

Öte yandan fidan kuru ağırlığı üzerinde uygulanan işlemlerin etkisi Şekil 4.15'te gösterilmiştir.



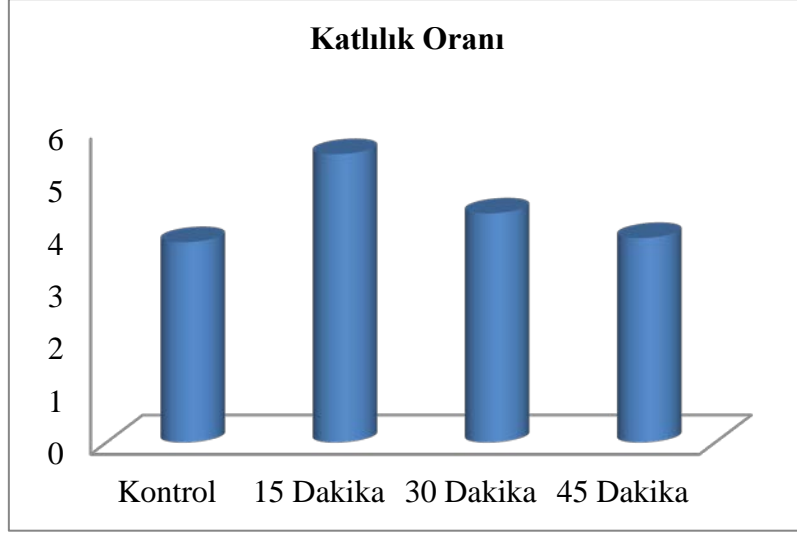
Şekil 4.15 Manyetik alan uygulamasının fidan kuru ağırlığı üzerine etkisi.

Kontrol grubundaki fidanların ortalama fidan kuru ağırlığı 1,37 gr iken 15 dakika manyetik alana maruz bırakılan grubun ortalama fidan kuru ağırlığı 1,28 gr, 30 dakika manyetik alana maruz bırakılan gruptaki fidanların ortalama fidan kuru ağırlığı 1,97 gr, 45 dakika manyetik alana maruz bırakılan grupta ise 2 gr olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre 30 ve 45 dakika manyetik alana maruz bırakılan tohumlardan elde edilen fidanların kuru ağırlıklarının kontrol ve 15 dakika süreyle manyetik alana maruz bırakılan tohumlardan elde edilen fidanlara göre daha yüksek çıktığı, dolayısıyla daha fazla kuru madde içerdiği anlaşılmaktadır. Bu durumda fidanların kuru ağırlıkları üzerinde en etkili olan işlemler sırasıyla 45 dakika ve 30 dakika manyetik alana maruz bırakma işlemleri olmuştur.

Alexander ve Doijode'nin (1995) soğan ve pirinç bitkileri üzerinde yaptıkları bir çalışmada fidan kuru ağırlığında artış gözlenmiştir. Buğday üzerinde yapılan bir başka çalışmada da (Martinez vd. 2002) bitki ağırlıklarında artış gözlenmiştir. Yine domates (URL-2, 2012) üzerinde yapılan çalışmalarda da klorofil miktarının arttığı gözlenmiştir. Eşitken tarafından 2002 yılında *Camarosa* çilek çeşidi üzerinde yapılan bir çalışmada da manyetik alana maruz bırakılan çileklerin gelişimi ve büyümesi artmıştır. Yapılan bazı çalışmalarda da (URL-3, 2013; Tian vd. 1989) benzer sonuçlar elde edilmiştir. Manyetik alan uygulamaları ayçiçeği, tahıl, soya bitkilerinde (Ws vd. 1991; Phirke vd. 1996) de verimi arttırmıştır. Ruzic vd. (1992) 'in kestane (*Castanea sativa*) üzerinde yaptıkları bir çalışmada da manyetik alan uygulaması kök büyümesini arttırmıştır. Bunlara ek olarak manyetik alan çalışmaları ile bitkilerde büyümenin geciktirilmesi konulu çalışmalar da mevcuttur (Bachman ve Reichmanis 1973; Murr 1963-1966). Fıstıkçanı üzerinde yapılan bu çalışmada da manyetik alan uygulaması fidan kuru ağırlıklarının artmasını sağlamıştır. Fidan kuru ağırlıklarının manyetik alan uygulamasıyla artış göstermesi bünyesindeki kuru maddenin artması olarak yorumlanabilir.

4.2.10 Katlılık Oranı Değerleri İle İlgili Elde Edilen Bulgular

Fidanların gövde kuru ağırlığı/kök kuru ağırlığı oranı bize katlılık oranını vermektedir. Manyetik alanın katlılık oranı üzerindeki etkisinin gözlemlenebilmesi için Şekil 4.16 oluşturulmuştur.



Şekil 4.16 Manyetik alan uygulamasının katlılık oranı üzerine etkisi.

Şekil 4.16 incelendiğinde; kontrol grubundaki fidanların ortalama katlılık oranı 3,81 olarak, 15 dakika manyetik alana maruz bırakılan gruptaki tohumlara ait fidanların 5,48 olarak, 30 dakika manyetik alana maruz bırakılan gruptaki tohumlara ait fidanların 4,36 olarak ve 45 dakika manyetik alana maruz bırakılan gruptaki tohumlara ait fidanların 3,89 olarak tespit edildiği görülmektedir.

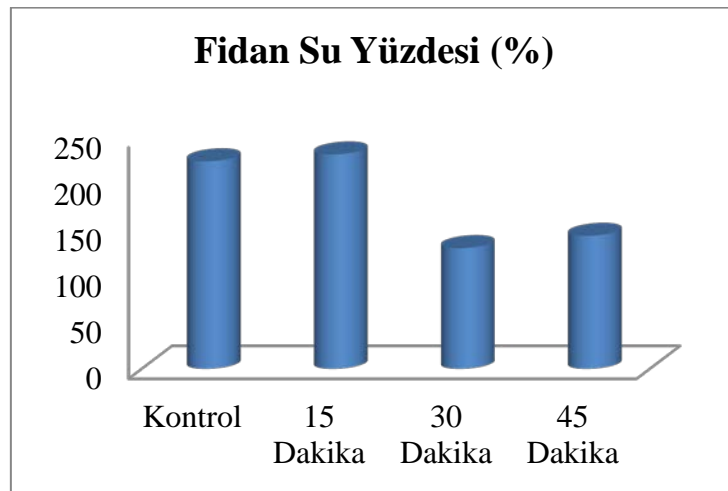
Fidan kalite sınıflandırmalarında bir metrik karakter olarak, gövde/kök kuru ağırlık oranı yaygın olarak kullanılmaktadır. Gövde/kök oranı, gövde ve kök arasındaki uyumu gösterir ve bu uyuma bakılarak fidanın arazi başarısının ne olacağı yönünde karar verilir (Tolay 1983). Ürgenç (1998), normal yetiştirme ortamlarında kök/gövde kuru ağırlık oranının 1/3, kurak yetiştirme ortamlarında 1/2 hatta 1'den büyük olması gerektiğini ifade etmektedir. Bu kaynaklar ışığında; fidanların genellikle gövde/kök oranının yaklaşık 2 olmasının istendiği sonucuna varılmaktadır. Çünkü gövde/kök oranının yüksek olması, fidanların toprak üstü kısmının daha boylu ve hacimli olduğu anlamına gelmekte ve özellikle kurak alanlarda yapılan dikimlerde fidanların su stresinden etkileneceği bildirilmektedir. Tam tersi bir durum olan gövde/kök oranının düşük olması ise kök hacmi ile gövde hacminin birbirine yakın olduğunu, yarı kurak ve kurak mıntikalarda fidanların su stresine dayanma potansiyellerinin yüksek olacağını belirtmektedir. Bu çalışmada kontrol ve 45 dakika manyetik alana maruz bırakma gruplarına ait katlılık değerlerinin 3'e yakın olduğu, 30 dakika ile 15 dakika manyetik alana maruz bırakma işlemlerine ait katlılık değerlerinin de 3'ten uzaklaştığı görülmektedir.

Fidanlıklarda mutlak kuru ağırlık olarak kök ağırlığı/fidan ağırlığı oranı da etkin bir kalite faktörüdür. Bu oran düşük olursa yani fidanın toprak üstü organları daha fazla gelişmişse, ağaçlandırma sahasında bu fidanlar daha fazla transpirasyonla su kaybına uğrayacaklar ve kurak şartlarda bunu telafide güçlük çekeceklerdir. Bu oranın rutubetli yerlerde 1/3 (yani fidanın kuru ağırlık olarak kök ağırlığının 3 katı) olması uygun görülse de kurak yerlere gidildikçe bu oranın 1/2 veya bunun daha üstünde olmasının tercih edilmesi önerilmektedir (Ürgeç 1986).

Fıstıkçanı üzerinde yapılan bu çalışmada da 45 dakika manyetik alana maruz bırakılan grup ve kontrol grubu 3'e yakın çıkmıştır.

4.2.11 Fidan Su Yüzdesi Değerlerine Göre Elde Edilen Bulgular

Uygulanan her bir işleme maruz bırakılan tohumlardan elde edilen fidanların su yüzdeleri ilgili formül kullanılarak tespit edilmiş ve Şekil 4.17'de grafik olarak gösterilmiştir. Buna göre kontrol ve 15 dakika manyetik alana maruz bırakma işlemlerine ait su yüzdeleri 30 ve 45 dakika manyetik alana maruz bırakma işlemlerine ait su yüzdelere göre yaklaşık 2 kat daha fazla çıkmıştır. Fidan taze ve fidan kuru ağırlık değerleri fazla çıkan 30 ve 45 dakika manyetik alana maruz bırakılan tohumlardan elde edilen fidanların daha fazla kuru madde (organik madde v.b.) içermeleri dolayısıyla doğal olarak su yüzdeleri diğer gruptaki fidanlara ait su yüzdesi değerlerinden düşük çıkmıştır.



