

Oğulotu Tohumlarının Çimlenmesi ve Fide Gelişimi Üzerine Manyetik Alanın Etkisi

Sevil YALÇIN¹

Şemun TAYYAR²

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Çanakkale
Faks: (286) 2120751 e-mail: sevgo34@hotmail.com

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Biga Meslek Yüksekokulu, Biga/Çanakkale

Özet: Bu araştırmanın amacı, oğulotu (*Melissa officinalis* L.) bitkisi üzerine manyetik alanın etkilerini saptamaktır. Manyetik alan (MA) muamelesi için tohumlar saniyede 1 metre yol alan hareketli bir zeminde 3.8-4.8 mT'lık bir MA şiddetine maruz bırakıldılar. Kontrol ve farklı MA (1 kez, 3 kez, 9 kez ve 15 kez) şiddetlerine maruz bırakılan tohumlar, 25 °C'lik etüvde ve iklim odasında, uygun koşullarda çimlendirildi. Çimlenen tohumların 24., 48., 72., 96. ve 120. saatlerdeki optimum MA şiddetini belirlemek için çimlenme yüzdeleri ve kök uzunlukları ölçüldü. MA ile muamele edilmiş tohumlardan elde edilen fidelerin boyları ise 30. günde ölçülmüştür. Sonuç olarak, çimlenme yüzdeleri MA uygulanan tohumlarda kontrole göre 72. ve 96. saatlerde yüksek olmuştur. Kök uzunluğu en fazla 1 kez (8,4 cm) MA'dan geçirilen tohumlarda ölçülmüştür. 1, 3, 9 ve 15 kez MA'dan geçirilenlerde fide yüksekliklerinin kontrole göre azaldığı saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Melissa officinalis*, Manyetik alan, Fide boyu, Çimlenme yüzdesi

The effect of magnetic field on the germination and seedling growth of the seeds of lemon balm

Abstract: The aim of this research is to determine the effects of magnetic field (MF) on lemon balm (*Melissa officinalis* L.). The seeds were exposed to MF strengths in the range of 3.8-4.8 mT on the movable ground with the velocity of 1m/sec. The seeds were exposed to MF of different strengths (1 time, 3 times, 9 times and 15 times). The control and experimental groups were germinated at optimum conditions in the climate chamber and in an incubator (25 °C). Germination percentage and root length were measured in order to determine optimum MF strengths at 24th, 48th, 72nd, 96th and 120th hours. The seedling heights of the seeds exposed to MF were determined at the 30th day. As a result, the germination percentages were higher in the MF applications than that in the control group at 72nd and 96th hours. The highest root length (8,4 cm) was measured from 1 time MF application. The seedling heights were found to be lower in 1, 3, 9 and 15 times MF applications than in the control group.

Keywords: *Melissa officinalis*, Magnetic field, Seedling height, Germination percentage

Giriş

Türkiye'de yaklaşık 9000 bitki türü bulunmaktadır. Bunların binden fazla türü tıbbi bitki olarak kullanılmaktadır (Arslan ve ark. 2002). Ülkemizde limon otu, kovan otu ve limon nanesi olarak ta bilinen oğulotunun (*Melissa officinalis* L.) ana vatanı Güney Avrupa, Önyasya ve Kuzey Amerika'nın güney kesimleridir (Ceylan 1997). Oğulotu, *Lamiaceae* familyasına ait çok yıllık bir tıbbi bitkidir. (Katar 2004). Halk hekimliğinde, eczacılıkta, parfümeri-kozmetik ve gıda sanayinde çok sayıda kullanım alanına sahip olan oğulotu baş ağrısı, ateşlenme, uykusuzluk ve soğuk algınlığına karşı kullanılmaktadır (Baytop 1984).

Ülkemiz tıbbi ve aromatik bitkiler açısından önemli gen merkezlerinden biridir. Bu bitkilerin büyük çoğunluğu kültüre alınmamıştır ve çok büyük oranda doğadan toplanmaktadır. Toplama yoluyla temin ve bilinçsiz tarım uygulamaları sonucunda endemik ve kaybolma tehlikesiyle karşı karşıya olan bu bitki türlerinin devamlılığını tehlikeye sokmaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkilerin korunması doğal ortamlarından toplanmalarının kontrollü ve bilinçli bir şekilde yapılması ve en önemlisi bu bitkilerin kültüre alınması ile mümkündür.

