



## Determination of Magnetic Field Levels at Different Locations in a Laying Hen Farm and Their Evaluation in Terms of Possible Biological Effects and Feeding Management

Ercan Mevliyaogulları<sup>1,a,\*</sup>, Saadet Bingöl<sup>2,b</sup>, Serap Göncü<sup>2,c</sup>

<sup>1</sup>Başkent Üniversitesi, Kahramankazan Meslek Yüksekokulu, Organik Tarım Programı, 06980, Kahramankazan, Ankara, Türkiye

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, 01330, Balcalı, Adana, Türkiye

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 05.11.2025 Accepted : 11.12.2025</p> <p><b>Keywords:</b> Cage System Environmental Monitoring Laying Hen House Field Exposure Feeding Management</p>	<p>This study was conducted to determine low-frequency magnetic field levels at different locations in a cage-based laying hen house and to evaluate the findings in terms of possible biological effects and feeding management. Measurements were taken at 15 fixed locations operationally defined in the Materials and Methods section, and the results were recorded in microtesla. Differences among locations were analyzed by one-way analysis of variance and Duncan's multiple range test. Mean magnetic field values ranged from 0.00 to 23.49 microtesla, with an overall mean of 8.09 microtesla, and the differences among locations were statistically significant (<math>p &lt; 0.001</math>). The highest mean value was recorded at location 8, followed by locations 9 and 1, whereas measurements at three locations were below the lower detection limit of the instrument and are presented as 0.00 for tabular consistency. The measured levels remained below the general public reference value for 50 hertz; however, this should not be interpreted as a species-specific safe exposure threshold for laying hens. Overall, the study documented local field variability within the house and provided baseline information for future studies integrating environmental measurements with productivity, feeding behaviour, feed intake, and physiological stress indicators.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 14(5): 1332-1336, 2026

## Yumurtacı Tavuk İşletmesinde Farklı Konumlardaki Manyetik Alan Düzeylerinin Belirlenmesi ve Olası Biyolojik Etkiler ile Besleme Yönetimi Açısından Değerlendirilmesi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 05.11.2025 Kabul : 11.12.2025</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b> Kafes Sistemi Çevresel İzleme Yumurtacı Tavuk İşletmesi Manyetik Alan Besleme Yönetimi</p>	<p>Bu çalışma, kafes sistemiyle işletilen bir yumurtacı tavuk işletmesinde farklı konumlardaki düşük frekanslı manyetik alan düzeylerini belirlemek ve bulguları olası biyolojik etkiler ile besleme yönetimi açısından değerlendirmek amacıyla yürütülmüştür. Materyal ve yöntem kısmında operasyonel olarak tanımlanan 15 sabit konumda ölçümler yapılmış ve sonuçlar mikrotesla cinsinden kaydedilmiştir. Konumlar arasındaki farklılıklar tek yönlü varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testi ile incelenmiştir. Konum ortalamaları 0,00 ile 23,49 mikrotesla arasında değişmiş ve konum ortalamalarının genel ortalaması 8,09 mikrotesla olarak hesaplanmıştır; konumlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır (<math>p &lt; 0,001</math>). En yüksek konum ortalaması 8 no'lu konumda belirlenmiş, bunu 9 ve 1 no'lu konumlar izlemiştir. Üç konumda ise ölçümler cihazın alt algılama sınırının altında kalmış ve tablo düzeni korunarak 0,00 olarak gösterilmiştir. Ölçülen düzeyler 50 hertz için genel halk referans değerinin altında kalmıştır; ancak bu bulgu yumurtacı tavuklar için türe özgü güvenli maruziyet eşiği olarak yorumlanmamalıdır. Sonuç olarak çalışma, işletme içindeki yerel alan değişkenliğini ortaya koymuş ve gelecekte çevresel ölçümlerin verim, besleme davranışı, yem tüketimi ve fizyolojik stres göstergeleriyle birlikte değerlendirilmesi için temel veri sağlamıştır.</p>