Şekil 4.17 Manyetik alan uygulamasının fidan su yüzdesi üzerine etkisi.

4.2.12 Kök Uzunluğu Değerlerine Göre Elde Edilen Bulgular

Manyetik alanın fidanın kök uzunluğu üzerinde etkili olup olmadığının tespiti için varyans analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.21’de verilmiştir.

Tablo 4.21 Kök uzunluğu değerlerine göre elde edilen varyans analizi.

<i>Varyans Kaynağı</i>	<i>Kareler Toplamı</i>	<i>Serbestlik Derecesi</i>	<i>Kareler Ortalaması</i>	<i>F Oranı</i>
Örnekler Arasında	2599,64	3	866,545	40,99
Örnekler İçinde	4988,8	236	21,139	
Toplam	7588,43	239		

Kök uzunluğu değerlerine göre yapılan varyans analizi sonucu elde edilen tabloya bakıldığında uygulanan işlemlerin fidan boyları üzerinde %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılık oluşturacak derecede etki ettiği ortaya çıkmıştır. Uygulanan işlemlerin hangisinin kök uzunluğu üzerinde daha etkili olduğunu tespit etmek için Duncan testi yapılmıştır (Tablo 4.22).

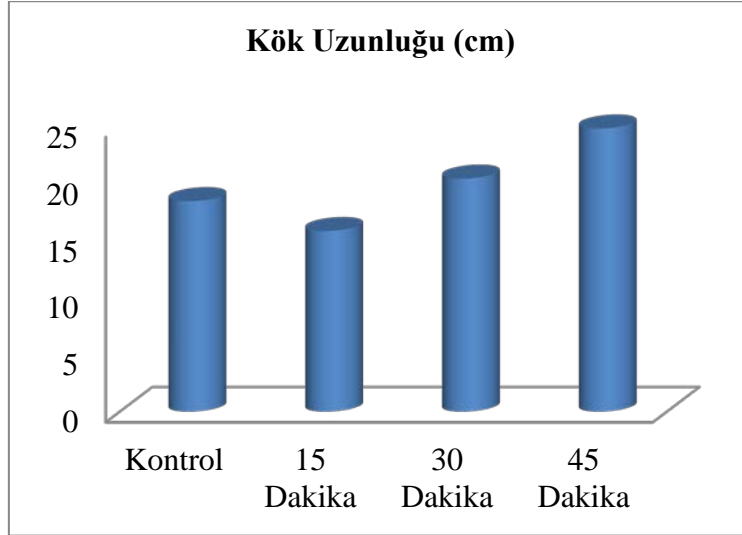
Tablo 4.22 Kök uzunluğu değerlerine göre elde edilen Duncan Testi.

	<i>Örnek Sayısı</i>	<i>Ortalama</i>	<i>Homojen Grup</i>
15 dakika	60	15,8	a
Kontrol	60	18,4283	b
30 dakika	60	20,415	c
45 dakika	60	24,8083	d

Tablo 4.22 incelendiğinde 4 farklı homojen grup olduğu görülmüştür. Sırasıyla kök uzunluğu üzerinde en etkili olan işlemler büyükten küçüğe doğru 45 dakika manyetik alana maruz bırakma, 30 dakika manyetik alana maruz bırakma, kontrol, 15 dakika manyetik alana maruz bırakma şeklinde oluşmuştur. Kök uzunluğu fidanın kurak mıntikalarda gerekli olan suyu taban suyundan tedarik etmesi konusunda önemli bir fonksiyona sahiptir. Dolayısıyla daha uzun kök yapısına sahip fidanların özellikle yarı kurak ve kurak mıntikalarda hayatta

kalma şansları daha fazla olacaktır. Bu açıdan bakıldığında 45 dakika manyetik alana maruz bırakma işleminin kök uzunluğu üzerinde en etkili uygulama olduğu anlaşılmaktadır.

Ayrıca kök uzunluğu üzerinde uygulanan işlemlerin etkisi Şekil 4.18’de gösterilmiştir.



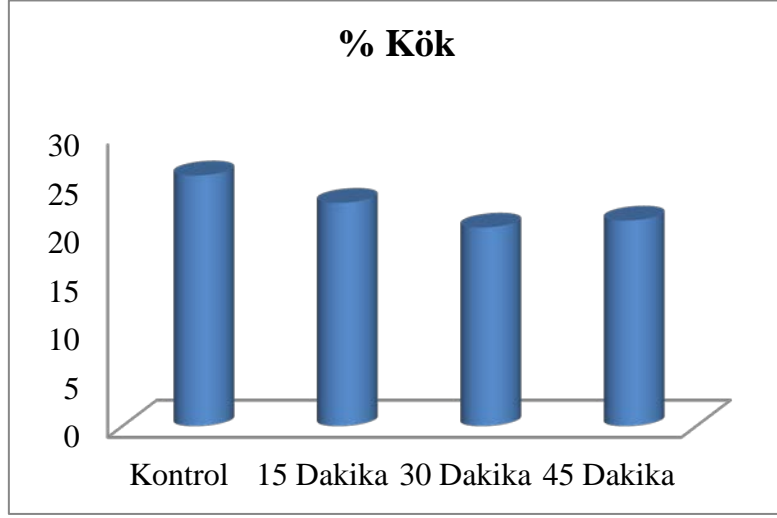
Şekil 4.18 Manyetik alan uygulamasının kök uzunluğu üzerine etkisi.

Eşitken (2002) sera çilekleri üzerinde, Pittman (1972) patates bitkisi üzerinde, Tanvır vd. (2011) *Albizia procera* ve *Laucaena leucicephala* Lam. bitkileri üzerinde, Yalçın ve Tayyar (2011) oğulotu bitkisi üzerinde, Oldaçay (2002) AS 508 ve Nantio ayçiçeği çeşitleri üzerinde, Alexander ve Doijode (1995) soğan ve pirinç bitkileri üzerinde, Kuzugüdenli ve Kaya (2012) Karaçam üzerinde yaptıkları çalışmalarda manyetik alanın kök uzunluğu üzerine olumlu etkileri olduğu sonucuna varmıştır. Fıstıkçanı üzerinde yapılan bu çalışmada da manyetik alan kök uzunluklarının artmasına sebep olmuştur.

4.2.13 % Kök Değerleri İle İlgili Elde Edilen Bulgular

Uygulanan her bir işleme ait tohumlardan elde edilen fidanlarda ölçülen % kök değerleri birbirine çok yakın çıkmış; kontrolde yaklaşık %24, 15 dakika süreyle manyetik alana maruz bırakma işleminde %22, 30 dakika süreyle manyetik alana maruz bırakma işleminde %18 ve 45 dakika süreyle manyetik alana maruz bırakma işleminde ise %19 civarında hesaplanmıştır (Şekil 4.19). 30 ve 45 dakika manyetik alana maruz bırakılan gruba ait fidanların katlılık

oranları daha yüksek çıktığından, yani gövde hacimleri köke göre 2-3 kat daha fazla olduğundan % kök değerleri diğer gruptakilere göre daha düşük çıkmıştır.



Şekil 4.19 Manyetik alan uygulamasının % kök üzerine etkisi.

Uygulanan işlemlerin fidanların kök sistemleri üzerindeki etkileri Şekil 4.20-23'de verilmiştir.



Şekil 4.20 Kontrol grubunun kök gelişimi.



Şekil 4.21 Manyetik alana 15 dakika maruz bırakılan grubun kök gelişimi.



Şekil 4.22 Manyetik alana 30 dakika maruz bırakılan grubun kök gelişimi.



Şekil 4.23 Manyetik alana 45 dakika maruz bırakılan grubun kök gelişimi.

BÖLÜM 5

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada manyetik alanın orman ağacı türü olan fıstıkçamında tohumların çimlenmesi ve bazı fidan morfolojik özellikleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu bağlamda yaklaşık 9,5 mT şiddetindeki bir manyetik alan içerisinde fıstıkçamı tohumları ayrı ayrı 15, 30 ve 45 dakika süreyle bekletilmiş ve kontrol grubu tohumlarla birlikte serada ekilmişlerdir. Bir vejetasyon dönemi sonunda tohumların çimlenme durumları ile 1/0 yaşlı fidanlarda morfolojik karakterlerden fidan boyu, kök boğazı çapı, fidan kuru ve taze ağırlıkları, gürbüzlük ve katlılık değerleri, % kök değeri, fidan su yüzdesi incelenmiştir.

Çalışma sonucunda elde edilen bilgiler ışığında manyetik alan uygulamasının tohumların çimlenmesi ve fidan gelişimi üzerinde istatistiki anlamda %99 güvenle etkili olduğu belirlenmiştir.

Manyetik alan uygulaması sonucunda kontrol grubuna ait tohumların çimlenme yüzdesi %31 civarında iken 45 dakika manyetik alana maruz bırakılan gruptaki tohumların %52 civarında olduğu tespit edilmiştir. 30 dakika manyetik alana maruz bırakılan gruptaki tohumların çimlenme yüzdesi ise %48 civarında olmuştur.

