



Effects of electromagnetic field stress on some anatomical parameters of fig (*Ficus carica* L.) leaves

Semra KILIÇ^{*1}, Kürşat ÇAVUŞOĞLU¹

¹ Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 32260, Isparta, Türkiye

Abstract

In this study, the effects of elektromagnetic field stress caused by base stations on the leaf anatomies of fig trees were investigated. Elektromagnetic field stress increased the cuticle thickness, epidermis cell number, stomata number, stomata index, stomata width and distance between vascular bundles while it decreased the epidermis cell length, stomata length, trachea diameter, leaf diameter, vascular bundle width and length. On the other hand, the mentioned stress increased the epidermis cell width in the leaf upper surface while it showed the same values as the control in the leaf lower surface.

Key words: Elektromagnetic Field Stress, Fig, Stomata Movements, Leaf Anatomy

----- * -----

İncir (*Ficus carica*) yapraklarının bazı anatomik parametreleri üzerine elektromanyetik alan stresinin etkileri

Özet

Bu çalışmada, incir ağaçlarının yaprak anatomileri üzerine baz istasyonlarının sebep olduğu elektromanyetik alan stresinin etkileri araştırılmıştır. Elektromanyetik alan stresi kutikula kalınlığı, epidermis hücre sayısı, stoma sayısı, stoma indeksi, stoma eni ve iletim demetleri arası mesafeyi artırırken, epidermis hücre boyu, stoma boyu, trake çapı, yaprak çapı, iletim demeti eni ve boyunu azaltmıştır. Diğer yandan, söz konusu stres epidermis hücre enini yaprak üst yüzeyinde artırırken, yaprak alt yüzeyinde kontrol grubu ile aynı değerleri göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Elektromanyetik Alan Stresi, İncir, Stoma Hareketleri, Yaprak Anatomisi

1. Giriş

Elektromanyetik alan uygulamaları canlı organizmaları direkt ya da indirekt yolla etkileyen bir stres çeşididir. Özellikle endüstriyel ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak ortaya çıkan ve devam eden elektromanyetik alan stresi günümüzde bütün canlıları tehdit eder duruma gelmiştir. Elektromanyetik alan stresine sebep olan en önemli kaynaklar arasında radyo ve televizyon sinyal alıcıları, telefon şirketlerinin baz istasyonları ve mikrodalga fırınlar gibi çeşitli ev aletleri sayılabilir (Jovanic vd., 2001). Elektromanyetik alanların neden olduğu hastalıkların başında baş ağrısı, halsizlik, mide bulantısı, cinsel isteksizlik, kanser ve kromozom anormallikleri gelmektedir (Stagg vd., 2001; Zook vd., 2001).

Elektromanyetik alan uygulamaları tohum kalitesi, fide büyümesi ve ürün verimini artırmak amacıyla yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Pietruszewski, 1993; Ahmet, 2003). Uygun dozlarda tatbik edilen elektromanyetik alanların besinlerin emilimi ve sindirimini (Kavi, 1977) arttırdığı ve fotosentez aktivitesini (Lebedev vd., 1977) teşvik ettiği daha önceki çalışmalarda gösterilmiştir. Farklı dozlarda elektromanyetik alanlarla muamele edilen tohumların çimlenmesi sırasında karboksidismutaz, amilaz ve nitrat redüktaz enzimlerinin aktivitelerinde değişimler meydana

* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: semra06@gmail.com

geldiği rapor edilmiştir (Akoyunoglou, 1964; Levedev vd., 1975; Bhatnagar vd., 1978). Ayrıca, birçok çalışma manyetik alan ön muamelelerinin tuzluluk, sıcaklık ve kuraklık streslerinin tohum çimlenmesi üzerindeki engelleyici etkilerini hafiflettiğini (Xi vd., 1994; Romana ve Igor, 2002) ve senesensi geçiktirdiğini (Piacentini vd., 2001) ortaya koymuştur. Dahası, uygun dozda ve sürede uygulanan elektromanyetik alanların bitkilerde su içeriği (Wooley, 1971), klorofil (Yinan vd., 2005) ve karotenoid miktarı (Nechitailo ve Gordeev, 2001) ile DNA, protein ve lipid (Mazza vd., 1999) düzeylerinde değişimlere sebep olduğu da bilinmektedir.