<sup>a</sup> [emevliya@gmail.com](mailto:emevliya@gmail.com)

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0003-3333-1490>

<sup>c</sup> [saadetzootekni@gmail.com](mailto:saadetzootekni@gmail.com)

<sup>d</sup> <https://orcid.org/0009-0007-2954-1854>

<sup>e</sup> [serapgoncu66@gmail.com](mailto:serapgoncu66@gmail.com)

<sup>f</sup> <https://orcid.org/0000-0002-0360-2723>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Giriş

Kanatlı yetiştiriciliği, insan beslenmesi için yüksek kaliteli hayvansal protein sağlaması nedeniyle stratejik bir üretim alanıdır. Modern işletmelerde aydınlatma, yemleme, havalandırma, motorlar, kontrol panoları ve enerji iletim bileşenleri gibi çok sayıda elektrikli ekipman kullanılmakta; bu durum işletme içinde yerel elektrik ve manyetik alan kaynakları oluşturmaktadır. Bununla birlikte, bu çalışmada doğrudan ölçülen değişken söz konusu çevresel yükün yalnızca düşük frekanslı manyetik alan bileşenidir. Ayrıca ticari yumurtacı tavuk işletmelerinde yemleme sistemleri, yem erişimi, hayvanların günlük aktivite düzeni ve çevresel stresörler birbiriyle ilişkili olduğundan, işletme içi manyetik çevrenin besleme yönetimi açısından da dolaylı olarak dikkate alınması gerekebilir.

Düşük frekanslı elektrik ve manyetik alanların canlılar üzerindeki olası etkileri uzun süredir araştırılmaktadır. Çiftlik hayvanlarında yapılan bazı çalışmalar, elektromanyetik alan maruziyetinin üreme ve endokrin parametrelerle ilişkili olabileceğini bildirmiştir; ancak bu bulgular tür, frekans, alan şiddeti ve maruziyet süresine göre değişmektedir (Algers ve Hultgren, 1987; Burchard ve ark., 1996).

Kanatlılar ve avian embriyo modelleri üzerinde yürütülen deneysel çalışmalar da heterojen sonuçlar vermektedir. Krueger ve ark. (1975), kontrollü koşullarda belirli elektromanyetik alan maruziyetlerinin yumurta verimi üzerinde etkili olabileceğini bildirmiştir. Terol ve Panchon (1995), Japon bildircini embriyolarında 50 ve 100 hertz alanların embriyonik gelişim üzerinde teratolojik sonuçlar oluşturabileceğini göstermiştir. Daha sonraki çalışmalarda, inkübasyon öncesi kısa süreli manyetik alan uygulamalarının bazı performans göstergelerini etkileyebileceği (Shafey ve ark., 2011), radyofrekans maruziyetinin embriyo sıcaklığını artırabileceği (Thalau ve ark., 2003) ve embriyo ya da yeni çıkmış civcivlerde hormonal yanıtları değiştirebileceği bildirilmiştir (Pawlak ve ark., 2014). Buna karşılık, normal yaşam ortamını temsil edecek düzeylerdeki bazı kontrollü çalışmalarda belirgin olumsuz etki saptanmamıştır (Woelders ve ark., 2017).

Bu literatür, elektrik ve manyetik alan maruziyetinin biyolojik etkilerinin bağlama son derece duyarlı olduğunu göstermektedir. Özellikle ticari kanatlı işletmelerinde gerçek çevresel maruziyetin doğrudan ölçülmesine yönelik saha verileri sınırlıdır. Bu nedenle işletme içinde hangi konumlarda görece olarak daha yüksek alan oluştuğunun belirlenmesi, hem teknik altyapının değerlendirilmesi hem de olası biyolojik etkilerin daha sağlıklı yorumlanabilmesi açısından önem taşımaktadır.