Bitki ıslahı çalışmalarında amaç çeşitli teknikleri kullanarak farklı bitki türlerinde geniş bir varyasyon oluşturmak ve bu varyasyonun içinden ıslahçının amacına uygun yüksek verimli, kaliteli, hastalık ve zararlılara dayanıklı ve makinalı hasada uygun yeni varyetelerin seçilerek geliştirilmesidir. Bitkilerde varyabilitenin artırılmasında rol oynayan faktörler hibridizasyon, rekombinasyon, spontan veya yapay mutasyonlardır. Kültür bitkilerine istenilen özelliklerin kazandırılmasında, kalıtsal yapıda mutasyon oluşturacak yöntemlerin kullanılması, kısa zamanda yeni genotipleri ortaya çıkartmaktadır. Çeşitli mutajenler, bitki kromozomlarının yapı ve sayılarında ya da genlerinin yapılarında ani olarak bir takım kalıtsal değişiklikler yaparak, onlara yeni özellikler kazandırabilmektedir (Gaul 1977; Donini and Sonnino 1998). Çeşitli araştırmacılar tarafından yapılan mutasyon ıslahı çalışmalarında radyasyon kullanılmak suretiyle verim artırıcı sonuçlar elde edilmiştir (Mehetre et al. 1996; Skorupska and Palmer 1990).

Son yıllarda birçok araştırmacı, yüksek kaliteli üretim materyali oluşturmak ve çeşitlerin yetersiz yönlerini geliştirmek amacıyla hem tek başına hem de diğer mutajenlerle birlikte manyetik alan kullanmaktadır. Canlılar kendi manyetik alanları yanında doğal olarak yaşadıkları çevrenin de manyetik alanları etkisi altındadırlar. Bugüne kadar yapılan çalışmalarda MA'nın değişik bitki karakterleri üzerine olumlu ve/veya olumsuz etkilerinin olduğu ortaya konmuştur.

MA'nın bitki gelişimi üzerine etkisi ile ilgili ilk araştırmalar Ssawostin (1930) tarafından yapılmıştır. Ssawostin MA'nın etkisine bağlı olarak buğday fidelerinin boylarında % 100 bir artış olduğunu saptamıştır (Mericle et al. 1964). Yapılan diğer çalışmalarda ayçiçeği, tahıl ve soya gibi çeşitli bitkilerde verimin MA'dan olumlu bir şekilde etkilendiği ortaya konmuştur. (Bosica and Zeriü 1990; E -Ws et al. 1991; Phirke et al. 1996). Farklı şiddetlerdeki MA uygulamalarının tohum çimlenmesi, ürün verimi, solunum oranı, sıcaklık kaybı, tohumdaki kimyasal değişiklikler ve fide gelişim özellikleri üzerine etkileri inceleme konusu olmuştur. Değişik bitkilerde yapılan MA çalışmalarında, kontrole göre çimlenme yüzdesinde bir artış olduğu saptanmıştır (Lebedev et al. 1975; Gubbels 1982; Atak ve ark. 2000). MA, bitkilerde kök büyümesi üzerine de etkilidir. Yapılan bir çalışmada mısır bitkisinin köklerine 5000 gauss MA uygulaması sonunda kontrole göre % 25 daha fazla kök büyümesi olduğu gösterilmiştir (Kato 1988). Martinez ve arkadaşları (2002), buğday ile yaptıkları bir araştırmada farklı MA şiddetleri kullanmışlar ve MA şiddetlerinin artışına paralel olarak bitki boylarında ve bitki ağırlıklarında artış olduğunu saptamışlardır. Dardeniz ve Tayyar (2007) yaptıkları çalışmada, düşük frekanslı elektromanyetik alan (EMA)'ın Cardinal üzüm çeşidinde bazı köklenme ve vejetatif gelişim parametreleri üzerine olumlu etkileri olduğunu bulmuşlardır.

Biyolojik sistemlerin çok karmaşık yapıları olmalarından dolayı, MA'nın canlılar üzerinde oluşturduğu etkilerin değerlendirilmesi oldukça zordur. Maddedeki tüm manyetik olaylar, atomik manyetik dipol momentlerle açıklanabilir. Bu atomik manyetik momentler hem elektronların yörüngesel hareketlerinde hem de spin denen, "iç yapısal" özelliğinden kaynaklanır (Serway and Beichner 2000).