Manyetik alan uygulamasının tohumların çimlenme enerjisi üzerindeki etkisine bakıldığında 30 dakika manyetik alana maruz bırakılan tohumlarda %41 ile en yüksek seviyede olduğu, 45 dakika manyetik alana maruz bırakılan tohumlarda ise %13 civarında, kontrol tohumlarında ise %4 civarında olduğu belirlenmiştir.

Fidan boyu ve kök boğazı çapı değerleri en yüksek çıkan fidanlar 45 dakika manyetik alana maruz bırakılan tohumlardan elde edilmiştir. Kontrol grubuna ait tohumlar ile 30 dakika manyetik alana maruz bırakılan tohumlardan elde edilen fidanların fidan boyu ve kök boğaz çapı değerleri arasında ise anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

Fidan taze ağırlıkları, gövde taze ağırlıkları, kök taze ağırlıkları, fidan kuru ağırlıkları, gövde kuru ağırlıkları ve kök kuru ağırlıkları üzerinde 45 ve 30 dakika manyetik alana maruz bırakma işlemleri kontrol grubuna kıyasla daha etkili olduğu belirlenmiştir. Öte yandan fidan su yüzdesine ait grafik ile fidan kuru ağırlıklarına ait grafikler tam birbirlerinin tersi olacak şekilde şekillenmiştir. Fidan kuru ağırlıkları kontrol ve 15 dakika manyetik alana maruz bırakılan fidanlara göre daha fazla olan 45 ve 30 dakika manyetik alana maruz bırakma işlemine maruz fidanlarda su yüzdesi değerleri kontrol ve 15 dakika manyetik alana maruz bırakılan fidanlardan daha az çıkmıştır. Bu durumda 30 ve 45 dakika manyetik alana maruz bırakılan fidanların ürettiği madde miktarı daha fazla olmuş buna karşın su yüzdeleri daha düşük çıkmıştır.

Uygulanan işlemlerin gürbüzlük değerleri üzerindeki etkisine bakıldığında kalite gösterge sınırı olan 45:1 oranına en yakın değerlere 45 dakika manyetik alana maruz bırakılan gruptaki fidanlardan elde edildiği, 30 dakika manyetik alana maruz bırakma ile kontrol grubu fidanların aralarında farklılık göstermediği ve 82:1 oranında oldukları belirlenmiştir. Katlılık değerlerine bakıldığında 45 dakika manyetik alana maruz bırakma işlemi ile kontrol grubu fidanlara ait değerlerin birbirine benzer ve kalite gösterge sınırı olan 3'e yakın oldukları, 30 dakika manyetik alana bırakma işlemine ait fidanlarda 4'ün üzerinde, 15 dakika manyetik alana maruz bırakma işlemine ait fidanlarda ise 5'in üzerinde bir değer çıkmıştır.

Yapılan bu çalışma neticesinde manyetik alanın orman ağacı türü olan fıstıkçamında tohumların çimlenmesi ve fidan özellikleri üzerinde etkili olduğu istatistiki olarak tespit edilmiş olmasına rağmen uygulama çalışmalarında daha etkin bir şekilde kullanılması için aşağıda belirtilen alanlarda da detaylı çalışmaların yapılması gerekmektedir.

- Manyetik alana maruz bırakılma süresinin artması bu çalışmada en etkili sonuçların elde edilmesini sağlamıştır. Buna karşın daha uzun sürelerin veya daha şiddetli manyetik alan koşullarının fıstıkçamında nasıl bir etkide bulunacağını da araştırılması gerekmektedir.
- Bu çalışmada elde edilen sonuçlar 1 yaşındaki fıstıkçamı fidanlarına aittir. Manyetik alan etkisinin daha yaşlı fidanlarda etkisinin nasıl değiştiği de araştırılmalıdır.