Bu çalışmanın amacı, yumurtacı tavuk yetiştiriciliği yapılan bir işletmede farklı konumlardaki manyetik alan düzeylerini belirlemek ve elde edilen bulguları literatürde bildirilen olası biyolojik etkiler ile besleme yönetimi açısından dolaylı önemi çerçevesinde tartışmaktır. Çalışma, besleme davranışı, yem tüketimi ya da verimlilik parametrelerini doğrudan ölçmemiş; bu nedenle sonuçlar çevresel maruziyetin tanımlanmasına yönelik bir ön değerlendirme olarak ele alınmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Çalışma, kafes sistemiyle yumurta üretimi yapılan ticari bir yumurtacı tavuk işletmesinde yürütülmüştür. Bu çalışmada doğrudan ölçülen değişken, işletmedeki 50/60 hertz düşük frekanslı manyetik alan bileşenidir. Ölçüm noktaları, işletmenin günlük çalışma düzenini temsil edecek biçimde elektrik panoları, havalandırma fanları, kafes blokları, servis geçiş alanları ve işletme çevresindeki farklı bölgeler dikkate alınarak belirlenmiştir. Şekil 1 işletmenin ölçüm alınan farklı bölümlerine ait genel görünümü, Şekil 2 ise kullanılan cihaz ile elektrik kumanda kabini ve havalandırma fanı çevresindeki temsili ölçüm noktalarını göstermektedir. Şekiller temsili olup 1-15 no'lu konumların tamamı görseller üzerinde tek tek işaretlenmemiştir; bu nedenle konumların esas operasyonel tanımını aşağıda verilmiştir.

### Ölçüm konumlarının operasyonel tanımı

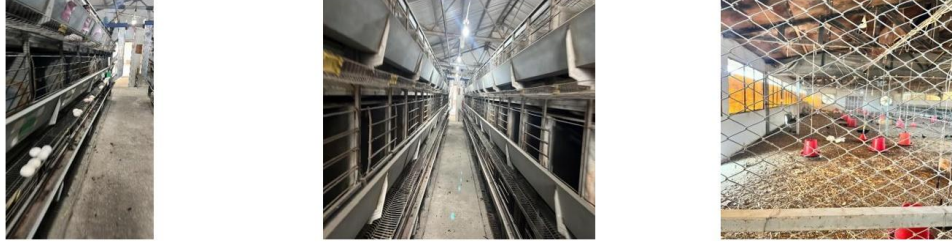
Konum numaralandırması saha çalışması boyunca sabit tutulmuş ve her tekrar aynı kodlanmış yatay noktada alınmıştır.

Konum no	Konum tanımı
1	Ana elektrik panosunun önü
2	Tali elektrik dağıtım panosu / enerji dağıtım noktası yanı
3	Kümes girişine yakın iç servis geçiş alanı
4	Birinci kafes bloğunun ön servis koridoru
5	İkinci kafes bloğunun ön servis koridoru
6	Üçüncü kafes bloğunun ön servis koridoru
7	Dördüncü kafes bloğunun ön servis koridoru
8	Birinci havalandırma fanının motor/kumanda bölgesi
9	İkinci havalandırma fanının motor/kumanda bölgesi
10	Kafes blokları arasındaki orta servis koridoru
11	Kümes içi yan servis koridoru
12	Kümes içi son geçiş / yardımcı servis alanı
13	Kümes dış yan duvarı boyunca, ekipmandan uzak çevre noktası
14	İşletme çevresindeki açık alan referans noktası 1
15	İşletme çevresindeki açık alan referans noktası 2

Bu kodlama, metin, Çizelge 1 ve Şekil 3 boyunca aynen korunmuştur.

