

# Cep Telefonu Radyasyonunun Nöral Gelişim Üzerine Etkisi: Tavuk Embriyolari Modeli

## Effect of Mobile Phone Radiation on Neural Development: Chick Embryos Model

Onur Özgür<sup>1\*</sup>, Gökmen Kahiloğulları<sup>1</sup>, Eyyub SM Al-beyati<sup>1</sup>, Ezgi Aydın<sup>2</sup>, Murat Aytemiz<sup>2</sup>, Serhat Aktan<sup>2</sup>, Serkan Aygün<sup>2</sup>, Osman Avcu<sup>2</sup>, Murat Zaimoğlu<sup>1</sup>, Ağahan Ünlü<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi A. D.

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Tıp Fakültesi

### ÖZET

**Amaç:** Cep telefonları günlük hayatta en çok kullanılan cihazlar olup olası yan etkileri ile ilgili olarak bilinenler yetersizdir. Ayrıca, cep telefonu kullanımı ile nöral tüp defekti oluşması arasındaki olası bağlantı tartışmalıdır. Bu çalışmada, cep telefonu radyasyonunun nöral gelişim üzerine olası etkisi tavuk embriyolari modelinde çalışılmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** Çalışma Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi ABD Nöroembriyoloji Laboratuvarında yapılmıştır. Her biri 20 örnekten oluşan toplam 6 grup, fertil, nonpatojen Super Nick cinsi tavuk yumurtası kullanılmıştır. Bu gruplar kontrol, bekleme, çağrı yönlendirme, 1-dakika görüşme, 4-dk görüşme ve 7-dk görüşme olarak düzenlenmiştir. Embriyolar, radyasyon maruziyetini takip eden, inkubasyonun 2. gününde gelişme geriliği (GG) ve nöral tüp defekti (NTD) açısından ışık mikroskobu ile değerlendirilmiştir.

**Bulgular:** GG saptanan embriyolar kontrol grubunda 3, standby grubunda 6, 1 dk ve 4 dk telefon görüşmesi gruplarının her birinde 5 iken; 7 dk görüşme grubunda 5 gelişme geriliğinin yanı sıra 1 NTD saptanmıştır. Gruplardaki diğer embriyolar normal olarak tespit edilmiştir.

**Tartışma:** Bu çalışmada saptanan cep telefonu radyasyonuna bağlı olası nöral gelişim problemleri istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte maruziyet gruplarında tespit edilen söz konusu gelişme gerilikleri özellikle gebelik açısından dikkat çekicidir. Cep telefonu kullanımı etkileri açısından ileri çalışmaların ve değerlendirmelerin yapılması gereklidir.

**Anahtar Kelimeler:** Cep telefonu, Nörolojik gelişme geriliği, nöral tüp defekti, embriyo

### ABSTRACT

**Objective:** Mobile phones are the most used devices in current daily life but with no sufficient data regarding their prospective side effects. Also any association between mobile phone usage and formation of neural tube defects is controversial. In this paper, any effect of mobile phone radiation on neural development in chick embryos was studied.

**Material and Method:** This study was performed in the neuro-embryology laboratory, Ankara University, Faculty of Medicine, Department of Neurosurgery. The specimens consisted of 6 groups; 20 fertile, pathogen-free, super Nick race chick eggs in each group. These groups arranged as control, standby, call-forwarding, one-minute-call, four-minute-call and seven-minute-call groups. The embryos were evaluated using light microscope after the second day of incubation post radiation-exposure regarding growth failure (GF) and neural tube defect (NTD).

**Results:** GG detected-embryos were 3 in the control group, 6 in the standby group and 5 in one and four-minute-call groups, each. In the seven-minute-call group, 1 NTDs were detected in addition to 5 growth retardations. Other embryos in the groups were found to be normal.

**Discussion:** Negative effect of mobile phones on neural development is statically insignificant. Even so, the results in all the standby, one-minute-call, four-minute-call and seven-minute-call group make it difficult to pass judgment on mobile phone usage in pregnant. It is necessary to perform further studies to clarify any potential damages regarding mobile phone usage.