- Manyetik alan uygulamasının çimlenme engeli olan türlerde de denenip, engelin giderilmesi için alternatif bir yöntem olup olmadığı tespit edilmelidir.
- Literatürde, manyetik alana maruz bırakılan toprakta yetişen ürünlerde sonradan kazanılan bazı özelliklerin 3. nesile kadar aktarıldığı sonucuna varılmıştır. Islah konusunda çok önemli olan bu sonucun orman ağacı türlerinde geçerli olup olmadığının anlaşılabilmesi için detaylı genetik araştırmalar yapılmalıdır.
- Manyetik alan, literatürde belirtildiği üzere bitki üzerinde zararlı etki yapan mantar, bakteri ve böceklerin yok edilmesi konusunda da uygun bir çözüm yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sebeple bu konularda da manyetik alan etkisinin sonuçları ortaya konmalıdır.
- Bu faydalara ve olumlu etkilere karşın manyetik alana uzun süre ya da yüksek şiddette maruz bırakılan bitkilerde bazı olumsuz etkilere de rastlanmıştır. Elektromanyetik alanların, hangi bitki türlerinde, hangi dozda, hangi sürede yararlı olabileceğinin kesin olarak saptanması için daha fazla bilimsel çalışmaya gerek duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Aarholt, E., Flinn, E.A. ve Smith, C.W.** (1981) Effects of low frequency magnetic fields on bacterial growth rate. *Physics in Medicine and Biology*, 26: 613-616.
- Ahmet, E.** (2003) Effects of magnetic fields on yield and growth in strawberry ‘Camarosa’. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 78: 145–147.
- Akgül, M.E. ve Yılmaz, A.** (1989) *Türkiye’de Fıstıkçamı’nın (Pinus pinea L.) Ekolojik Özellikleri*. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları: 215, 37s.
- Akoyunoglou, G.** (1964) Effect of magnetic field on carboxydismutase. *Nature*, 4931: 452-454.
- Alexander, M.P. ve Doijode, S.D.** (1995) Electromagnetic field, a novel tool to increase germination and seedling vigor of conserved onion (*Allium cepa*, L.) and rice (*Oryza sativa* L.) seeds with low viability. *Plant Genet Resour Newsletter*, 104: 1-5.
- Anşin, R. ve Özkan, Z.C.** (1993) *Tohumlu bitkiler (spermatophyta) odunsu taksonlar*. K.T.Ü. Yayınları, Yayın No: 167, Fakülte No: 19, Trabzon, 512 s.
- Anonim** (1988) İğne yapraklı ağaç fidanları, TS 2265/Şubat-1988. *TSE Yayınları*, Ankara.
- Anonim** (2004) Türkiye Ulusal Ormancılık Programı (2004-2023). Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Anonim** (2006) Fıstıkçamı Eylem Planı (2006 – 2010), Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim** (2012) Türkiye Orman Varlığı, Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dergisi Başkanlığı. Yayın No: 85. Envanter Serisi No:12, Ankara.
- Arteca, R.N.** (1996) *Plant Growth Substances, Principles and Applications*. Chapman & Hall, New York, 260s.
- Aslan, S.** (1991) Güneydoğu Anadolu Bölgesinde İyi Gelişim Gösteren Bazı İğne Yapraklı Ağaç Türlerinin Seçimi (1988 Yılı Sonuçları). *Ormancılık Araştırma Enstitüsü*, Teknik Bülten Serisi No: 216, Ankara.
- Atak, Ç., Alikamanoğlu, S., Danilov, V., Rzakoulieva, A., Yurttaş, B. ve Topçul, F.** (2000) Effect of magnetic field on paulownia seeds. *Com. J.I.N.R. Dubna*, E19-2000-231, 1-14.
- Bachman, C.H. ve Reichmanis, M.** (1973) Some effects of high electrical fields on barley growth. *International Journal of Biomaterials*, 17: 253-262.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Belyavskaya, N.A.** (2004) Biological effects due to weak magnetic field on plants. *Advances in Space Research*, 34: 1566-1574.
- Bhatnagar, D. ve Deb, A.R.** (1978) Some aspects of pregermination exposure of wheat deeds to magnetic field II. effect on some physiological processes. *Seed Research*, 6: 14-22.
- Bilgin, F.** (1999) Orman ikincil ürünlerinden çam fıstığı ve ihracatı üzerine bir inceleme. *Ege Orman Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 1: 66-72.
- Bilgin, F.** (2001) Fıstıkçamı ve Türkiye açısından önemi. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, *TAYEK/TYUAP Bildirileri*, 102: 40-50.
- Bilgin, S.** (2008) Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.)'nın Tohum- Fidan İlişkileri ve Fidanlıkta Fidan Yetiştirme Teknikleri. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta, 168s.
- Blank, M. ve Goodman, R.** (1997) Do Electromagnetic fields interact directly with DNA. *Bioelectromagnetics*, 18(2): 111-115.
- 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.
- 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.
- Cossarizza, A., Monti, D., Bersani, F., Cantini, M., Cadossi, R., Sacchi, A. ve Franceschi, C.** (1989) Extremely low frequency pulsed electromagnetic fields increase cell proliferation in lymphocytes from young and aged subjects. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 160(2): 692-698.
- Cramariuc, R.** (2005) The biological effect of the electrical field treatment on the potato seed: agronomic evaluation. *Journal of Electrostatics*, 63: 837-846.
- Dardeniz, A. ve Tayyar, Ş.** (2007) Elektromanyetik alanın *Cardinal* üzüm çeşidi kalemelerinin vejetatif gelişimi üzerindeki etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (1): 23-28.
- Dirik, H.** (1991) Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)' da Bazı Önemli Fidan Karakteristikleri İle Dikim Başarısı Arasındaki İlişkileri. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 116 s.
- Dirik, H.** (2008) *Plantasyon (Bitkilendirme ve Dikim) Teknikleri*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İstanbul, 542s.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Doğu, D.** (1993) Suni Olarak Yetiştirilen Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.)'nda Bazı Anatomik, Fiziksel ve Mekanik Özellikler. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 140s.
- Eshtiaghi, M.N. ve Knorr, D.** (2002) High electric field pulse treatment: potential for sugar beet processing. *Journal of Food Engineering*, 52(3): 265-272.
- Eşitken, A.** (2002) Serada yetiştirilen çilekte manyetik alan uygulamasının etkileri, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34 (1): 25-27.
- Fırat, F.** (1943) Fıstıkçamı ormanlarımızda meyve ve odun verimi bakımından araştırmalar ve bu ormanların amenajman esasları. *Yüksek Ziraat Enstitüsü Yayınları*, 141: 161s.
- Fischer, G., Tausz, M., Köck, M. ve Gril, D.** (2004) Effects of weak 16-Hz magnetic fields on growth parameters of young sunflower and wheat seedlings. *Bioelectromagnetics*, 25: 638-641.
- Flaumenbaum, B.L.** (1968) Anwendung von elektroplasmolyse beider herstellung von fruchtsaften. *Flüssiges Obst*, 35: 19-20.
- Gezer, A. ve Aslan, S.** (1980) Güneydoğu Anadolu Bölgesinde iyi gelişim gösteren bazı iğne yapraklı ağaç türlerinin seçimi üzerine araştırmalar. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, 103: 42 s.
- Gholami, A. ve Sharafi, S.** (2010) Effect of magnetic field on seed germination of two wheat cultivars. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 62: 279-282.
- Goodman, E.M., Greenebaum, B. ve Marron, M.T.** (1995) Effects of electromagnetic fields on molecules and cells, *International Review of Cytology*, 158: 279-338.
- Gubbels, G.H.** (1982) Seedling growth and yield response of flax, buckwheat, sunflower and field pea after preseeding magnetic treatment. *Canadian Journal of Plant Science*, 62: 61- 64.
- Hart, F.X. ve Schottenfeld, R.S.** (1979) Evaporaiton and plant damage in electric fields. *International Journal of Biomaterials*, 23: 63-68.
- Hoong, N.G.K.** (2003) Non-ionizing radiations—sources, biological effects, emissions and exposures, proceedings of the international conference on non-ionizing radiation at UNITEN (ICNIR), *Electromagnetic Fields and Our Health*, 1-16.
- Hulsheger, H., Potel, J. ve Niemann, E.G.** (1983) Electric field effects on bacteria and yeast cells. *Radiation and Environmental Biophysics*, 22: 149-162.
- Huş, S.** (1954) Fıstıkçamından terebentin elde etme yöntemleri, *Orman Genel Müdürlüğü*, 104: 9, 149s.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Jansen, H.** (1982) *Bahçe ziraatında büyütücü ve engelleyici maddelerin kullanılması ve önemi* (Çeviren: Muharrem GÜLERYÜZ). Atatürk Üniversitesi Yayınları: 599, Erzurum, 130s.
- 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.
- Kayacık, H.** (1980) *Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği, Gymnospermae (Açık Tohumlular)*. I. Cilt, İstanbul Üniversitesi Yayınları: 2642, Fakülte No: 281, İstanbul, 388 s.
- Kılıcı, M., Sayman, M. ve Akbin, G.** (2000) *Batı Anadolu'da Fıstıkçamı (Pinus pinea L.)'nin Gelişmesini Etkileyen Faktörler*. Orman Bakanlığı Yayın No: 115, İzmir Orman Toprak Laboratuvar Müdürlüğü Yayın No: 9, İzmir, 130 s.
- Kılıcı, M., Sayman, M. ve Akbin, G.** (2006) Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.) Kurak ve Yarı Kurak Bölge Ağaçlandırmaları İçin Uygun Bir Tür Müdür?. *Türkiye'de Yarı Kurak Bölgelerde Yapılan Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Uygulamalarının Değerlendirilmesi Çalıştayı* (7-10 Kasım 2006), I. Cilt, Ankara, 343-352 s.
- Kılıç, S. ve Çavuşoğlu, K.** (2009) İncir (*Ficus carica*) yapraklarının bazı anatomik parametreleri üzerine elektromanyetik alan stresinin etkileri. *Biological Diversity and Conservation*, 2(3): 107-111.
- 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.
- Kuzugüdenli, E. ve Kaya, C.** (2012) Karaçamın (*Pinus nigra* Arnold.) çimlenmesi ve gelişimi üzerine manyetik alanın etkisi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5(2): 31-34.
- Lebedev, I.S., Baranskii, P.I., Litvinenko, L.G. ve Shiyan, L.T.** (1975) Physiobiochemical characteristics of plants after presowing treatment with a permanent magnetic field. *Fiziologiya Rastanii*, 22(1): 103-109.
- Lebedev, I.S., Litvinenko, L.G. ve Shiyan, L.T.** (1977) After-effect of a permanent magnetic field on photochemical activity of chloroplasts. *Soviet Plant Physiology*, 24: 394–395.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Li, G.L. ve Yang, Y.L.** (1996) Influence of electromagnetic field on the super-weak luminosity and ATP content in germinating mung bean (*Phaseolus aureus* Roxb.) CAB Abstracts 1-10, *Journal of Southwest Agriculture University*, 17(2): 176-178.
- Martinez, E., Carbonell, V.M. ve Florez, M.** (2002) Magnetic biostimulation of initial growth stages of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Electromagnetic Biology and Medicine*, 21(1): 43-53.
- Miyakoshi, J., Kitagawa, K. ve Takebe, H.** (1997) Mutation induction by high-density, 50 Hz magnetic fields in human MeWo cells exposed in the DNA synthesis phase. *International Journal of Radiation Biology*, 71(1): 75-79.
- Moon, J.D. ve Chung, H.S.** (2000) Acceleration of germination of tomato seed by applying AC electric and magnetic fields. *Journal of Electrostatics*, 48: 103-114.
- Murr, L.E.** (1963) Plant growth response in a stimulated electric field environment. *Nature*, 200: 490-491.
- Murr, L.E.** (1964) Mechanism of plant-cell damage in an electrostatic field. *Nature*, 201: 1305-1306.
- Murr, L.E.** (1965) Plant growth response in electrostatic field. *Nature*, 207: 1177-1178.
- Oldaçay, S.Y.** (2002) Gama Radyasyonuyla Işınlanmış Ayrıceği Çeşitlerinin Üzerine Manyetik Alanın Etkisi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, İstanbul, 127s.
- Penuelas, J., Llusia, J., Martinez, B. ve Fontcuberta, J.** (2004) Diamagnetic susceptibility and root growth responses to magnetic fields in *Lens culinaris*, *Glycine soja* and *Triticum aestivum*, *Electromagnetic Biology and Medicine*, 23: 97-112.
- Phirke, P.S., Kubde, A.B. ve Umbarkar, S.P.** (1996) The influence of magnetic field on plant growth. *Seed Science and Technology*, 24: 375-392.
- Pietruszewski, S.** (1993) Effect of magnetic seed treatment on yields of wheat. *Seed Science and Technology*, 21: 621-626.
- Pittman, U.J.** (1963) Magnetism and plant growth. *Canadian Journal of Plant Science*, 43: 513-518; *ibid.*, 52: 727-733 (Sept. 1972); *ibidem*, 44: 283-287 (May 1964); *ibidem*, 47: 389-393 (July 1967); *ibidem*, 50: 350 (May 1970); *ibidem*, 51: 64-65 (January 1971).
- Prasad, K.G., Hashinga, F. ve Shintani, R.** (1996) Effect of high electric fields on some fruits and vegetables. *Journal Japon Society Sold Preserved Food*, 22: 17-22.
- Racuciu, M., Calugaru, G.H. ve Creanga, D.E.** (2006) Static magnetic field influence on some plant growth. *Romanian Journal of Physics*, 51: 245- 251.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Rapley, B.I., Rowland, R.E., Page, W.H. ve Podd, J.V.** (1998) Influence of extremely low frequency magnetic fields on chromosomes and the mitotic cycle in *Vicia faba* L., the broad bean. *Bioelectromagnetics*, 19: 152-161.
- Ruzic, R., Jerman, I., Jeglic, A. ve Fefer, D.** (1992) Electromagnetic stimulation of buds of *Castanea sativa* Mill. in tissue culture. *Electro-and Magnetobiology*, 11: 145–155.
- Scarfi, M.R., Lioi, M.R., Zeni, O., Franceschetti, G., Franceschi, C. ve Bersani, F.** (1994) Lack of chromosomal aberration and micronucleus induction in human lymphocytes exposed pulsed magnetic field. *Mutation Research*, 306(2): 129-133.
- Semerci, A.** (2002) Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) Fidanlarına Ait Bazı Morfolojik ve Fizyolojik Karakteristikler İle İç Anadolu'daki Dikim Başarısı Arasındaki İlişkiler. *İç Anadolu Orman Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Teknik Bülten No: 279, Ankara, 142 s.
- Serway, R.A.** (1996) *Fen ve Mühendisler için Fizik 2*, Palme Yayıncılık, Ankara, 632s.
- Sidaway, G.H. ve Asprey, G.F.** (1968) Influence of electrostatic fields on plant respiration. *International Journal of Biomaterials*, 12: 321-329.
- Stagg, R.B., Hawel, L.H., Pastorian, K., Cain, C., Adey, W.R. ve Buys, C.V.** (2001) Effect of immobilization and concurrent exposure to a pulse-modulated microwave field on core body temperature, plasma ACTH and corticosteroid and brain ornithine decarboxylase, fos and jun mRNA. *Radiation Research*, 155: 584-592.
- Stenz, H.G., Wohlwend, B. ve Weisenseel, H.M.** (1997) Weak AC electric fields promote root growth and ER abundance of root cap cells. *Bioelectrochemistry and Bioenergetics*, 44: 261-269.
- Tanvir, M.A., Haq, Z., Hannan, A., Nawaz, M.F., Siddiqui, M.T. ve Shah, A.H.** (2011) Exploring the growth potential of *Albizia procera* and *Leucaena leucocephala* as influenced by magnetic fields, *TUBITAK Research Article*, 36: 757-763.
- Tian, W.X., Kuang, Y.L. ve 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.
- Tolay, U.** (1983) Hendek orman fidanlığında Uludağ Göknaarı (*Abies bornmülleriana* Mattf.)'nın yetiştirilmesi tekniği ile fidan kalitesi ve dikim başarısı arasındaki ilişkiler üzerine araştırmalar. *Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü*, Yıllık Bülten, 19: 49-448.
- Tolay, U.** (1986) Ağaçlandırmada fidan tutma ve büyümesine etkili olan faktörler. *Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 1: 61-83.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Townsend, J.S.** (1912) The Diffusion and mobility of ions in magnetic field, series A, containing papers of a mathematical and physical character. *Proceedings of The Royal Society of London*, 86(590): 571–577.
- URL-1** (2000) <http://www.rexresearch.com/hhusb/hh5elc.htm>, Hemp Husbandry, 20 Ağustos 2013.
- URL-2** (2012) <http://www.conifers.org/pi/pin/pinea.htm>, The Gymnosperm Database, 23 Kasım 2012.
- URL-3** (2013) <http://www.rexresearch.com/articles/elcultur.htm#ECref>, Electro-Culture, 24 Aralık 2013.
- Ürgenç, S.** (1986) *Ağaçlandırma Tekniği*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 3314, Fakülte Yayın No: 3f75, İstanbul, 525s.
- Ürgenç, S., Alptekin, C.Ü. ve Dirik, H.** (1991) *Orman Fidanlıklarında Üretim ve Kalite Sorunları*. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı, Türkiye I. Fidancılık Sempozyumu, 26-28 Ekim 1987, Tokat, 325-340s.
- Ürgenç, S.** (1998) *Ağaçlandırma Tekniği*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 441, Emek Matbaacılık, İstanbul, 355s.
- Vorobiev, E., Andre, A., Bouzrara, H. ve Bazhal, M.** (2000) Procède d'extraction de luquide d'un materiau cellulaire, et dispositifs de mise en ouvre du dit procède. *Demande De Brevet en France*, No: 0002159.
- WS, E., Lian, C.C., Zhang, J.L. ve Sh, E.** (1991) Effects of magnetization on the main characters of soybean. *Oil Crops of China*, 4: 16-38.
- Yahyaoglu, Z. ve Genç, M.** (2007) *Fidan Standardizasyonu*, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi, Yayın No: 75, Isparta, 76-452s.
- Yahyaoglu, Z., Güney, D., Turna, İ. ve Atar, F.** (2011) Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.)'nda bazı morfolojik özelliklere bağlı varyasyonların belirlenmesi, *I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu*, 26-28 Ekim 2011, Kahramanmaraş.
- Yalçın, S. ve Tayyar, Ş.** (2011) Oğulotu tohumlarının çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine manyetik alanın etkisi, *Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 21(3): 190-197.
- Yaltırık, F.** (1993) *Dendroloji: Gymnospermae (Açık Tohumlular)*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 3443, İstanbul, 320s.
- Zook, B.C. ve Simmens, S.J.** (2001) The effects of 860 MHz radiofrequency radiation on the induction or promotion of brain tumors and other neoplasms in rats. *Radiation Research*, 155: 572-583.