### Yöntem

Manyetik alan ölçümlerinde Smart Sensor AR1392 portatif elektromanyetik alan ölçer kullanılmış; bu çalışmada cihazın yalnızca 50/60 hertz manyetik alan ölçüm fonksiyonu değerlendirilmiştir. Cihazın manyetik alan ölçüm aralığı 0,01-200 mikrotelsadır. Her konumda ölçümler aynı yatay noktada ve aynı saha koşullarında üç tekrar halinde gerçekleştirilmiş; saha koşullarını temsil etmek amacıyla farklı yüksekliklerde alınan tekrar ölçümlerinin konum ortalamaları istatistiksel değerlendirmede kullanılmıştır. Sonuçlar mikrotelsa cinsinden kaydedilmiştir.



Şekil 1. Ölçüm alınan işletmenin farklı bölümlerinden genel görünüm  
Figure 1. General views from different sections of the farm where the measurements were taken



Şekil 2. Kullanılan manyetik alan ölçüm cihazı ile elektrik kumanda kabini ve havalandırma fanı çevresindeki temsili ölçüm noktaları

Figure 2. Magnetic field measuring device and representative measurement points around the electrical control cabinet and the ventilation fan

#### İstatistiksel Analiz

İstatistiksel değerlendirmede önce tanımlayıcı istatistikler hesaplanmış, ardından konumlar arası farkların belirlenmesi amacıyla tek yönlü varyans analizi uygulanmıştır. Ortalama değerler arasındaki çoklu karşılaştırmalar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile yapılmış ve önem düzeyi  $p < 0,05$  olarak kabul edilmiştir.

#### Bulgular ve Tartışma

Farklı konumlara ait ortalama manyetik alan değerleri Çizelge 1 ve Şekil 3'te sunulmuştur. Konum ortalamaları 0,00-23,49 mikrotlesla arasında değişmiş ve konum ortalamalarının genel ortalaması 8,09 mikrotlesla olarak hesaplanmıştır. En yüksek ortalama 8 no'lu konumda (23,49 mikrotlesla), ardından 9 no'lu konumda (16,82 mikrotlesla) ve 1 no'lu konumda (16,74 mikrotlesla) belirlenmiştir. Onları 2 no'lu konum (15,17 mikrotlesla) izlemiştir. 13, 14 ve 15 no'lu konumlarda ölçümler cihazın alt algılama sınırının altında kalmış ve tablo düzeni korunarak 0,00 olarak gösterilmiştir.