**Key Words:** Neurologic development; neural tube defect; mobile phone; chickembryo

### Giriş

Teknolojik gelişmeler günlük yaşantımızı önemli ölçüde etkilemiş; bilişim çağının kazanımlarının yanı sıra olası olumsuz etkileri de tartışıla durmuştur. Bu hususta özellikle cep telefonlarının kullanımı, akıllı

uygulama platformlarının popülerize edilmesi ile artarak yaygınlaşmıştır.

Elektromanyetik alanın (EMA) sağlığa etkilerine yönelik genetik hasar, karsinogenez, embriyonel gelişim gibi konularda multidisipliner çalışmalar yapılmış olmasına rağmen kesin sonuçlar elde edilememiştir. Ancak düşük şiddet ve yoğunlukta bile

**Tablo 1.** Çalışma gruplarına göre analiz sonuçları

	Normal	GG	NTD	Kontrol
Kontrol	17	3	0	
Standby	14	6	0	p>0,05
ÇY	20	0	0	p>0,05
1dk	15	5	0	p>0,05
4dk	15	5	0	p>0,05
7dk	14	5	1	p>0,05

GG: Gelişme geriliği

NTD: Nöral tüp defekti

ÇY: Çağrı yönlendirme

EMA'nın hücre çoğalması, farklılaşması veya hücre ölümü üzerinde biyolojik etkilerinin olduğu vurgulanmıştır (1-3). Araştırmacılar söz konusu dalga ve alanların özellikle sinir sistemi bileşenleri üzerindeki etkisini doğumsal anomaliler, bilişsel fonksiyonlar ve tümör gelişimi gibi farklı açılardan ele alarak incelemişlerdir.

Nöral tüp defekti (NTD), gebeliklerin yaklaşık 6/10000'inde görülmektedir. Bu patolojilerin etiolojisinde ise genetik ve çevresel etkenlerin olduğu düşünülmektedir. Özellikle cep telefonu kaynaklı EMA'nın doğumsal kapanma defektleri üzerindeki etkisini araştıran sayılı sayıda yayın mevcuttur. Bu, özellikle prenatal dönemde EMA maruziyetinin belirlenmesi ve olası patolojilere yönelik önlemler alınması bağlamında belirleyici olabilir.

## Gereç ve Yöntemler

Bu çalışma Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi (AÜTF) Beyin ve Sinir Cerrahisi ABD Nöroembriyoloji Laboratuvarında yürütülmüştür. Tavuk embriyolarında cep telefonlu kaynaklı EMA'nın etkileri maruziyet temelinde farklı gruplar üzerinde gözlemlenmiştir.

Ortalama ağırlıkları 65g olan yumurtalar cep telefonu maruziyetini takip eden süreçte 37.8 °C (100.04 °F) ve %65-75 nem oranı koşullarında her 2 saatte otomatik olarak döndürmenin sağlandığı makinalarda 2 günlük bir inkübasyonun ardından incelenmiştir. Söz konusu cep telefonu maruziyeti 24 saatlik inkübasyonu takip eden süreçte belirtilen süreler içerisinde sağlanmış olup bu süreç sonunda 24 saatlik ek sürelerde inkübasyon işlemine devam edilmiştir.

Her grupta 20'şer adet olmak üzere toplam 120 adet fertil, patojen içermeyen, sıfırıncı gün, Süper Nick cinsi tavuk yumurtası kullanılmıştır. Çalışma grupları kontrol (1.grup), standby (2.grup), çağrı yönlendirme (ÇY) (3.grup), 1 dk, 4 dk ve 7 dk telefon görüşmesi (4,5 ve 6.gruplar) olarak belirlenmiştir.

**Fig. 1.** Kapalı nöral tüp mikroskopik görüntü

Yumurtalar GSM 900M Hz frekanslı bir telefonla, 30cm uzaklıkta belirlenen gruplara göre farklı süre ve koşullarda EMA'a maruz bırakılarak 48. Saatte (Hamburger & Hamilton evre 12) açılarak incelenmiştir. Embriyolar, maruziyetten sonraki 2 günlük inkübasyonun sonunda gelişim geriliği (GG) ve nöral tüp defekti (NTD) açısından ışık mikroskopunda morfolojik olarak değerlendirilmiştir. Defektli embriyoların boyanması AÜTF Histoloji ve Embriyoloji ABD'de yapılmıştır.