EK-1. Kontrol grubundaki fidanlara ait veriler.

	KU	FB (cm)	KBÇ (cm)	Gİ	KTA (g)	GTA (g)	FTA (g)	KKA (g)	GKA (g)	FKA (g)	KO	% Kök	Fidan Su Yüzdesi (%) (FSY)
1	10,50	18,50	0,187	98,93	0,23	3,11	3,34	0,10	0,70	0,80	7,00	12,50	317,50
2	15,50	17,00	0,180	94,44	0,22	2,35	2,57	0,04	0,61	0,65	15,25	6,15	295,38
3	16,50	14,50	0,162	89,51	0,27	1,70	1,97	0,16	0,51	0,67	3,19	23,88	194,03
4	13,50	16,50	0,183	90,16	0,39	2,60	2,99	0,22	0,71	0,93	3,23	23,66	221,51
5	30,00	21,50	0,287	74,91	1,46	6,03	7,49	0,50	2,11	2,61	4,22	19,16	186,97
6	16,00	19,00	0,111	171,17	0,50	2,90	3,40	0,27	0,92	1,19	3,41	22,69	185,71
7	18,00	18,50	0,230	80,43	0,55	3,40	3,95	0,36	1,18	1,54	3,28	23,38	156,49
8	17,50	15,50	0,161	96,27	0,22	2,04	2,26	0,09	0,60	0,69	6,67	13,04	227,54
9	17,50	16,50	0,210	78,57	0,54	2,91	3,45	0,33	1,20	1,53	3,64	21,57	125,49
10	25,00	19,50	0,277	70,40	0,87	4,20	5,07	0,52	1,51	2,03	2,90	25,62	149,75
11	27,50	20,00	0,262	76,34	0,93	4,86	5,79	0,48	1,67	2,15	3,48	22,33	169,30
12	17,00	17,50	0,177	98,87	0,35	2,56	2,91	0,19	0,63	0,82	3,32	23,17	254,88
13	24,50	21,50	0,322	66,77	1,36	5,66	7,02	0,65	1,87	2,52	2,88	25,79	178,57
14	21,50	19,00	0,250	76,00	0,83	4,66	5,49	0,48	1,69	2,17	3,52	22,12	153,00
15	21,00	14,50	0,189	76,72	0,40	2,02	2,42	0,29	0,81	1,10	2,79	26,36	120,00
16	19,00	15,50	0,228	67,98	0,60	3,00	3,60	0,32	1,02	1,34	3,19	23,88	168,66
17	18,50	18,00	0,270	66,67	0,82	4,23	5,05	0,37	1,43	1,80	3,86	20,56	180,56
18	22,00	17,00	0,268	63,43	0,70	3,50	4,20	0,39	1,25	1,64	3,21	23,78	156,10
19	19,00	15,00	0,200	75,00	0,48	2,34	2,82	0,37	0,94	1,31	2,54	28,24	115,27
20	14,50	16,50	0,202	81,68	0,39	3,03	3,42	0,29	0,93	1,22	3,21	23,77	180,33
21	15,00	18,50	0,198	93,43	0,42	3,11	3,53	0,35	1,07	1,42	3,06	24,65	148,59
22	12,50	16,50	0,150	110,00	0,26	2,09	2,35	0,07	0,70	0,77	10,00	9,09	205,19
23	25,50	19,50	0,272	71,69	1,02	5,06	6,08	0,44	1,66	2,10	3,77	20,95	189,52
24	21,00	17,00	0,234	72,65	0,64	3,31	3,95	0,27	1,19	1,46	4,41	18,49	170,55
25	18,00	15,00	0,226	66,37	0,64	3,14	3,78	0,18	1,11	1,29	6,17	13,95	193,02
26	15,00	18,50	0,220	84,09	0,50	3,27	3,77	0,27	1,08	1,35	4,00	20,00	179,26
27	23,00	20,00	0,253	79,05	0,75	4,40	5,15	0,37	1,56	1,93	4,22	19,17	166,84
28	17,00	20,50	0,271	75,65	1,01	5,63	6,64	0,38	1,70	2,08	4,47	18,27	219,23
29	16,50	21,50	0,278	77,34	0,82	5,78	6,60	0,26	2,03	2,29	7,81	11,35	188,21
30	20,00	18,50	0,245	75,51	0,68	4,20	4,88	0,37	1,41	1,78	3,81	20,79	174,16
31	18,00	18,50	0,223	82,96	0,64	3,60	4,24	0,37	1,36	1,73	3,68	21,39	145,09
32	20,50	21,50	0,213	100,94	0,80	4,32	5,12	0,46	1,71	2,17	3,72	21,20	135,94
33	19,00	19,50	0,213	91,55	0,65	4,00	4,65	0,34	1,37	1,71	4,03	19,88	171,93
34	14,50	18,00	0,207	86,96	0,47	3,13	3,60	0,30	0,98	1,28	3,27	23,44	181,25
35	15,50	13,50	0,162	83,33	0,34	1,26	1,60	0,12	0,51	0,63	4,25	19,05	153,97
36	20,50	16,50	0,205	80,49	0,60	2,75	3,35	0,40	0,90	1,30	2,25	30,77	157,69
37	17,50	16,00	0,176	90,91	0,52	2,53	3,05	0,30	0,78	1,08	2,60	27,78	182,41
38	14,00	15,50	0,218	71,10	0,56	2,92	3,48	0,20	0,86	1,06	4,30	18,87	228,30
39	13,00	18,00	0,155	116,13	0,90	4,40	5,30	0,25	1,10	1,35	4,40	18,52	292,59
40	17,00	14,00	0,189	74,07	0,85	4,10	4,95	0,40	0,80	1,20	2,00	33,33	312,50
41	20,50	13,80	0,167	82,63	0,30	2,40	2,70	0,30	0,60	0,90	2,00	33,33	200,00
42	22,00	17,00	0,179	94,97	1,20	5,88	7,08	0,39	1,21	1,60	3,10	24,38	342,50
43	13,60	21,50	0,270	79,63	0,98	4,55	5,53	0,10	1,09	1,19	10,90	8,40	364,71
44	19,00	20,20	0,115	175,65	0,30	2,10	2,40	0,31	0,14	0,45	0,45	68,89	433,33
45	11,80	19,50	0,210	92,86	0,50	3,60	4,10	0,55	0,56	1,11	1,02	49,55	269,37
46	25,70	16,40	0,286	57,34	0,85	4,21	5,06	0,70	1,72	2,42	2,46	28,93	109,09
47	21,40	17,30	0,270	64,07	0,80	3,90	4,70	0,21	2,05	2,26	9,76	9,29	107,96
48	14,00	19,00	0,240	79,17	0,52	2,70	3,22	0,76	0,50	1,26	0,66	60,32	155,56
49	11,00	22,00	0,219	100,46	0,28	3,17	3,45	0,51	0,38	0,89	0,75	57,30	287,64
50	25,00	15,50	0,210	73,81	0,46	3,32	3,78	0,34	0,68	1,02	2,00	33,33	270,59
51	12,00	21,80	0,200	109,00	0,86	4,10	4,96	0,44	0,76	1,20	1,73	36,67	313,33
52	19,50	17,70	0,260	68,08	1,22	5,74	6,96	0,40	0,55	0,95	1,38	42,11	632,63
53	15,70	15,60	0,350	44,57	0,75	5,56	6,31	0,25	0,80	1,05	3,20	23,81	500,95
54	15,80	17,40	0,240	72,50	0,62	4,50	5,12	0,15	0,78	0,93	5,20	16,13	450,54
55	10,90	20,70	0,195	106,15	0,30	3,70	4,00	0,32	1,09	1,41	3,41	22,70	183,69
56	27,00	20,20	0,220	91,82	0,80	4,30	5,10	0,41	0,55	0,96	1,34	42,71	431,25
57	24,10	22,10	0,210	105,24	1,08	3,17	4,25	0,48	1,25	1,73	2,60	27,75	145,66
58	22,00	17,80	0,280	63,57	0,47	2,37	2,84	0,27	0,76	1,03	2,81	26,21	175,73
59	16,80	18,90	0,220	85,91	0,30	1,80	2,10	0,31	0,24	0,55	0,77	56,36	281,82
60	20,40	15,50	0,280	55,36	0,41	2,90	3,31	0,28	0,66	0,94	2,36	29,79	252,13