Elektromanyetik alan stresi ayrıca çeşitli bitki türlerinin yaprak morfolojisi ve anatomisi üzerinde de önemli değişimlere sebep olmaktadır. Ancak bu konu hakkında yeterli çalışma bulunmamaktadır. Sadece birkaç çalışmada elektromanyetik alan stresine maruz kalan bitkilerde yaprak yüzey alanı ve kalınlığında artışlar meydana geldiği tespit edilmiştir (Gausman vd., 1971; Nechitailo ve Gordeev, 2001). Özellikle bu çalışmada incelenen anatomik parametreler üzerine elektromanyetik alanların etkisi hakkında yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmanın amacı, baz istasyonlarının sebep olduğu elektromanyetik alanların incir yapraklarının bazı anatomik parametreleri üzerindeki etkilerini araştırmak ve yeterince aydınlatılmamış olan bu konunun biraz daha açıklığa kavuşturulmasına hizmet etmektir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Örnekleme alanları ve örneklerin toplanması

İncelenen incir (*Ficus carica* L.) türüne ait yaprak örnekleri 1 Haziran 2008 tarihinde toplanmıştır. Örnek alımı Antalya ili Akseki ilçesi Erenyaka köyüne 2 ve 15 km uzaklıklarda iki adet baz istasyonunun bulunduğu alanda gerçekleştirilmiştir. Bu alanda, en az 3 ağaç tespit edilmiş ve bu ağaçların farklı bölgelerinden en az 10 yaprak örneği alınmıştır. Steril poşetlere konulan yapraklar laboratuvar ortamına getirilmiş ve herhangi bir şekilde yıkama veya silme işlemi yapılmamıştır. Kontrol grubuna ait yaprak örnekleri ise baz istasyonlarına 50 km uzaklıkta bulunan bir tarladan alınmıştır.

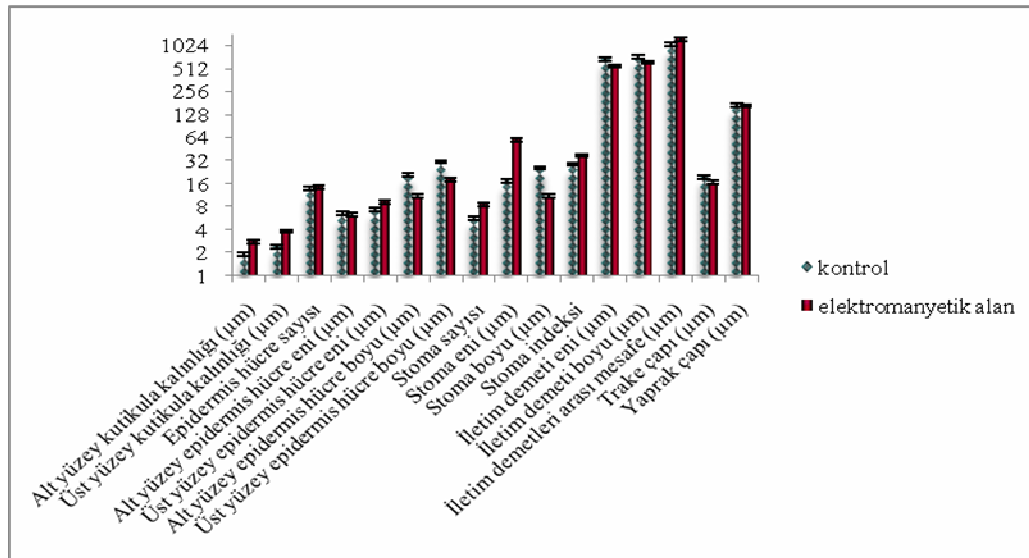
2.2. Örneklerin yaprak anatomilerinin incelenmesi

Anatomik kesitler laboratuvara getirilen yaprak örneklerinden enine ve yüzeysel kesitler alınarak hazırlanmıştır. Oküler mikrometre yardımı ile 1 mm²'lik birim alandaki stoma ve epidermis hücreleri sayılarak stoma indeksi hesaplanmıştır. Bu sayımlar 10 kez 3 tekrarlı olarak yapılmış ve ortalamaları alınmıştır. Yaprak birim alandaki stoma ve epidermis hücre sayılarının tespitinin ardından Meidner ve Mansfield (1968)'in metoduna göre stoma indeksi hesaplanmıştır. Yaprak çapı, kutikula kalınlığı, epidermis hücre eni ve boyu, iletim demeti eni ve boyu, trake çapı, iletim demetleri arası mesafe, stoma eni ve boyu parametreleri ise yine oküler mikrometre kullanılarak μm olarak ölçülmüştür.