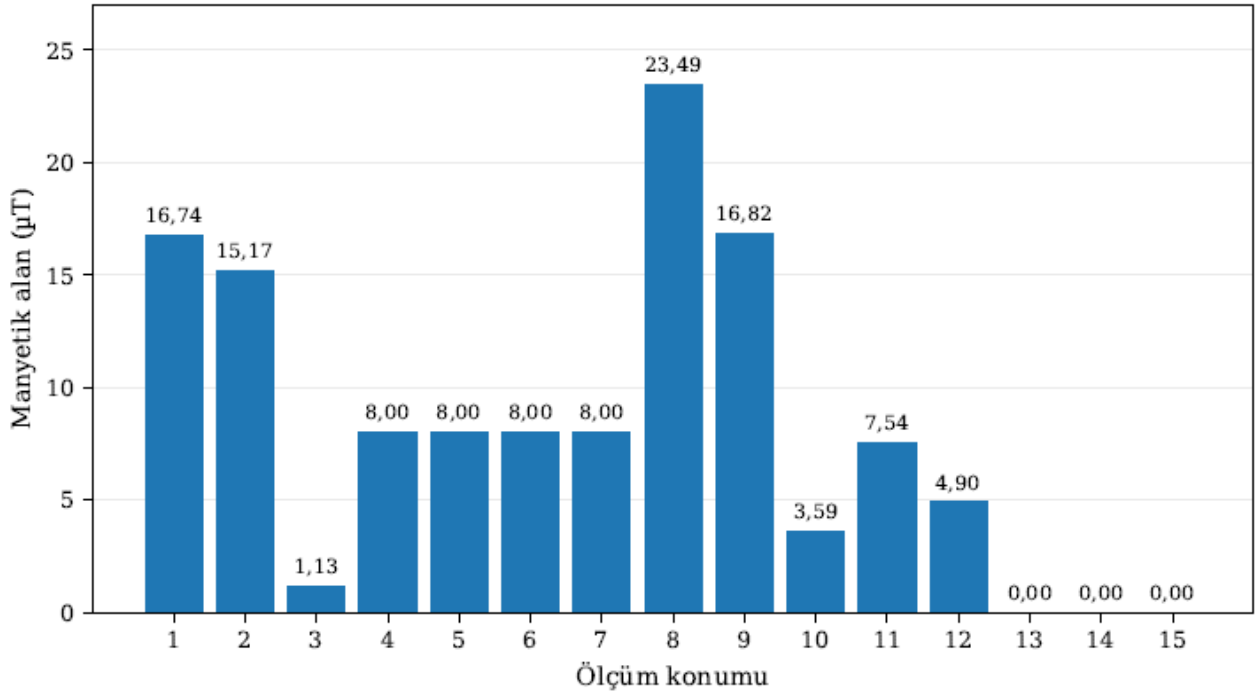
Varyans analizi sonuçları, konumlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunduğunu göstermiştir ( $p < 0,001$ ). Duncan testi sekiz farklı grup ortaya koymuş; 8 no'lu konum tek başına en yüksek grubu oluştururken, 1 ve 9 no'lu konumlar aynı alt grupta yer almıştır. 4, 5, 6 ve 7 no'lu konumlar ile 11 no'lu konum orta düzey bir kümeyi temsil etmiştir. Bu bulgu, işletme içinde alanın homojen dağılmadığını ve bazı noktalarda yerel artışlar bulunduğunu göstermektedir.

Çizelge 1'de verilen en yüksek konum ortalaması 23,49 mikrotlesla olup, 50 hertz için genel halka yönelik referans düzeyin altındadır. Bununla birlikte, insan maruziyeti için geliştirilmiş bu referans düzeyler yumurtacı tavuklar için doğrudan güvenlik eşiği olarak yorumlanamaz; sonuçlar

yalnızca bağlamsal bir karşılaştırma olarak değerlendirilmelidir (WHO, 2007; ICNIRP, 2010).

Literatürde kanatlı ve avian embriyo modellerinde elektromanyetik alan maruziyetine ilişkin bulgular birbirinden farklıdır. Krueger ve ark. (1975), 60 hertz manyetik alanın yaklaşık 1,4 gauss (140 mikrotlesla) düzeyinde olduğu deneysel koşullarda yumurta veriminde azalma bildirmiştir. Terol ve Panchon (1995), 0,2-3,2 mikrotlesla düzeyindeki çok düşük frekanslı alanların bıldırcın embriyolarında, özellikle 100 hertz koşulunda, anormal embriyo oranını artırabildiğini göstermiştir. Shafey ve ark. (2011) ise inkübasyon öncesi 1,8 militesla düzeyindeki kısa süreli manyetik alan uygulamasının çıkış gücünü belirgin biçimde değiştirmediğini, ancak bazı büyüme ve yem tüketimi göstergelerinde farklılık oluşturabildiğini bildirmiştir. Pawlak ve ark. (2014), 1800 megahertz maruziyet altında embriyo ve yeni çıkmış civcivlerde tiroit hormonları ile kortikosteron düzeylerinde değişiklikler rapor etmiştir. Buna karşılık Woelders ve ark. (2017), telekomünikasyon ve kablosuz ağ alanlarını taklit eden ve normal yaşam ortamını temsil eden deneysel maruziyette embriyo gelişimi üzerinde belirgin olumsuz etki saptamamıştır. Bu çalışmalar, etki yönünün yalnızca alan şiddetine değil frekans, maruziyet süresi ve deneysel düzene de bağlı olduğunu göstermektedir.