Veriler, SPSS 11.5 programında Pearson Ki Kare ve FisherExact testleriyle değerlendirilmiştir. Grupların ikili kombinasyonları kıyaslanmış olup p<0,05 değerleri anlamlı kabul edilmiştir.



**Fig. 2.** Kapalı nöral tüp histoembriyolojik görüntü

## Bulgular

Kırk sekiz saatlik inkübasyon süresinin ardından toplam 120 tavuk embriyosu mikroskopik olarak incelenmiştir.

Kontrol grubundaki embriyolarda kavisli baş yapıları, görülebilir kalp ve göz yapıları ile kapalı nöral tüp yapıları normal embriyolojik gelişim bulguları olarak değerlendirilmiştir. Hamburger & Hamilton evre 12 karakterlerini gösteremeyen tavuk embriyoları gelişme geriliğinde kabul edilmiştir.

Normal gelişimli nöral tüpte notokord ve somitlere ek olarak katmanlı epitel dokusunu kapsayan nöroektoderm yapısı gözlenir (Figüre 1 ve 2). Nöral tüp defektli saptanan örnek Figür 3 ve 4'de gösterilmiştir.

Kontrol grubunda 17 normal, 3 GG; standby grubunda 14 normal, 6 GG; ÇY grubunda 20 normal; 1 dk ve 4 dk telefon görüşmesi gruplarının her birinde 15 normal, 5 GG ve 7 dk telefon görüşmesi grubunda 14 normal, 1 NTD, 5 GG bulunmuştur. Yapılan analizlerde kontrol grubuyla kıyaslamalarda anlamlı sonuç bulunamamıştır ( $p>0,05$ ). Buna rağmen ÇY–standby, ÇY–1 dk telefon görüşmesi, ÇY–4 dk telefon görüşmesi, ÇY–7 dk telefon görüşmesi kıyaslamalarında sonuçlar istatistik açıdan anlamlıdır ( $p<0,05$ ). Geri kalan grupların kıyaslanmasında anlamlı sonuç görülmemiştir ( $p>0,05$ )(Tablo-1).

## Tartışma

Elektromanyetik alan yaşadığımız bütün çevrede bulunan görünmez bir dalga alanıdır. İnsanları etkisi altına alan 2 tür EMA mevcuttur. Bunlardan ilki aşırı düşük frekanslı EMA olup bunlar elektrik kabloları ve elektrik aparatlarından kaynaklanır. Bir diğeri ise radyo

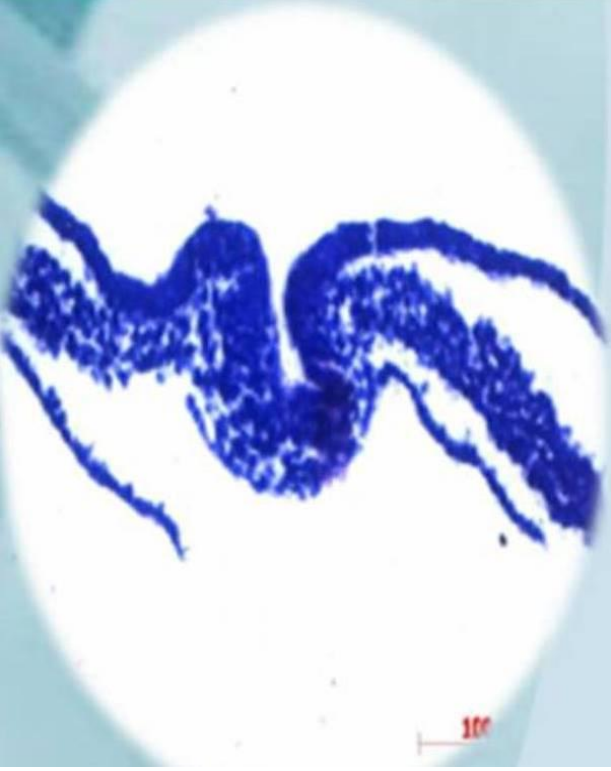


**Fig. 3.** Açık nöral tüp mikroskopik görüntü

frekans (RF) EMA olup kablosuz ve mobil telefonları içeren kablosuz cihazlar tarafından kaynaklanır.