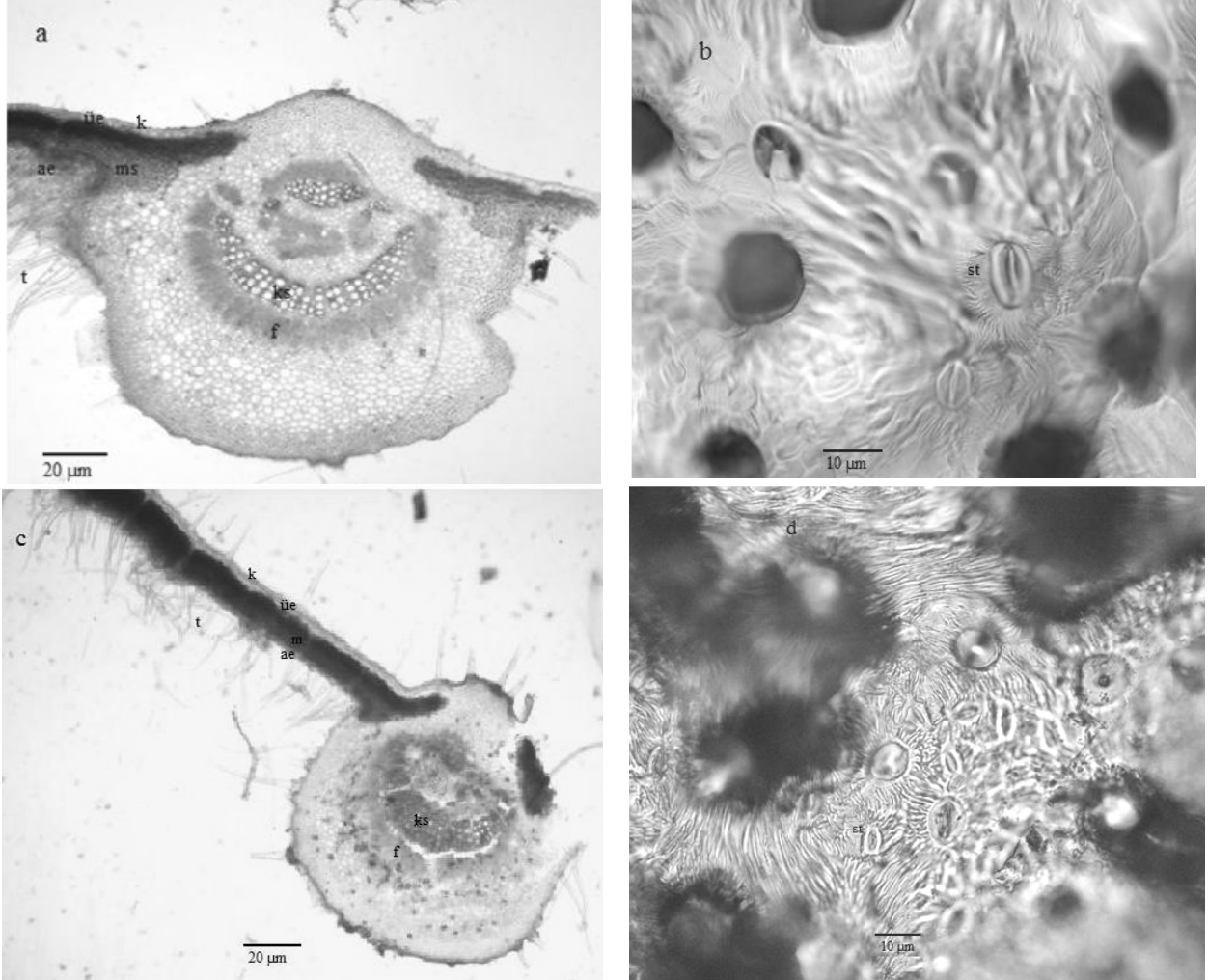
3. Bulgular

İncir yapraklarının anatomik yapısı üzerine baz istasyonlarının sebep olduğu elektromanyetik alan stresinin etkileri ile ilgili bulgular Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. İncir yapraklarının bazı anatomik parametreleri üzerine baz istasyonlarının sebep olduğu elektromanyetik alan stresinin etkileri



Elektromanyetik alan stresine maruz kalan incir yapraklarının hem alt hem de üst yüzeylerinde kutikula kalınlığı kontrol grubu yapraklarındakilere oranla kısmen artmıştır. Diğer yandan, epidermis hücre eni yaprakların üst yüzeyinde artarken, alt yüzeylerinde kontrol grubu ile aynı değerleri göstermiştir. Epidermis hücre boyu ise, elektromanyetik alana maruz kalan yaprakların her iki yüzeyinde kontrole göre belirgin bir şekilde azalmıştır. Dahası, elektromanyetik alan stresi epidermis hücre sayısı, stoma sayısı, stoma indeksi, stoma eni ve iletim demetleri arası mesafeyi artırırken, stoma boyu, trake çapı, yaprak çapı, iletim demeti eni ve boyunu kontrole göre değişik derecelerde azaltmıştır (Şekil 1a, b, c, d).