EK-2. 15dk manyetik alana maruz bırakılan fidanlara ait veriler.

	KU	F B (cm)	K B Ç (cm)	Gİ	KTA (g)	GTA (g)	FTA (g)	KKA (g)	GKA (g)	FKA (g)	KO	% Kök	Fidan Su Yüzdesi (%) (FSY)
1	22,00	14,50	0,175	82,86	0,52	2,38	2,90	0,40	0,81	1,21	2,03	33,06	139,67
2	12,50	13,00	0,133	97,74	0,13	1,63	1,76	0,03	0,63	0,66	21,00	4,55	166,67
3	10,00	15,00	0,117	128,21	0,24	1,94	2,18	0,01	0,60	0,61	60,00	1,64	257,38
4	9,50	14,50	0,162	89,51	0,24	2,16	2,40	0,16	0,58	0,74	3,63	21,62	224,32
5	17,00	18,20	0,219	83,11	0,50	3,81	4,31	0,17	1,32	1,49	7,76	11,41	189,26
6	15,00	15,70	0,195	80,51	0,71	3,27	3,98	0,29	0,84	1,13	2,90	25,66	252,21
7	17,00	14,80	0,102	145,10	0,41	2,71	3,12	0,23	0,97	1,20	4,22	19,17	160,00
8	12,00	13,80	0,151	91,39	0,19	1,34	1,53	0,26	0,39	0,65	1,50	40,00	135,38
9	18,50	18,00	0,210	85,71	0,96	4,34	5,30	0,40	1,28	1,68	3,20	23,81	215,48
10	8,00	15,60	0,176	88,64	0,22	2,72	2,94	0,05	0,75	0,80	15,00	6,25	267,50
11	6,70	14,00	0,145	96,55	0,24	2,09	2,33	0,30	0,78	1,08	2,60	27,78	115,74
12	15,50	17,60	0,218	80,73	0,68	4,65	5,33	0,27	1,51	1,78	5,59	15,17	199,44
13	18,30	19,10	0,210	90,95	0,92	4,61	5,53	0,36	1,61	1,97	4,47	18,27	180,71
14	19,40	18,40	0,211	87,20	0,85	3,90	4,75	0,51	1,41	1,92	2,76	26,56	147,40
15	16,40	19,00	0,241	78,84	1,12	5,75	6,87	0,48	2,00	2,48	4,17	19,35	177,02
16	12,50	17,00	0,193	88,08	0,48	4,55	5,03	0,28	1,64	1,92	5,86	14,58	161,98
17	12,20	16,30	0,171	95,32	0,36	3,17	3,53	0,17	0,87	1,04	5,12	16,35	239,42
18	13,70	19,50	0,229	85,15	1,00	5,43	6,43	0,39	1,77	2,16	4,54	18,06	197,69
19	13,00	16,00	0,136	117,65	0,32	2,65	2,97	0,23	0,91	1,14	3,96	20,18	160,53
20	16,50	14,50	0,163	88,96	0,63	2,44	3,07	0,23	0,73	0,96	3,17	23,96	219,79
21	17,00	18,80	0,288	65,28	0,86	5,47	6,33	0,27	1,72	1,99	6,37	13,57	218,09
22	21,50	17,00	0,223	76,23	0,60	3,91	4,51	0,38	1,30	1,68	3,42	22,62	168,45
23	18,00	17,10	0,204	83,82	0,57	4,72	5,29	0,28	1,94	2,22	6,93	12,61	138,29
24	15,50	13,40	0,143	93,71	0,30	2,04	2,34	0,10	0,70	0,80	7,00	12,50	192,50
25	17,00	15,50	0,163	95,09	0,50	2,58	3,08	0,22	0,76	0,98	3,45	22,45	214,29
26	11,50	17,50	0,200	87,50	0,62	3,59	4,21	0,38	1,13	1,51	2,97	25,17	178,81
27	21,50	16,30	0,199	81,91	0,55	3,31	3,86	0,26	1,12	1,38	4,31	18,84	179,71
28	15,00	14,60	0,189	77,25	0,38	2,53	2,91	0,23	0,81	1,04	3,52	22,12	179,81
29	12,70	14,10	0,143	98,60	0,22	1,86	2,08	0,18	0,67	0,85	3,72	21,18	144,71
30	18,00	12,60	0,140	90,00	0,39	1,58	1,97	0,28	0,39	0,67	1,39	41,79	194,03
31	19,70	18,00	0,205	87,80	0,51	3,35	3,86	0,24	1,21	1,45	5,04	16,55	166,21
32	22,40	14,20	0,225	63,11	0,39	2,36	2,75	0,24	0,90	1,14	3,75	21,05	141,23
33	15,10	16,40	0,207	79,23	0,50	3,40	3,90	0,24	1,24	1,48	5,17	16,22	163,51
34	17,60	14,10	0,186	75,81	0,47	2,28	2,75	0,28	0,83	1,11	2,96	25,23	147,75
35	19,10	16,70	0,235	71,06	0,65	3,46	4,11	0,30	1,10	1,40	3,67	21,43	193,57
36	15,60	17,70	0,180	98,33	0,44	2,40	2,84	0,20	0,20	0,40	1,00	50,00	610,00
37	18,80	16,60	0,131	126,72	0,14	3,61	3,75	0,41	0,71	1,12	1,73	36,61	234,82
38	19,20	14,10	0,120	117,50	0,20	3,90	4,10	0,25	1,76	2,01	7,04	12,44	103,98
39	18,10	14,50	0,140	103,57	0,25	4,10	4,35	0,15	1,39	1,54	9,27	9,74	182,47
40	16,80	12,10	0,215	56,28	0,55	3,90	4,45	0,19	1,91	2,10	10,05	9,05	111,90
41	17,50	18,30	0,120	152,50	0,75	3,30	4,05	0,34	0,71	1,05	2,09	32,38	285,71
42	15,80	14,70	0,100	147,00	0,47	2,90	3,37	0,29	0,80	1,09	2,76	26,61	209,17
43	20,00	16,90	0,160	105,63	0,20	5,30	5,50	0,21	1,11	1,32	5,29	15,91	316,67
44	18,30	14,60	0,220	66,36	0,91	4,38	5,29	0,15	1,19	1,34	7,93	11,19	294,78
45	12,70	16,50	0,190	86,84	0,20	2,70	2,90	0,24	0,85	1,09	3,54	22,02	166,06
46	19,60	15,60	0,170	91,76	0,29	2,15	2,44	0,36	0,61	0,97	1,69	37,11	151,55
47	17,40	14,80	0,225	65,78	0,60	4,70	5,30	0,56	0,40	0,96	0,71	58,33	452,08
48	13,20	17,90	0,260	68,85	0,86	4,70	5,56	0,41	1,19	1,60	2,90	25,63	247,50
49	14,50	15,20	0,220	69,09	0,80	3,50	4,30	0,32	0,20	0,52	0,63	61,54	726,92
50	16,40	14,10	0,254	55,51	1,02	5,80	6,82	0,18	1,29	1,47	7,17	12,24	363,95
51	12,90	13,30	0,155	85,81	0,30	4,51	4,81	0,40	0,80	1,20	2,00	33,33	300,83
52	10,90	18,60	0,195	95,38	0,42	3,20	3,62	0,26	0,45	0,71	1,73	36,62	409,86
53	17,20	15,90	0,250	63,60	1,00	3,38	4,38	0,22	0,33	0,55	1,50	40,00	696,36
54	17,90	14,90	0,150	99,33	0,35	4,60	4,95	0,24	1,24	1,48	5,17	16,22	234,46
55	18,60	17,10	0,120	142,50	0,56	2,50	3,06	0,45	0,71	1,16	1,58	38,79	163,79
56	12,30	20,10	0,195	103,08	0,79	5,55	6,34	0,11	0,82	0,93	7,45	11,83	581,72
57	13,70	18,10	0,250	72,40	0,65	3,40	4,05	0,23	1,52	1,75	6,61	13,14	131,43
58	13,90	19,90	0,290	68,62	0,41	4,81	5,22	0,34	1,68	2,02	4,94	16,83	158,42
59	14,50	17,40	0,245	71,02	0,55	2,01	2,56	0,17	0,76	0,93	4,47	18,28	175,27
60	14,90	16,80	0,141	119,15	0,25	2,60	2,85	0,30	0,86	1,16	2,87	25,86	145,69