Yumurtacı tavuk işletmelerinde çevresel koşullar yalnızca genel refah ve davranış açısından değil, aynı zamanda yemliklere erişim düzeni, yem tüketim ritmi ve üretim performansının sürdürülebilirliği açısından da önem taşımaktadır. Bu nedenle mevcut bulgular, özellikle elektrik ekipmanları ve mekanik sistemlerin yoğun olduğu bölgelerde oluşan manyetik alan farklılıklarının, doğrudan kanıt sunmamakla birlikte, gelecekte besleme davranışı ve yem tüketim düzeni ile birlikte değerlendirilmesi gereken bir çevresel değişken olabileceğini düşündürmektedir.



Şekil 3. Farklı konumlarda ölçülen ortalama manyetik alan değerleri  
Figure 3. Mean magnetic field values measured at different locations

Çizelge 1. Farklı konumlarda ortalama manyetik alan değerleri ve Duncan grupları  
Table 1. Mean magnetic field values and Duncan groupings at different locations

Konum	Ortalama manyetik alan (mikrotesla)	Duncan grubu
1	16,74	b
2	15,17	c
3	1,13	g
4	8,00	d
5	8,00	d
6	8,00	d
7	8,00	d
8	23,49	a
9	16,82	b
10	3,59	f
11	7,54	d
12	4,90	e
13	0,00	h
14	0,00	h
15	0,00	h

Not: Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel fark yoktur (Duncan testi,  $p > 0,05$ ). 13, 14 ve 15 no'lu konumlarda ölçümler cihazın alt algılama sınırının altında kalmış olup tablo gösteriminde 0,00 olarak verilmiştir; bu ifade fiziksel olarak mutlak sıfır anlamına gelmemektedir

Bu çerçevede, mevcut çalışmanın sonuçları yumurtacı tavuk işletmesinde bazı konumlarda görece olarak daha yüksek manyetik alan yoğunluğu bulunduğunu ortaya koymakla birlikte, besleme davranışı, yem tüketimi veya verimlilik üzerinde doğrudan bir etki bulunduğunu kanıtlanamamaktadır. Özellikle elektrik donanımı, fan sistemleri ve enerji iletim bileşenlerinin yakınındaki konumların düzenli aralıklarla izlenmesi; ölçümlerin gün içi yük değişimleri ve farklı mevsimler altında tekrarlanması; ayrıca gelecekte yem tüketimi, yumurta verimi, kabuk kalitesi, davranış ve stres göstergeleri ile birlikte değerlendirilmesi daha güçlü çıkarımlar yapılmasına katkı sağlayacaktır.

## Sonuç

Bu çalışmada, yumurtacı tavuk yetiştiriciliği yapılan bir işletmede farklı konumlardaki manyetik alan düzeyleri belirlenmiş ve konumlar arasında anlamlı farklılık bulunduğu ortaya konmuştur. Konum ortalamaları 0,00-23,49 mikrotesla aralığında değişmiş ve konum ortalamalarının genel ortalaması 8,09 mikrotesla olarak hesaplanmıştır; en yüksek alan 8 no'lu konumda saptanmıştır.

Ölçülen düzeyler insan maruziyeti için önerilen genel halk referans düzeylerinin altında olmakla birlikte, bu bulgu yumurtacı tavuklar açısından otomatik olarak güvenli maruziyet anlamına gelmemektedir.

Çalışmanın temel katkısı, işletme içinde görel olarak yüksek alan oluşan noktaları tanımlaması ve daha ayrıntılı biyolojik, davranışsal ve besleme ile ilişkili araştırmalar için başlangıç verisi sunmasıdır.

Sonuç olarak, yumurtacı tavuk işletmelerinde elektrikli ekipman çevresinde düzenli çevresel izleme yapılması, teknik altyapının periyodik olarak gözden geçirilmesi ve gelecekteki araştırmalarda üretim performansı, yem tüketimi, besleme davranışı ve fizyolojik yanıtların birlikte ele alınması önerilmektedir.