Şekil 1. İncir yapraklarının anatomik yapısı **a.** Kontrol gurubuna ait yaprak enine kesiti, **b.** Kontrol gurubuna ait yaprak yüzeyel kesiti, **c.** Elektromanyetik alana maruz kalan yapraklara ait enine kesit, **d.** Elektromanyetik alana maruz kalan yapraklara ait yüzeyel kesit (ae: alt epidermis, f: floem, k: kutikula, ks: ksilem, ms: mezofil, st: stoma, t: tüy, ue: üst epidermis)

4. Sonuçlar ve tartışma

Bitkiler çevresel koşullardaki değişimlere bağlı olarak büyüme, gelişme ve fizyolojilerini değiştirebilirler. Bitkilerin sahip oldukları bu yetenek onların çeşitli streslere tolerans sağlamalarında ve normal yaşamlarını sürdürebilmelerinde anahtar bir rol oynamaktadır. Yüksek sıcaklık (Beerling ve Chaloner, 1993), kuraklık (Xu ve Zhou, 2008), tuzluluk (Çavuşoğlu vd., 2007), ışık (Kim vd., 2004) ve yağış rejimi (Yang vd., 2007) gibi çeşitli çevresel faktörlerin bitkilerin yaprak anatomileri üzerinde meydana getirdikleri değişimler gayet iyi bir şekilde ortaya konulmasına karşın, elektromanyetik alanların yaprak anatomisi üzerinde ne gibi değişimlere sebep oldukları yeterince çalışılmamıştır.

Bu çalışmada, elektromanyetik alan stresine maruz kalan incir yapraklarında kutikula kalınlığı, epidermis hücre sayısı, stoma sayısı, stoma indeksi, stoma eni ve iletim demetleri arası mesafenin artırdığı, epidermis hücre boyu, stoma boyu, trake çapı, yaprak çapı, iletim demeti eni ve boyunun ise azaldığı tespit edilmiştir. Diğer yandan, söz

konusu stresin epidermis hücre enini yaprak üst yüzeyinde artırdığı, yaprak alt yüzeyinde ise etkisiz kaldığı gözlenmiştir (Tablo 1).

Bu bulgular, elektromanyetik alan stresine karşı incir yapraklarının hem sukkulent (örneğin, üst yüzeyde epidermis hücre eninde artış) hem de kseromorfik (örneğin, üst yüzeyde stoma sayısı ve stoma indeksinde artış) özellikler (Stragonov, 1964) kazandıklarına işaret etmektedir. Dahası, incir yapraklarının kutikula kalınlıklarının artması ve yaprak çaplarının azalması elektromanyetik alan stresine karşı bir adaptasyon olabilir ve böylece terleme ile su kaybı en aza indirilmiş olur. Benzer şekilde, her iki yüzeyde epidermis hücre sayısının azalması yaprak alanında azalmaya sebep olarak aynı amaca hizmet etmiş olabilir. Ayrıca, elektromanyetik alana maruz kalan bitkilerde trake çapları ile iletim demeti büyüklüklerinin azalması da su taşınımını kolaylaştırabilir.

Sonuç olarak, baz istasyonlarının sebep olduğu elektromanyetik alanların bitkilerin yaprak anatomileri üzerine etkileri ile ilgili yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle söz konusu stresin etki mekanizmalarının açıklığa kavuşturulması için daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu çalışmamızın gelecekte yapılacak çalışmalara ışık tutacağı kanısındayız.