EK-3. 30dk manyetik alana maruz bırakılan fidanlara ait veriler.

	KU	FB (cm)	KBÇ (cm)	Gİ	KTA (g)	GTA (g)	FTA (g)	KKA (g)	GKA (g)	FKA (g)	KO	% Kök	Fidan Su Yüzdesi (%) (FSY)
1	23,40	17,60	0,169	104,14	0,34	2,62	2,96	0,27	1,16	1,43	4,30	18,88	106,99
2	27,80	17,40	0,140	124,29	0,82	4,00	4,82	0,54	1,85	2,39	3,43	22,59	101,67
3	14,20	17,70	0,178	99,44	0,19	2,88	3,07	0,14	1,34	1,48	9,57	9,46	107,43
4	15,40	17,10	0,185	92,43	0,33	1,92	2,25	0,26	0,84	1,10	3,23	23,64	104,55
5	17,90	13,20	0,186	70,97	0,28	1,66	1,94	0,26	0,67	0,93	2,58	27,96	108,60
6	14,40	18,80	0,230	81,74	0,67	3,69	4,36	0,48	1,52	2,00	3,17	24,00	118,00
7	29,50	19,60	0,207	94,69	0,75	3,56	4,31	0,53	1,57	2,10	2,96	25,24	105,24
8	18,20	17,00	0,243	69,96	0,73	3,80	4,53	0,43	1,46	1,89	3,40	22,75	139,68
9	15,40	15,40	0,186	82,80	0,35	2,50	2,85	0,28	0,97	1,25	3,46	22,40	128,00
10	22,70	17,10	0,241	70,95	1,06	4,53	5,59	0,54	1,93	2,47	3,57	21,86	126,32
11	33,50	18,20	0,271	67,16	1,11	4,93	6,04	0,63	1,85	2,48	2,94	25,40	143,55
12	24,00	17,20	0,227	75,77	0,88	3,99	4,87	0,42	1,71	2,13	4,07	19,72	128,64
13	24,90	14,60	0,150	97,33	0,26	2,11	2,37	0,23	0,94	1,17	4,09	19,66	102,56
14	7,80	17,20	0,231	74,46	0,20	4,63	4,83	0,18	1,90	2,08	10,56	8,65	132,21
15	19,40	18,10	0,170	106,47	0,40	3,28	3,68	0,33	1,26	1,59	3,82	20,75	131,45
16	19,20	15,30	0,180	85,00	0,56	2,72	3,28	0,36	1,04	1,40	2,89	25,71	134,29
17	21,60	18,10	0,256	70,70	0,86	3,60	4,46	0,48	1,41	1,89	2,94	25,40	135,98
18	27,60	21,30	0,291	73,20	1,30	6,46	7,76	0,62	2,53	3,15	4,08	19,68	146,35
19	27,60	19,30	0,224	86,16	0,80	4,36	5,16	0,52	1,77	2,29	3,40	22,71	125,33
20	27,70	18,40	0,302	60,93	1,03	4,75	5,78	0,68	1,90	2,58	2,79	26,36	124,03
21	22,40	17,50	0,311	56,27	0,92	5,85	6,77	0,56	2,50	3,06	4,46	18,30	121,24
22	16,70	16,30	0,171	95,32	0,20	2,68	2,88	0,26	1,30	1,56	5,00	16,67	84,62
23	25,40	18,90	0,213	88,73	0,66	3,93	4,59	0,45	1,60	2,05	3,56	21,95	123,90
24	22,40	17,10	0,242	70,66	1,08	4,24	5,32	0,60	1,80	2,40	3,00	25,00	121,67
25	22,60	16,80	0,163	103,07	0,50	2,74	3,24	0,41	1,27	1,68	3,10	24,40	92,86
26	29,10	21,10	0,210	100,48	0,78	5,69	6,47	0,50	2,27	2,77	4,54	18,05	133,57
27	22,30	15,10	0,177	85,31	0,52	2,50	3,02	0,30	1,00	1,30	3,33	23,08	132,31
28	12,10	18,80	0,166	113,25	0,41	5,28	5,69	0,22	2,15	2,37	9,77	9,28	140,08
29	23,30	20,10	0,148	135,81	0,83	4,58	5,41	0,46	1,67	2,13	3,63	21,60	153,99
30	23,10	19,10	0,278	68,71	1,40	6,39	7,79	0,74	2,53	3,27	3,42	22,63	138,23
31	27,20	17,50	0,260	67,31	1,21	4,57	5,78	0,71	1,81	2,52	2,55	28,17	129,37
32	21,40	20,60	0,248	83,06	0,88	5,94	6,82	0,51	2,17	2,68	4,25	19,03	154,48
33	22,20	20,60	0,238	86,55	0,75	6,03	6,78	0,44	2,15	2,59	4,89	16,99	161,78
34	15,90	16,60	0,190	87,37	0,56	3,06	3,62	0,26	1,34	1,60	5,15	16,25	126,25
35	25,50	16,40	0,243	67,49	0,79	3,83	4,62	0,39	1,34	1,73	3,44	22,54	167,05
36	12,10	12,50	0,125	100,00	0,16	0,97	1,13	0,09	0,47	0,56	5,22	16,07	101,79
37	15,90	16,40	0,211	77,73	0,40	6,66	7,06	0,31	3,43	3,74	11,06	8,29	88,77
38	11,60	16,20	0,174	93,10	0,43	2,71	3,14	0,23	1,21	1,44	5,26	15,97	118,06
39	9,60	24,80	0,186	133,33	0,42	5,31	5,73	0,32	2,00	2,32	6,25	13,79	146,98
40	22,40	15,40	0,176	87,50	0,55	3,14	3,69	0,34	1,47	1,81	4,32	18,78	103,87
41	13,50	17,60	0,326	53,99	0,66	4,59	5,25	0,41	1,91	2,32	4,66	17,67	126,29
42	23,10	16,80	0,239	70,29	0,36	4,70	5,06	0,32	1,90	2,22	5,94	14,41	127,93
43	11,20	12,20	0,164	74,39	0,25	2,48	2,73	0,21	1,23	1,44	5,86	14,58	89,58
44	17,30	17,00	0,247	68,83	0,52	4,56	5,08	0,30	1,95	2,25	6,50	13,33	125,78
45	21,60	19,70	0,264	74,62	0,86	4,44	5,30	0,44	1,90	2,34	4,32	18,80	126,50
46	22,40	17,10	0,226	75,66	0,71	4,40	5,11	0,43	1,78	2,21	4,14	19,46	131,22
47	21,40	14,80	0,145	102,07	0,41	1,87	2,28	0,32	0,77	1,09	2,41	29,36	109,17
48	21,30	14,60	0,171	85,38	0,47	2,30	2,77	0,35	0,80	1,15	2,29	30,43	140,87
49	13,40	17,20	0,185	92,97	0,36	2,92	3,28	0,18	0,94	1,12	5,22	16,07	192,86
50	22,20	17,60	0,200	88,00	0,84	3,50	4,34	0,48	1,42	1,90	2,96	25,26	128,42
51	16,50	17,10	0,203	84,24	0,44	3,87	4,31	0,24	1,48	1,72	6,17	13,95	150,58
52	15,20	14,20	0,153	92,81	0,23	2,10	2,33	0,27	0,90	1,17	3,33	23,08	99,15
53	20,50	13,40	0,194	69,07	0,36	3,50	3,86	0,30	1,80	2,10	6,00	14,29	83,81
54	22,50	17,10	0,183	93,44	0,68	2,70	3,38	0,44	1,02	1,46	2,32	30,14	131,51
55	26,60	17,70	0,267	66,29	0,96	4,61	5,57	0,60	1,99	2,59	3,32	23,17	115,06
56	13,70	18,90	0,170	111,18	0,43	2,89	3,32	0,34	1,16	1,50	3,41	22,67	121,33
57	17,90	17,90	0,227	78,85	0,59	3,94	4,53	0,39	1,76	2,15	4,51	18,14	110,70
58	25,90	19,00	0,278	68,35	1,44	5,04	6,48	0,74	2,20	2,94	2,97	25,17	120,41
59	22,80	20,80	0,324	64,20	0,81	4,81	5,62	0,45	1,42	1,87	3,16	24,06	200,53
60	20,50	18,50	0,255	72,55	0,67	5,26	5,93	0,20	1,04	1,24	5,20	16,13	378,23

EK-4. 45dk manyetik alana maruz bırakılan fidanlara ait veriler.