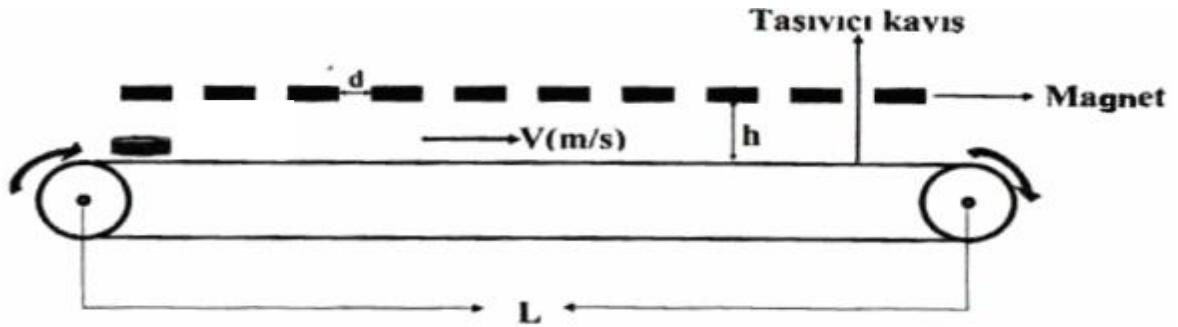
MA etkileşim mekanizmaları, radikal çift ve triplet molekül kimyası ile lineer olmayan dinamik süreçlerin fizik, kimya ve hücre sel sinyal iletiminin biyolojisine dayanmaktadır. Birçok kimyasal reaksiyon bir veya daha çok eşleşmemiş elektronlu molekülleri içermektedir. Bunlar radikal ve triplet moleküllerdir. Bu moleküllerin spinlerinin yönelimi MA'dan etkilenir. Böyle bir molekül, biyokimyasal zincirde yer alırsa reaksiyon verimi zayıf manyetik alandan etkilenmiş olur. Primer etkileşim sırasında herhangi bir sistemde var olan termal enerjiden büyük bir enerji ile bir eksitasyon meydana getirebilir. Bunun sonucunda manyetik alandaki bir değişme kimyasal değişimleri başlatacaktır (Adey 1993; Polk and Postow 1996; Gündüz 1999; Grundler et al. 1992).

MA'nın bitkilerin farklı karakterlerinde değişimler meydana getirdiği birçok yapılan çalışmalar ile ortaya konmuştur (Lebedev et al. 1975; Formicheva et al. 1992b; Belyavskaya et al. 1992). Pietruszewski ve ark., (2007) elektromanyetik alanın bitki gelişiminde fizyolojik ve sitolojik etkilerini araştırmışlar, manyetik uyarının tohumlar üzerinde pozitif etkisini saptamışlardır. Ayrıca EMA'nın ekim öncesi uygulamalarında çimlenme yüzdesi, büyüme hızı ve çimlenme oranı üzerine pozitif etkisinin ve bunun düşük çimlenme kapasitesine sahip tohumlar için önemli olabileceğini belirtmişlerdir. Yapılan birçok çalışmalarda MA'nın bitki tohumlarının çimlenme oranı üzerinde olumlu etkileri saptanmıştır (Bahar et al. 2009; Odhiambo et al. 2009).

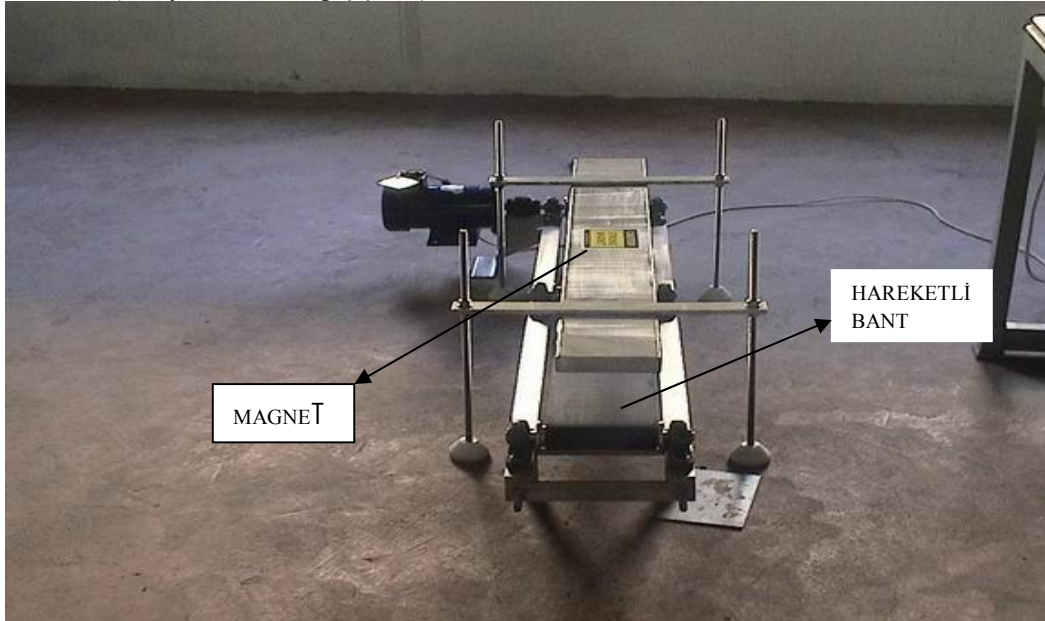
Bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin tohumları, fizyolojik çimlenme engeline sahiptir. Bir tıbbi bitki olan *Melissa officinalis L.* tohumları 3-4 haftada çimlenebilen bir bitkidir. Manyetik alan uygulamalarının bitkiler üzerindeki en genel etkilerinden birisi tohumlar üzerinde pozitif etki sağlamasıdır. Manyetik alan uygulamasının *Melissa officinalis L.* bitkisinin tohum çimlenmesi, büyüme ve gelişmesi üzerine etkisinin incelendiği bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bundan dolayı çalışmada, manyetik alanın oğulotu bitkisinin çimlenmesi, büyüme ve gelişmesi üzerine etkisini belirlemek ve özellikle ileride yapılacak çalışmalarda MA'nın pratikte uygulama olanaklarının araştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırmada materyal olarak kullanılan oğulotu tohumları Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nden temin edilmiştir. Optimum MA şiddetini belirlemek amacıyla, tohumlar polietilen torbalar içine konularak, 20 °C oda sıcaklığında, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Eğitim Fakültesi Araştırma Laboratuvarında kurulan MA şiddeti 3.8-4.8 mT'lık MA düzeneğinden 1m/sn'lik hızla dönen bir kayış sisteminin üzerinden 1, 3, 9 ve 15 kez geçirilmek suretiyle (saat 12:00 - 13:30 arasında) MA'a maruz bırakılmışlardır (Şekil 1) (Formicheva et al. 1992a; Yurttaş ve ark. 1999; Atak ve ark. 2000).