Teşekkür

Çalışılan bitki materyalinin teminindeki yardımlarından dolayı Prof. Dr. Hasan ÖZÇELİK'e teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Ahmet, E. 2003. Effects of magnetic fields on yield and growth in strawberry 'Camarosa'. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 78. 145–147.
- Akoyonoglou, G. 1964. Effect of magnetic field on carboxydismutase. *Nature*. 4931. 452-454.
- Beerling, D.J., Chaloner, W.G. 1993. The impact of atmospheric CO₂ and temperature change on stomatal density: observations from *Quercus robur* Lammad leaves. *Annals of Botany*. 71. 231–235.
- Bhatnagar, D., Deb, A.R. 1978. Some aspects of pregermination exposure of wheat seeds to magnetic field II. effect on some physiological processes. *Seed Research*. 6. 14–22.
- Çavuşoğlu, K., Kılıç, S., Kabar, K.. 2007. Effects of pretreatments of some growth regulators on the stomata movements of barley seedlings grown under saline (NaCl) conditions. *Plant, Soil and Environment*. 53. 524-528.
- Gausman, W.H., Allen, A.W., Escobar, E.D., Rodriguez, R.R., Carednas, R. 1971. Age effect of cotton leaves on light reflectance, transmittance, and absorbance and water content and thickness. *Agronomy Journal*. 63. 465-469.
- Jovanic, B.R., Belca, I., Kasalica, B. 2001. Effect of a high DC electric field on plant leaves reflectivity. *International Journal of Environmental Studies*. 58. 357-363.
- Kavi, P.S. 1977. The effect of magnetic treatment of soybean seed on its moisture absorbing capacity. *Science Art Culture*. 43. 405–406.
- Kim, S.J., Hahn, E.J., Heo, J.W., Paek, K.Y. 2004. Effects of LEDs on net photosynthetic rate, growth and leaf stomata of chrysanthemum plantlets in vitro. *Scientia Horticulturae*. 101. 143-151.
- Lebedev, I.S., Litvinenko, L.G., Shiyan, L.T. 1977. After-effect of a permanent magnetic field on photochemical activity of chroloplasts. *Soviet Plant Physiology*. 24. 394–395.
- Levedev, S.I., Baranskil, P.I., Litrimennko, L.G., Shiyan, L.T. 1975. Physiobiochemical characteristics of plants after presowing treatment with a permanent magnetic field. *Soviet Plant Physiology*. 22. 84–89.
- Mazza, C.A., Battista, D., Zima, A.M., Szwarcberg-Bracchitta, M., Giordano, C.V., Acevedo, A., Scopel, A.L. 1999. The effects of solar ultraviolet-B radiation on the growth and yield of barley are accompanied by increased DNA damage and antioxidant responses. *Plant Cell and Environment*. 22. 61–70.
- Meidner, H., Mansfield, T.A. 1968. *Physiology of stomata*. Graw-Hill, New York.
- Nechitailo, G., Gordeev, A. 2001. Effect of artificial electric fields on plants grown under microgravity conditions. *Advances in Space Research*. 28/4. 629-631.
- Piacentini, M.P., Fraternali, D., Piatti, E., Ricci, D., Vetrano, F., Dacha, M., Accorsi, A. 2001. Senescence delay and change of antioxidant enzyme levels in *Cucumis sativus* L. etiolated seedlings by ELF magnetic fields. *Plant Science*. 161. 45–53.
- Pietruszewski, S. 1993. Effect of magnetic seed treatment on yields of wheat. *Seed Science and Technology*. 21. 621–626.
- Romana, R., Igor, J. 2002. Weak magnetic field decreases heat stres in cress seedlings. *Electromagnetic Biology and Medicine*. 21. 69–80.
- Stagg, R.B., Hawel, L.H., Pastorian, K., Cain, C., Adey, W.R., 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.

- Strogonov, B.P. 1964. Physiological Basis of Salt Tolerance of Plants (as Affected by Various Types of Salinity). Jerusalem, 1-366.
- Wooley, J.T. 1971. Reflectance and transmittance of light by leaves. *Plant Physiology*. 47. 656-662.
- Xi, G., Fu, Z.D., Ling, J. 1994. Change of peroxidase activity in wheat seedlings induced by magnetic field and its response under dehydration condition. *Acta Botanica Sinica*. 36. 113–118.
- Xu, Z., Zhou, G. 2008. Responses of leaf stomatal density to water status and its relationship with photosynthesis in a grass. *Journal of Experimental Botany*. 59. 3317-3325.
- Yang, L., Han, M., Zhou, G., Li, J. 2007. The changes of water-use efficiency and stoma density of *Leymus chinensis* along Northeast China transect. *Acta Ecologica Sinica*. 27. 16–24.
- Yinan, Y., Yuan, L., Yongqing, Y., Chunyang, L. 2005. Effect of seed pretreatment by magnetic field on the sensitivity of cucumber (*Cucumis sativus*) seedlings to ultraviolet-B-radiation. *Environmental and Experimental Botany*. 54. 286-294.
- Zook, B.C., 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.

(Received for publication 30 June 2009; The date of publication 01 December 2009)