

**T.C.  
FATİH ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALIKLARI ANABİLİM DALI**

**YENİDOĞAN KUVÖZLERİNİN OLUŞTURDUĞU  
MANYETİK ALANIN RATLARDAKİ DAVRANIŞ  
MODELLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**UZMANLIK TEZİ**

**Dr. SALİH AYDEMİR**

**ANKARA 2010**



**T.C.  
FATİH ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALIKLARI ANABİLİM DALI**

**YENİDOĞAN KUVÖZLERİNİN OLUŞTURDUĞU  
MANYETİK ALANIN RATLARDAKİ DAVRANIŞ  
MODELLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

UZMANLIK TEZİ

Dr. SALİH AYDEMİR

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. M. MANSUR TATLI

ANKARA 2010

## ÖNSÖZ

Klinik tecrübelerinden ve bilgi birikimlerinden yararlandığım saygıdeğer hocalarım sayın Prof. Dr. M. Mansur Tatlı, Prof. Dr. Aziz Polat, Prof. Dr. Sadi Türkay, Doç. Dr. Emin Mete, Doç. Dr. Nesibe Andıran, Doç. Dr. Ferhat Çatal, Yrd. Doç. Dr. A. Esra Yılmaz, Uzm. Dr. A. Selman Doğukan'a saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Asistanlığım süresince yardımlarını gördüğüm uzmanlarım, sayın Dr. Cüneyt Tayman, Dr. Alparslan Tonbul, Dr. Ahmet Karadağ, Dr. Nurdan Uraş, Dr. Sancar Eminoglu, Dr. Meki Bilici, Dr. M. Fatih Orhan, Dr. Nurullah Çelik'e saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Araştırma görevlisi arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Bugünlere ulaşmamda büyük emeği olan sevgili babam Ali Aydemir ve annem Fatma Aydemir'e ayrıca kardeşlerim Merve ile Samet'e sonsuz teşekkür ve minnetlerimi sunarım.

Tez çalışmamı, tanıştığım ilk andan itibaren varlığıyla hayatıma ışık saçan, her zaman yanımda olan sevgili eşim Halise Aydemir ve biricik oğlum Furkan'a ithaf ediyorum.

# İÇİNDEKİLER

<b>Önsöz</b> .....	<b>i</b>
<b>Şekiller ve Tablolar Dizini</b> .....	<b>iii</b>
<b>Özet</b> .....	<b>iv</b>
<b>İngilizce Özet (Abstract)</b> .....	<b>v</b>
<b>1.Giriş ve Amaç</b> .....	<b>1</b>
<b>2.Genel Bilgiler</b> .....	<b>3</b>
2.1.Elektromanyetik Alan Tanım ve Tarihçe .....	3
2.2 Elektromanyetik Alan ve Biyolojik Etkileri .....	6
2.3.Elektromanyetik Alan ve Çocuklar Üzerindeki Etkileri .....	9
2.4.Yenidoğan Yoğun Bakım Ünitesi .....	10
<b>3.Materyal ve Metod</b> .....	<b>13</b>
<b>4.Bulgular</b> .....	<b>20</b>
<b>5.Tartışma</b> .....	<b>30</b>
<b>6.Sonuçlar</b> .....	<b>39</b>
<b>7.Kaynaklar</b> .....	<b>40</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b>Şekil 1.</b> Elektrik Alan Çizgileri .....	4
<b>Şekil 2.</b> Manyetik Alan .....	5
<b>Şekil 3.</b> Dünyanın Manyetik Alanı .....	6
<b>Şekil 4.</b> Su Labirent Testi .....	16
<b>Şekil 5.</b> Açık Alan Testi .....	17
<b>Şekil 6.</b> Yükseltilmiş Artı Labirent Testi.....	18
<b>Şekil 7.</b> Gruplara göre ratların platformu bulma süresi .....	21
<b>Şekil 8.</b> Gruplara göre Açık Alan Testi'nde ratların santral zonda kalış oranları .....	24
<b>Şekil 9.</b> Gruplara göre Açık Alan Testi'nde ratların periferik zonda kalış oranları .....	24
<b>Şekil 10.</b> Gruplara göre Açık Alan Testi'nde ratların horizontal hareket sayısı .....	25
<b>Şekil 11.</b> Gruplara göre Açık Alan Testi'nde ratların vertikal hareket sayısı .....	26
<b>Şekil 12.</b> Açık Alan Testi ve Yükseltilmiş Artı Labirent Testi'nde gruplara göre ratların süslenme, defekasyon ve idrar yapma sayısı .....	27

## TABLULAR DİZİNİ

<b>Tablo 1.</b> Gruplara Göre Yüzme Ölçümlerinin Değerlendirilmesi .....	20
<b>Tablo 2.</b> Gruplara Göre Açık Alan Testinde Yapılan Ölçümlerin Değerlendirilmesi .....	22
<b>Tablo 3.</b> Gruplara Göre Yükseltilmiş Artı Labirent Test'te Yapılan Ölçümlerin Değerlendirilmesi .....	28