- L= 1,2 m (Taşıyıcı kayış uzunluğu)
- h= 0,025 m (Örnek ile magnetler arası uzaklık)
- d= 0,15 m (Magnetler arası uzaklık)
- V= 1 m/s (Manyetik alandan geçiş hızı)



Şekil 1. Manyetik alan düzeneği

MA'dan geçirilen oğulotu tohumları 25 °C'lik etüvde petri kutularında nemli filtre kağıtları üzerinde çimlendirilmiştir. Bu amaçla her muamele 3 tekerrürlü olup 90'ar adet tohum kullanılmıştır. Çimlenen tohumların 24., 48., 72., 96. ve 120. saatlerdeki gözlemleri yapılarak optimum MA şiddetini belirlemek için çimlenme yüzdeleri ve kök uzunlukları ölçülmüştür (Evans 1962). MA'ın fide gelişimi üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla, ayrıca MA'a maruz bırakılan tohumlar, plastik kasalardaki toprağa ekilmiştir. Her muamele için 90 adet tohum tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak ekilmiştir. Ardından kasalar sıcaklık ve ışık bakımından kontrollü koşulların sağlandığı bitki yetiştirme odasına konulmuş ve fide yükseklikleri 30. günde ölçülmüştür.

Araştırma sonucunda elde edilen verilerin istatistiki değerlendirilmeleri tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizi ile gerçekleştirilmiştir. Ortalamaların farklılıklarının belirlenmesi için Tukey testinden yararlanılmıştır (SAS 1999).

Bulgular

Çalışmada uygulanacak olan optimum manyetik alan şiddetlerini belirlemek amacıyla oğulotu tohumların çimlenme yüzdeleri ve kök uzunlukları saptanmıştır. Bu çalışmada materyal olarak kullanılan oğulotu tohumları 1, 3, 9 ve 15 kez MA'dan geçirilmiş ve her muamele için 90'ar adet tohum çimlendirilmiştir. Oğulotunun çimlenme yüzdeleri üzerine MA'ın etkisi Çizelge 1'de verilmiştir. 24. ve 48. saatlerde çimlenmeye rastlanmamıştır. 72. ve 96. saatlerde ise kontrole göre, tüm MA uygulamalarında çimlenme yüzdelerinde artış olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 1. Oğulotu tohumlarına uygulanan MA'ın çimlenme yüzdesi üzerine etkisi

Muamele	Tohum sayısı	Çimlenme Yüzdesi (%)				
		24. Saat	48. Saat	72. Saat	96. Saat	120. Saat
Kontrol	90	-	-	59	63	96
1 kez	90	-	-	90	94	99
3 kez	90	-	-	82	89	96
9 kez	90	-	-	84	96	98
15 kez	90	-	-	87	97	99

Optimum MA şiddetini belirlemek amacıyla kök uzunlukları ölçülmüştür. Farklı MA şiddetlerine maruz bırakılan tohumlardan elde edilen köklerin (petri kutularında) 120. saatteki ortalama uzunlukları Çizelge 2'de verilmiştir. 120. saatteki kök uzunluğu kontrole göre en yüksek 1 kez MA uygulamasında saptanmıştır.