	KU	FB (cm)	KBÇ (cm)	Gİ	KTA (g)	GTA (g)	FTA (g)	KKA (g)	GKA (g)	FKA (g)	KO	% Kök	Fidan Su Yüzdesi (%) (FSY)
1	24,51	21,20	0,288	73,61	1,20	5,88	7,08	0,54	2,16	2,70	4,00	20,00	162,22
2	17,72	18,60	0,272	68,38	0,76	4,73	5,49	0,40	1,67	2,07	4,18	19,32	165,22
3	26,61	17,90	0,235	76,17	0,68	3,79	4,47	0,32	1,24	1,56	3,88	20,51	186,54
4	21,60	20,50	0,241	85,06	0,88	4,70	5,58	0,41	1,58	1,99	3,85	20,60	180,40
5	32,50	17,20	0,232	74,14	0,68	3,72	4,40	0,24	1,19	1,43	4,96	16,78	207,69
6	24,70	20,80	0,290	71,72	0,65	6,23	6,88	0,31	2,05	2,36	6,61	13,14	191,53
7	26,50	19,51	0,267	73,07	0,98	5,41	6,39	0,33	1,80	2,13	5,45	15,49	200,00
8	20,00	18,10	0,278	65,11	1,14	4,26	5,40	0,46	1,56	2,02	3,39	22,77	167,33
9	31,10	20,51	0,268	76,53	1,07	5,11	6,18	0,50	1,96	2,46	3,92	20,33	151,22
10	24,42	16,50	0,270	61,11	0,63	3,20	3,83	0,32	1,10	1,42	3,44	22,54	169,72
11	20,30	15,07	0,205	73,51	0,45	2,57	3,02	0,34	0,88	1,22	2,59	27,87	147,54
12	26,10	16,01	0,259	61,81	0,57	2,98	3,55	0,31	0,97	1,28	3,13	24,22	177,34
13	19,30	20,60	0,315	65,40	0,78	5,26	6,04	0,40	1,89	2,29	4,73	17,47	163,76
14	37,50	19,00	0,269	70,63	0,76	5,35	6,11	0,30	1,91	2,21	6,37	13,57	176,47
15	36,05	21,30	0,345	61,74	1,36	6,16	7,52	0,57	2,09	2,66	3,67	21,43	182,71
16	22,76	18,82	0,291	64,67	0,80	4,66	5,46	0,34	1,54	1,88	4,53	18,09	190,43
17	29,63	17,60	0,267	65,92	1,13	4,63	5,76	0,44	1,54	1,98	3,50	22,22	190,91
18	23,20	19,53	0,269	72,60	1,11	5,09	6,20	0,50	1,83	2,33	3,66	21,46	166,09
19	20,70	17,90	0,220	81,36	0,57	3,36	3,93	0,30	1,13	1,43	3,77	20,98	174,83
20	22,00	14,90	0,135	110,37	0,19	1,73	1,92	0,20	0,60	0,80	3,00	25,00	140,00
21	17,60	21,20	0,257	82,49	0,73	5,11	5,84	0,40	1,87	2,27	4,68	17,62	157,27
22	23,80	20,30	0,260	78,08	0,76	4,68	5,44	0,45	1,63	2,08	3,62	21,63	161,54
23	23,10	21,50	0,277	77,62	0,91	5,87	6,78	0,56	2,17	2,73	3,88	20,51	148,35
24	30,20	20,70	0,268	77,24	1,15	5,09	6,24	0,58	1,99	2,57	3,43	22,57	142,80
25	24,60	22,80	0,341	66,86	0,85	5,10	5,95	0,52	1,98	2,50	3,81	20,80	138,00
26	25,60	19,50	0,272	71,69	0,84	4,17	5,01	0,50	1,53	2,03	3,06	24,63	146,80
27	27,10	18,60	0,245	75,92	0,81	3,86	4,67	0,50	1,53	2,03	3,06	24,63	130,05
28	23,90	17,30	0,268	64,55	0,76	4,37	5,13	0,47	1,72	2,19	3,66	21,46	134,25
29	21,50	18,90	0,250	75,60	0,52	4,26	4,78	0,34	1,40	1,74	4,12	19,54	174,71
30	23,10	20,90	0,245	85,31	0,71	4,81	5,52	0,48	1,95	2,43	4,06	19,75	127,16
31	30,00	19,90	0,273	72,89	0,80	4,58	5,38	0,48	1,96	2,44	4,08	19,67	120,49
32	16,70	19,80	0,206	96,12	0,37	3,85	4,22	0,33	1,54	1,87	4,67	17,64	125,55
33	16,10	17,50	0,237	73,84	0,37	3,16	3,53	0,20	1,20	1,40	6,00	14,29	152,14
34	25,10	17,10	0,246	69,51	0,63	3,37	4,00	0,48	1,41	1,89	2,94	25,40	111,64
35	32,50	18,40	0,209	88,04	0,42	3,24	3,66	0,32	1,32	1,64	4,13	19,51	123,17
36	25,00	18,20	0,225	80,89	0,75	3,63	4,38	0,55	1,47	2,02	2,67	27,23	116,83
37	26,00	16,50	0,223	73,99	0,70	3,36	4,06	0,47	1,46	1,93	3,11	24,35	110,36
38	22,10	17,10	0,224	76,34	0,42	2,73	3,15	0,31	1,20	1,51	3,87	20,53	108,61
39	27,10	20,00	0,235	85,11	0,70	3,76	4,46	0,45	1,47	1,92	3,27	23,44	132,29
40	23,60	18,60	0,249	74,70	0,70	4,14	4,84	0,48	1,65	2,13	3,44	22,54	127,23
41	23,10	18,80	0,224	83,93	0,58	3,70	4,28	0,43	1,63	2,06	3,79	20,87	107,77
42	27,80	19,60	0,269	72,86	0,93	4,79	5,72	0,56	2,02	2,58	3,61	21,71	121,71
43	24,50	18,50	0,219	84,47	0,51	3,66	4,17	0,32	1,52	1,84	4,75	17,39	126,63
44	34,30	19,80	0,250	79,20	0,82	4,25	5,07	0,47	1,73	2,20	3,68	21,36	130,45
45	30,20	16,40	0,242	67,77	0,70	3,20	3,90	0,48	1,28	1,76	2,67	27,27	121,59
46	21,20	20,10	0,237	84,81	0,53	4,07	4,60	0,36	1,56	1,92	4,33	18,75	139,58
47	21,70	19,00	0,245	77,55	0,56	3,81	4,37	0,35	1,50	1,85	4,29	18,92	136,22
48	25,00	16,80	0,211	79,62	0,58	3,16	3,74	0,46	1,26	1,72	2,74	26,74	117,44
49	25,10	17,70	0,216	81,94	0,56	3,48	4,04	0,41	1,40	1,81	3,41	22,65	123,20
50	22,60	21,00	0,254	82,68	0,79	4,26	5,05	0,56	1,86	2,42	3,32	23,14	108,68
51	22,00	19,90	0,210	94,76	0,65	3,42	4,07	0,46	1,46	1,92	3,17	23,96	111,98
52	19,10	19,50	0,233	83,69	0,68	4,08	4,76	0,52	1,77	2,29	3,40	22,71	107,86
53	17,00	18,70	0,200	93,50	0,36	3,05	3,41	0,29	1,20	1,49	4,14	19,46	128,86
54	25,10	16,40	0,232	70,69	0,25	2,80	3,05	0,20	1,14	1,34	5,70	14,93	127,61
55	18,00	16,30	0,182	89,56	0,33	3,06	3,39	0,30	1,26	1,56	4,20	19,23	117,31
56	27,60	20,40	0,246	82,93	0,90	4,46	5,36	0,65	1,82	2,47	2,80	26,32	117,00
57	28,20	22,20	0,250	88,80	1,03	5,01	6,04	0,65	2,10	2,75	3,23	23,64	119,64
58	23,00	18,20	0,242	75,21	0,58	3,51	4,09	0,30	1,55	1,85	5,17	16,22	121,08
59	31,00	17,20	0,178	96,63	0,58	2,94	3,52	0,45	1,23	1,68	2,73	26,79	109,52
60	30,10	22,50	0,236	95,34	0,68	4,82	5,50	0,48	1,98	2,46	4,13	19,51	123,58

ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Üsküdar / İstanbul'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Gebze / Kocaeli'nde tamamladı. 2005 yılında Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Bartın Orman Fakültesi Orman Mühendisliği bölümünü kazandı ve buradan 2010 yılında mezun oldu. 2011 yılında Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Silvikültür Bilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı ve halen eğitime devam etmektedir.

ADRES BİLGİLERİ

Adres : Gölbucağı Mah.
4. Çevreyolu Cad.
Arı Sitesi B Blok Daire:11
BARTIN

Tel : (555) 697 86 90

E-posta : b.r.c.balaban@hotmail.com