Uzun süre EMA maruziyetinin sinir sistemi hücresi ve nöronlarda Kalsiyum düzeylerinde dalgalanmalara neden olabileceği böylece oksidatif stresi indükleyebileceği bildirilmiştir (4). Benzer şekilde, uzun süreli EMA maruziyetinin oksidatif stres yoluyla Alzheimer hastalığı veya Alzheimer benzeri semptomlara yol açabileceği bildirilmiştir (5). Bir diğer görüş de söz konusu RF dalgalarına maruz kalan hücre ve dokularda meydana gelebilecek ısı artışlarının kalıcı hasara neden olabileceği yönündedir. Bu çalışmanın planlanması olası RF dalgalarının sinir sistemi üzerine etkisinin araştırılması üzerine kurulmuştur. Elde edilen bulgular ise olası etkileri destekleyebilecek boyutta olup daha geniş serilerde ve örneklem boyutlarında araştırılması gereklidir.

Cep telefonlarından kaynaklanan EMA'ların özellikle fazla kullanım ile kronik süreçte insan sinir sistemini etkileyebileceği ve kanser riskini artırabileceğini bildiren çalışmalar mevcuttur (6). Öte yandan vertigo ve migren gibi nörolojik semptomların artabileceği de bildirilmiştir (7). Deneysel çalışmalar belirli koşullar altında kronik ve uzun süreli cep telefonu kullanımının artan baş ağrısı, uyku sikluslarının düzensizleşmesi ve sinaptik plastisitenin engellenmesi gibi etkilere yol açabileceği üzerinde durmuştur (8-12). Auvinen ve ark. cep telefonu kullanımı ile gliom riski arasında bağlantı olabileceğini bildirmişlerdir (13).



**Fig. 4.** Açık nöral tüp histoembriyolojik görüntü

Yine de cep telefonlarının sağlığa tehdit teşkil etmediğine dair görüşler de mevcuttur (14). Bazı çalışmalar doğumsal defektleri EMA maruziyeti ile ilişkilendirmeye çalışmışlardır (15,16). Buna karşın, bu defektlerin değerlendirilmesi sırasında EMA maruziyeti ile belirgin anlamlı fark saptanmamıştır (17). Umur ve ark cep telefonlarının yaydığı elektromanyetik radyasyonun doza bağımlı olarak erken embriyogenik dönemde tavuk embriyolarında gelişme gecikmesi yaptığını bildirmişlerdir (18). EMA'ların sinir sistemi üzerine etkilerinin tek bir parametre üzerinden değerlendirmek mümkün olmamakla birlikte; bu çalışmada NTD olasılığı ve RF maruziyeti bağlantısı araştırılmıştır. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında anlamlı farklılık saptanmamasına rağmen, RF maruziyet süreleri farklı olan gruplar arasında anlamlı farklılıklarının olması nöral tüp defektinin RF maruziyet süresi ile orantılı olabileceğini düşündürmektedir.

Prenatal dönemde EMA maruziyeti sonucunda Hippokampus'da postnatal dönemde piramidal hücre kaybı bildirilmiştir (19). Bunun nörogenezisin inhibisyonu ile doğrudan bağlantılı olabileceği varsayılmıştır. Öte yandan Aldad ve ark. EMA hiperaktivitesine maruz bırakılmış hayvan embriyolarında bilişsel ve hafıza bozukluklarının meydana gelebileceğini saptamışlardır (20). Bu bulguların ve olası etki mekanizmalarının planlanan çalışmamızda olduğu gibi farklı hayvan modellerinde test veya teyit edilmesi gereklidir.

Sonuç olarak, kablosuz telefonlar ve özellikle cep telefonlarının oluşturduğu EMA'nın sinir sistemi üzerindeki etkisi tartışmalı konumunu korumaktadır. Gözleme dayalı çalışmaların geniş boyutta, örneklem sayılarının artırılarak, maruziyet koşullarının mümkün olduğunca standardize hale getirilmesi ile artırılması gerekmektedir. Bu hususta bu çalışmada bazı kısıtlanmalar mevcut olup ancak çalışma prototipi açısından örnek teşkil edebileceği ve daha ileri çalışmalara yol gösterici olabileceğine inanılmaktadır.