Çizelge 2. Oğulotu tohumlarına uygulanan MA'ın 120. saatteki kök uzunluğu üzerine etkisi

MA Uygulaması	Tohum Sayısı	Kök Uzunluğu (cm)
Kontrol	90	5,9±2,5 ^{b*}
1 kez	90	8,4±3,1 ^a
3 kez	90	6,5±2,8 ^{ab}
9 kez	90	5,3±2,6 ^b
15 kez	90	6,9±3,4 ^{ab}
Ortalama		6,6
C.V.(%)		12,9

*:Farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark p<0.05 düzeyinde önemlidir.

C.V.: Varyasyon katsayısı

MA ile muamele edilmiş tohumlardan 30. günde elde edilen fide sayıları ve fide yükseklikleri Çizelge 3'te verilmiştir. Fide yükseklikleri kontrol grubunda 14,5 cm ile en yüksek ölçülmüştür. Diğer MA uygulamalarında ise fide yüksekliklerinin kontrole göre azaldığı tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Oğulotu tohumlarına uygulanan MA'nın fide yükseklikleri üzerine etkisi

MA Uygulaması	Fide Sayısı	Fide Yüksekliği (cm)
Kontrol	53	14,5±1,26 ^a
1 kez	45	11,0±1,09 ^{bc}
3 kez	36	9,9±1,70 ^c
9 kez	45	10,7±1,06 ^{bc}
15 kez	52	12,0±2,19 ^b
Ortalama		11,6
C.V.(%)		4,3

*:Farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p<0.05$ düzeyinde önemlidir.

C.V.: Varyasyon katsayısı

Tartışma ve Sonuç

Bu araştırmada, MA'nın oğulotu bitkisinin çimlenmesi üzerine etkisi değerlendirildiğinde değişik MA şiddetlerine verdiği cevaplar farklı olmuştur. Kontrol grubuna göre, MA uygulanan tohumlarda 72. ve 96. saatlerdeki çimlenme yüzdelerinde artış olduğu saptanmıştır. Bu konuda elde edilen sonuçlara benzerlik gösteren araştırmalar bulunmaktadır (Mericle et al. 1964; Carbonell et al. 2000; Yalçın Oldacay 2002). Mısır ile yapılan bir araştırmada MA uygulamasının çimlenme yüzdesini artırdığı saptanmıştır (Aladjadjiyan 2002).

Yapılan bu çalışmada da özellikle 72. saatte 1 ve 15 kez MA uygulamalarının çimlenme yüzdesini artırdığı görülmüştür. Benzer şekilde ayçiçeği ile yapılan bir çalışmada, tohumların MA uygulamalarında 48. saat sonunda çimlenme yüzdesi AS 508 çeşidinde uygulanan tüm MA şiddetlerinde kontrole göre %3-8'lik bir artış saptanmıştır. Nantio çeşidinde ise sadece 3 kez MA uygulaması sonucunda 48. saatte çimlenme yüzdesinde bir artış olduğu belirlenmiştir (Yalçın Oldacay 2002).

Aladjadjiyan ve Ylieva (2003) manyetik alanla yaptıkları bir başka çalışmada tütün bitkisinde manyetik alanın tohum çimlenme yüzdesinde artışa yol açtığını bulmuşlardır. Rochalska ve Grabowska (2007) manyetik alana maruz bırakılan buğday tohumlarının çimlenmesinde ve çimlenme sırasında bitkilerin besin ihtiyacını karşılamada önemli bir rol oynayan alfa amilaz, beta amilaz ve glutation S-transferaz enzimlerinde değişimler olduğunu ortaya koymuşlardır. Gholami ve Sharafi (2010) yaptıkları bir çalışmada ise, buğday tohumları üzerine 125-250 mT'lık MA'ı farklı sürelerle uygulamışlar ve kontrole göre MA uygulanan tohumların çimlenme yüzdesini artırdığını belirlemişlerdir. Buğday ile yapılan başka bir çalışmada MA uygulaması sonunda kök kuru ve taze ağırlığının arttığı, çimlenme oranının da yükseldiği saptanmıştır (Fischer et al. 2004).

Manyetik alan hücre membranından geçen iyonik akım yoğunluğunda bazı değişikliklere sebep olur. Bu etkileşim osmotik basınçta ve doku hücrelerinin suyu absorbe etme kapasitesinde de değişikliklere neden olmaktadır. Manyetik alan iyonik akım yoğunluğunu, membran geçirgenliğini, her iki membran yüzündeki iyonik konsantrasyonu, osmotik basıncı ve tohumların su alım oranını etkilemektedir. Manyetik alan uygulaması nedeniyle su alım oranındaki artış, sabit manyetik alana maruz kalan tohumların çimlenme hızındaki artış ile açıklanmaktadır (Eren 2006).