## Beyanlar

### **Etik Onay Beyanı**

Bu çalışma, işletme ortamında çevresel manyetik alan ölçümlerine dayalı olduğundan canlı hayvan üzerinde herhangi bir müdahale içermemiştir; bu nedenle etik kurul onayı gerektirmemektedir.

### **Yazar Katkı Beyanı**

*Ercan Mevliyaoğulları:* Veri toplama, araştırma, resmi analiz ve ilk taslağın hazırlanması.

*Saadet Bingöl:* Veri toplama, araştırma ve literatür desteği.

*Serap Göncü:* Kavramsallaştırma, metodoloji, denetim, gözden geçirme ve düzenleme.

### **Fon Beyanı**

Bu çalışma herhangi bir kurum, kuruluş veya proje tarafından fonlanmamıştır.

### **Çıkar Çatışması**

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

### **Teşekkür**

Bu çalışma kapsamında ayrıca teşekkür beyanı bulunmamaktadır.

## Kaynaklar

Algers, B., & Hultgren, J. (1987). Effects of long-term exposure to a 400-kV, 50-Hz transmission line on estrous and fertility in cows. *Preventive Veterinary Medicine*, 5(1), 21-36. [https://doi.org/10.1016/0167-5877\(87\)90003-1](https://doi.org/10.1016/0167-5877(87)90003-1)

Burchard, J. F., Nguyen, D. H., Richard, L., & Block, E. (1996). Biological effects of electric and magnetic fields on productivity of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 79(9), 1549-1554. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(96\)76516-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(96)76516-5)

International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection [ICNIRP]. (2010). Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz). *Health Physics*, 99(6), 818-836. <https://doi.org/10.1097/HP.0b013e3181f06c86>

Krueger, W. F., Giarola, A. J., Bradley, J. W., & Shrekenhamer, A. (1975). Effects of electromagnetic fields on fecundity in the chicken. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 247, 391-400. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1975.tb36013.x>

Pawlak, K., Sechman, A., & Nieckarz, Z. (2014). Plasma thyroid hormones and corticosterone levels in blood of chicken embryos and post hatch chickens exposed during incubation to 1800 MHz electromagnetic field. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 27(1), 114-122. <https://doi.org/10.2478/s13382-014-0222-7>

Shafey, T. M., Aljumaah, R. S., Swillam, S. A., Al-Mufarrej, S. I., Al-Abdullatif, A. A., & Ghannam, M. M. (2011). Effects of short term exposure of eggs to magnetic field before incubation on hatchability and post-hatch performance of meat chickens. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 18(4), 381-386. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2011.06.004>

Terol, F. F., & Panchon, A. (1995). Exposure of domestic quail embryos to extremely low frequency magnetic fields. *International Journal of Radiation Biology*, 68(3), 321-330. <https://doi.org/10.1080/09553009514551251>

Thalau, H. P., Raczek, J., Marx, B., Hombach, V., & Cooper, J. (2003). Temperature changes in chicken embryos exposed to a continuous-wave 1.25 GHz radiofrequency electromagnetic field. *Radiation Research*, 159(5), 685-692. [https://doi.org/10.1667/0033-7587\(2003\)159\[0685:TCICEE\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1667/0033-7587(2003)159[0685:TCICEE]2.0.CO;2)

World Health Organization. (2007). Extremely low frequency fields (Environmental Health Criteria No. 238). <https://www.who.int/publications/i/item/9789241572385>

Woelders, H., Wit, A., Lourens, A., Stockhofe, N., Engel, B., Hulsege, I., Schokker, D., Heijningen, P., Vossen, S., Bekers, D., & Zwamborn, P. (2017). Study of potential health effects of electromagnetic fields of telephony and Wi-Fi, using chicken embryo development as animal model. *Bioelectromagnetics*, 38(3), 186-203. <https://doi.org/10.1002/bem.22026>