## Kaynaklar

1. Ikehara T, Yamaguchi H, Miyamoto H. Effect of electromagnetic fields on membrane ion transport of cultured cells. *J. Med. Invest* 1998; 45: 47-56.
2. Burchard JF, Nguyen DH, Block E. Macro-and trace element concentrations in blood plasma and cerebrospinal fluid of dairy cows exposed to electric and magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 1999; 20(6): 358-364.
3. Aydın B, Akar A. Effects of a 900-MHz electromagnetic field on oxidative stress parameters in rat lymphoid organs, polymorphonuclear leukocytes and plasma. *Arch Med Res* 2011; 42(4): 261-267.
4. Hardell L, Sage C. Biological effects from electromagnetic field exposure and public exposure standards. *Biomed Pharmacother* 2008; 62(2): 104-109.
5. Jiang DP, Li J, Zhang J, Xu SL, Kuang F, Lang HY, Wang YF, et al. Electromagnetic pulse exposure induces overexpression of beta amyloid protein in rats. *Arch Med Res* 2013; 44(3): 178-184.
6. Khurana VG, Teo C, Kundi M, Hardell L, Carlberg M. Cell phones and brain tumors: A review including the long-term epidemiologic data. *Surg. Neurol* 2009; 72(3): 205-214.
7. Schüz J, Waldemar G, Olsen JH, Johansen C. Risks for central nervous system diseases among mobile phone subscribers: a Danish retrospective cohort study. *PLoS One* 2009; 4(2): e4389.
8. Frey AH. Headaches from cellular telephones: are they real and what are the implications? *Environ. Health Perspect.* 1998; 106(3): 101-103.
9. Hocking B. Preliminary report: symptoms associated with mobile phone use. *Occup. Med. (Lond.)* 1998; 48(6): 357-360.
10. Borbély AA, Huber R, Graf T, Fuchs B, Gallmann E, Achermann P. Pulsed high-frequency electromagnetic field affects human sleep and sleep electroencephalogram. *Neurosci. Lett.* 1999; 275: 207-210.
11. Maaroufi K, Save E, Poucet B, Sakly M, Abdelmelek H, Had-Aissouni L. Oxidative stress and prevention of the adaptive response to

- chronic iron overload in the brain of young adult rats exposed to a 150 kilohertz electromagnetic field. *Neuroscience* 2011; 186: 39-47.
12. Manikonda PK, Rajendra P, Devendranath D, Gunasekaran B, Channakeshava, Aradhya RS, Sashidhar RB, et al. Influence of extremely low frequency magnetic fields on Ca<sup>2+</sup> signaling and NMDA receptor functions in rat hippocampus. *Neurosci. Lett* 2007; 413(2): 145-149.
  13. Auvinen A, Hietanen M, Luukkonen R, Koskela RS. Brain tumors and salivary gland cancers among cellular telephone users. *Epidemiology* 2002; 13(3): 356-359.
  14. World Health Report. Reducing risks, promoting healthy life. Geneva: World Health Organization 2002.
  15. Blaasaas KG, Tynes T, Lie RT. Residence near power lines and the risk of birth defects. *Epidemiology* 2003; 14(1): 95-98.
  16. Cardis E, Kilkenny M. International case-control study of adult brain, head and neck tumours: Results of the feasibility study. *Radiat. Prot. Dosimetry* 1999; 83: 179-183.
  17. Blaasaas KG, Tynes T, Lie RT. Risk of selected birth defects by maternal residence close to power lines during pregnancy. *Occup. Environ. Med.* 2004; 61(2): 174-176.
  18. Umur AS, Yaldiz C, Bursali A, Umur N, Kara B, Barutcuoglu M, et al. Evaluation of the effects of mobile phones on the neural tube development of chick embryos. *Turk Neurosurg.* 2013; 23(6): 742-752.
  19. Bas O, Odaci E, Mollaoglu H, Ucok K, Kaplan S. Chronic prenatal exposure to the 900 megahertz electromagnetic field induces pyramidal cell loss in the hippocampus of newborn rats. *Toxicol. Ind. Health* 2009; 25(6): 377-384.
  20. Aldad TS, Gan G, Gao XB, Taylor HS. Fetal radiofrequency radiation exposure from 800-1900 mhz-rated cellular telephones affects neurodevelopment and behavior in mice. *Sci Rep* 2012; 2: 312.