Tahir ve Karim (2010), yaptıkları bir çalışmada beş farklı çeşide ait nohut tohumlarını 1500 Gaussluk statik 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.

Çalışmada oğulotunun kök uzunluğunda 120. saatte 1 kez MA uygulamasında kontrole göre en fazla artışa sebep olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$). AS 508 ve Nantio ayçiçeği çeşitleri ile yapılan bir çalışmada ise, 96. saatte 1, 3 ve 9 kez MA uygulamalarında kök uzunluğu artışlarına rastlanmıştır (Yalçın Oldacay 2002). Bir başka araştırmada ise düşük frekansta uygulanan manyetik alanın şeker pancarında kök ve yaprak gelişimi üzerinde olumlu bir etkisinin olduğu gözlenmiştir (Rochalska 2008).

Racuciu ve arkadaşları (2006), 50 ile 250 mT arasındaki MA'a maruz bırakılan mısır bitkisinin gelişiminin ilk 11. gününde bitki boyunun kontrole göre daha uzun olduğunu saptamışlardır. Yaptığımız çalışmada ise oğulotu bitkisine uygulanan MA şiddetlerine bağlı olarak fide yüksekliklerinde kontrole göre bir azalma olduğu saptanmıştır.

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

MA'nın etkileri sonucu bitki bünyesinde oksin, sitokin ve gibberellin sentezinin veya aktivitesinin artması bu artışa bağlı olarak yaprak sayısı, yaprak alanı, petiol uzunluğu, kardeşlenme ve kök uzunluğunun artmasını sağlamış olabilir. Bunun yanı sıra, bazı çalışmalarda manyetik alan uygulaması yapılan bitkilerde kontrole göre daha düşük taze ve kuru kök ağırlığı belirlenmiştir. Bu olumsuz etkinin nedeni olarak gibberellin ve sitokin sentezinin veya aktivitesinin artmasıyla bağlantısı olduğu düşünülebilir. Gibberellinler kök büyümesi üzerine negatif etki oluştururken sitokinler de bitkilerde kök ucuna yakın bölgelerden yan kök oluşumunu olumsuz yönde etkileyebilmektedirler (Jansen 1982; Arteca 1996).

Bitkilerin meristem hücreleri üzerine MA'nın etkisini saptamak amacıyla yapılan çalışmalarda, manyetik alanın hücrelerin normal metabolizmalarını etkileyen bir faktör olduğu ve yine bu hücrelerde hücre çoğalması üzerinde de etkili olduğu tespit edilmiştir (Belyavskaya et al. 1992; Formicheva et al. 1992a,b).

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

Bu çalışmada fide yüksekliğinde MA şiddetine bağlı olarak görülen azalmanın nedeni olarak MA şiddetinin artışı ile apikal meristemdeki mitoz bölünmeyi inhibe ettiği düşünülebilir.

Bir ön deneme niteliğinde gerçekleştirilen ve devam etmesi planlan bu çalışmanın sonucunda, oğulotu tohumlarına uygulanan değişik şiddetlerdeki MA uygulamalarının etkilerinin farklı olduğu saptanmıştır. Buna göre;

- Farklı sürelerde uygulanan MA'nın oğulotu bitkisinde 72. ve 96. saatlerdeki çimlenme yüzdelerini artırdığı belirlenmiştir.
- En fazla kök uzunluğu 120. saatte 1 kez MA uygulamasında saptanmıştır.
- Farklı MA uygulamaları ile oğulotunun fide yükseklikleri kontrole göre azalma göstermiştir.

Teşekkür

Bu araştırma ÇOMÜ-BAP (2005/49 no'lu proje) tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Adey R (1993). Biological effects of electromagnetic fields. *Journal of Biochemistry*, 51, 410-416.
- Aladadjıyan A (2002). Study of the influence of magnetic field on some biological characteristics of *Zea mays*. *J. of Central European Agriculture*, 3(2): 89-94.
- Aladadjıyan A, Ylieva T (2003). Influence of stationary magnetic field on the early stages of the development of tobacco seeds (*Nicotiana Tabacum L.*). *Journal of Central European Agriculture (online)*, 4 (2): 132-138.
- Amaya JM, Carbonell MV, Martinez E, Raya A (1996). Effect of stationary magnetic fields on germination and growth of seeds. *Hort. Abst.*, 68(2): 1363.
- Arslan N, Gürbüz B, Gümüşçü A (2002). *Tıbbi Bitkiler İsim Kılavuzu*. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No.1530.
- Arteca RN (1996). *Plant Growth Substances. Principles and applications*. Chapman & Hall, New York.

- Atak Ç, Alikamanoğlu S, Danilov V, Rzakoulieva A, Yurttaş B, Topçul F (2000). Effect of magnetic field on Paulownia seeds. Com. J.I.N.R.Dubna, E19-2000-231, 1-14.
- Bahar M, Majd A, Abdi S (2009). Effects of (ELF) Extremely Low Frequency (50 Hz)AC and DC magnetic fields on lentil germination and seedlings growth. Iranian Physical Journal, 3-2, 12-16
- Baytop T (1984). Türkiye’de Bitkiler İle Tedavi (Geçmişte ve bugün). İstanbul Üniv. Eczacılık Fak. İstanbul Üniv. Yayınları: 3255, Eczacılık Fak. Yayınları No:40, İstanbul.
- Belyavskaya NA, Fomicheva VM, Govorun RD, Danilov VI (1992). Structural-functional organization of the meristem cells of pea, lentil and flax roots in conditions of screening the geomagnetic field. Biophysics, 37 (4): 657- 666.
- Bosica I, Zeri F (1990). Effect of electromagnetic field (EMF) treatment in the presence of nitrogen on cereal plant growth. Seed Abst., 013- 03315.
- Carbonell MV, Martinez E, Amaya JM (2000). Stimulation of germination in rice (*Oryza sativa* L.) by a static magnetic field. Electro-and Magnetobiology, 19 (1):121-128.
- Ceylan A (1997). Tıbbi Bitkiler II (Uçucu Yağ İçerenler). Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No:481, İzmir.
- Cossarizza A, Monti D, Bersani F, Cantini M, Cadossi R, Sacchi A, Franceschi C (1989). Extremely low frequency pulsed electromagnetic fields increase cell proliferation in lymphocytes from young and aged subjects. Biochem.Biophys. Res. Commun.,160(2):692-698.
- Dardeniz A, Tayyar Ş (2007). Elektromanyetik alanın Cardinal üzüm çeşidi kalemlerinin vejetatif gelişimi üzerindeki etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 20 (1): 23-28.
- Donini P, Sonnino A (1998). Induced Mutation in Plant Breeding: Current Status and Future Outlook 255-291. Somaclonal Variation and Induced Mutations in Crop Improvement ISBN 0-7923-4162-1 Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. Printed in Great Britain.
- Eren ŞP (2006). Elektromagnetik alanın *Lens Culinaris Medik.* (Mercimek) üzerinde sitotoksik etkileri. Marmara Üniv. Fen Bilimleri Enst. (Yüksek Lisans Tezi).
- Eşitken A (2003). Serada yetiştirilen çilekte manyetik alan uygulamasının etkileri. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 34 (1): 25-27.
- E WS, Lian CC, Zhang JL, Shi E (1991). Effects of magnetization on the main characters of soybean. Oil crops of China 4:16-38.
- Evans HJ (1962). Chromosome aberrations induced by ionizing radiations.3. International Review of Cytology XII, 221- 271.
- Fischer G, Tausz M, Köck M, Gril D (2004). Effects of weak 16 - Hz magnetic fields on growth parameters of young sunflower and wheat seedlings. Bioelectromagnetics. 25: 638-641.
- Formicheva VM, Zaslavskii VA, Govorun RD, Danilov VI (1992a). Dynamics of RNA and protein synthesis in the cells of the root meristem of the pea, lentil and flax. Biophysics. 37(4): 649- 656.
- Formicheva VM, Govorun RD, Danilov VI (1992b). Proliferative activity and cell reproduction in the root meristems of the pea, lentil and flax in the conditions of screening the geomagnetic field. Biophysics, 37 (4): 645- 648.
- Gaul H (1977). Mutagen effects in the first generation after seed treatment. In Manual on Mutational Breeding , 2nd ed.Technical Reports, Series 119, IAEA, Vienna.
- Gholami A, Sharafi S (2010). Effect of magnetic field on seed germination of two wheat cultivars. World Academy of Science, Engineering and Technology 62,279-282.
- Grundler W, Kaiser F, Keilmann F, Walleczek J (1992). Mechanisms of electromagnetic interaction with cellular systems. Naturwissenschaften 79:551-559.
- Gubbels GH (1982). Seedling growth and yield response of flax, buckwheat, sunflower and field pea after preseedling magnetic treatment. Can. J. Plant Sci. 62: 61- 64.
- Gündüz E (1999). Modern Fiziğe Giriş. Ege Üniversitesi Fen Fak. Kitaplar Serisi No:110, 3. Baskı, Bornova-İzmir.
- Jansen H (1982). Bahçe ziraatında büyütücü ve engelleyici maddelerin kullanılması ve önemi (Çeviren: Muharrem GÜLERYÜZ). Atatürk Üniv. Basımevi, Erzurum.
- Katar D (2004). Oğulotu (*Melissa officinalis*)’nda farklı bitki sıklığı ve azot dozlarının verim ve verim özelliklerine etkisi. Ankara Üniv., Fen Bilimleri Enst., (Doktora Tezi).
- Kato R (1988). Effects of magnetic field on the growth of primary roots of *Zea mays*. Plant Cell Physiol. 29 (7):1215-1219.
- Lebedev SI, Baranskii PI, Litvinenko LG, Shiyani LT (1975). Physiobiochemical characteristics of plants after presowing treatment with a permanent magnetic field. Fiziologiya Rastenii, 22 (1): 103- 109.
- Martinez E, Carbonell VM, Florez M (2002). Magnetic biostimulation of initial growth stages of wheat (*Triticum aestivum* L.). Electromagnetic Biology and Medicine, 21(1):43- 53.

- Mehetre SS, Mahajan CR, Shinde RB, Ghatge RD (1996). Assesment of gamma induced genetic divergence in M₂ generation of soybean. *Indian J. Genet.* 56 (2):186-190.
- Mericle RP, Mericle LW, Smith AE, Campbell WF, Montgomery DJ (1964). Plant growth responses, 183- 195 In: *Biological Effects of Magnetic Fields*. Plenum Press, Newyork.
- Odhiambo JO, Ndiritu FG, Wagara IN (2009). Effects of static electromagnetic fields at 24 hours incubation on the germination of Rose Coco Beans (*Phaseolus Vulgaris*). *Romanian J. Biophys.*, 19(2): 135–147.
- Phirke PS, Kubde AB, Umbarkar SP (1996). The influence of magnetic field on plant growth. *Seed Sci. And Technol.*, 24: 375- 392.
- Pietruszewski S, Muszyński S, Dziwulska A (2007). Electromagnetic fields and electromagnetic radiation as non-invasive external stimulants for seeds (Selected Methods and Responses). *Int. Agrophysics*, 21: 95- 100.
- Polk C, Postow E (1996). *Handbook of Biological Effects of Electromagnetic Fields*, pp 103-142, CRC Press, New York.
- Racuciu M, Calugaru GH, Creanga DE (2006). Static magnetic field influence on some plant growth. *Rom. Journ. Phys.*, 51: 245- 251.
- Rochalska M, Grabowska K (2007). Influence of magnetic fields on the activity of enzymes: α and β -amylase and glutathione S-transferase (GST) in wheat plants. *Int. Agrophysics*, 21: 185-188.
- Rochalska M (2008). The influence of low frequency magnetic field upon cultivable Plant Physiology. *Nukleonika*, 53(1): 17–20.
- Roman A, Zyss T, Nalepa I (2005). Magnetic field inhibits isolated lymphocytes proliferative response to mitogen stimulation. *Bioelectromagnetics*, 26:201-206.
- SAS Institute Inc (1999). *SAS/STAT Version 8*. Cary, NC.
- Scarfı MR, Lioi MR, Zeni O, Franceschetti G, Franceschi C, Bersani F (1994). Lack of chromosomal aberration and micronucleus induction in human lymphocytes exposed pulsed magnetic field. *Mutat. Res.* 306(2):129-133.
- Serway RA, Beichner RJ (2000). *Physics for Scientists and Engineers With Modern Physics*. 5th Ed, Saunders College Publishing.
- Skorupska HT, Palmer RG (1990). Additional sterile mutations in soybean *Glycine max.* (L). *Merrill. Journal of Heredity* 81: 296-300.
- Tahir NAR, Karim HFH (2010). Impact of magnetic application on the parameters related to growth of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Jordan Journal of Biological Sciences*. 3(4):175-184.
- Torres SE, Leon P, Fernandez RC (1999). Effect of magnetic treatment of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) seeds on germination and seedling growth. *Hort. Abst.*, 70(8): 6892.
- Yalçın Oldacay S (2002). Gama Radyasyonu ile Işınlanmış Ayçiçeği Çeşitlerinin Üzerine Manyetik Alanın Etkisi (Doktora Tezi). İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yurttaş B, Atak Ç, Doğan G, Canbolat Y, Danilov V, Rzakoulieva A (1999). Manyetik alanın ayçiçek bitkisindeki (*Helianthus annuus* L.) olumlu etkisinin saptanması. *Türk Biyofizik Derneği, XI. Ulusal Kongresi*, 31Ekim-2 Kasım, Antalya .