## ÖZET

Elektrik enerjisi kullanarak çalışan cihazlar, elektromanyetik alan oluşturmakta ve yaymaktadır. Çalışmamızın amacı, elektrik enerjisi ile çalışan kuvözlerin oluşturduğu manyetik alanın yenidoğanlar üzerinde olası zararlı etkilerinin araştırılmasıdır. Bu amaçla çalışmamızda 48 rat kullanılmış ve 3 gruba ayrılmıştır. Her grup yenidoğan 16 rattan oluşmaktadır. Çalışma grubu ratları 15 gün süreyle çalışan kuvözde, Kontrol I grubu ratları kuvöz dışında ve Kontrol II grubu ratları da kapalı kuvözde bekletilmiştir. 30 gün sonra ratlar su labirent testi, açık alan testi ve yükseltilmiş artı labirent testine tabi tutulmuştur. Su labirent testinde çalışma grubu ratları platformu daha uzun sürede bulmuştur. Açık alan testinde çalışma grubu ratlarının santral zonda kalma süre ve yüzdesinin, vertikal hareket sayısının azaldığı, periferik zonda kalma süre ve yüzdesinin, miksiyon sayısının arttığı görülmüştür. Yükseltilmiş artı labirent testinde ise çalışma grubu ratlarının süslenme, miksiyon ve defekasyon sayılarının arttığı, fakat diğer değişkenlerin fark etmediği görülmüştür. Çalışma grubu ratlarının her üç testte de kontrol gruplarına göre birçok değişkende davranış modellerinin değiştiği ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak, çalışma grubu ratlarındaki bu etkilenme göz önüne alındığında yenidoğanların uzun süreli kuvöz bakımında kalmaları durumunda hayatlarının ileriki dönemlerinde anksiyete bozukluğu, psikiyatrik hastalıklar ve bilişsel fonksiyonlarında gerilik görülebileceği kanısına varılmıştır.

## **ABSTRACT**

The devices using electrical energy, constitute and spread electromagnetic field. The purpose of the study is to determine the possible adverse effects of incubators, working with electrical energy, on newborn infants. For this purpose 48 rats were used and separated into 3 groups. Each group were consisted of 16 newborn rats. The working group rats were kept in the working incubator for 15 days, Kontrol I group were kept outside of the incubator and Kontrol II group were kept in the non-working incubator. After 30 days the rats were subjected to Morris water maze test, open field test and elevated plus maze test. In water maze test the platform were found in much longer time in working group rats. In open field test, staying time and percent in central zone, vertical movement decreased and staying time and percent in peripheral zone, miction of the working group rats were increased. In elevated plus maze test increasement were seen in grooming, defecation and miction in working group rats while other determinants did not change. Working group rats were differed in behaviour models for most of the determinants in the tests. Conclusively, when response of the working group rats to electromagnetic field is considered, anxiety disorders, psychiatric diseases, underdevelopment of cognitive function of the newborns in the future life period can be observed if stayed in the incubator for a long time.



## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Günlük yaşantımızda her geçen gün yeni teknolojik gelişmelere şahit olmaktayız. Teknolojik gelişmeler ile birlikte yaşam alanlarında elektrik enerjisi ile çalışan araç ve gereçlerin sayısı hızla artmaktadır. Bu cihazlar hayatımızı kolaylaştırırken sağlığımız üzerine ne gibi etkileri olduğu her yönü ile bilinmemektedir.

Elektrik enerjisi kullanan veya ileten tüm sistemler ve cihazlar çevrelerinde elektromanyetik alan (EMA) oluşturmaktadırlar. Pille çalışan basit bir radyodan, elektrikli ev aletlerine, hastanelerde ve yoğun bakım ünitelerinde kullanılan birçok cihaza, yüksek gerilim hatlarına (YGH) kadar binlerce EMA kaynağı çevremizde yer almaktadır.

EMA'nın insan vücuduna olan etkileri konusunda özellikle son 20 yıldır çalışmalar yoğunluk kazanmıştır. EMA'nın çeşitli cihaz ve sistemlerden kaynaklanan zararlarına yer verilmiş ve çok farklı sonuçlar ortaya çıkmıştır. Şu ana kadar yapılan çalışmaların neredeyse tamamında yüksek gerilim hatları, çeşitli mesleki maruziyetler, cep telefonu gibi yüksek frekanslı manyetik alan (MA) oluşturan cihaz ve sistemler incelenmiştir. Literatürde özellikle yüksek frekanslı manyetik alan oluşturan bu sistemlerin malign hastalıklar ile ilişkilerine öncelik verilmiştir. Elektrikli ev aletleri, hastanelerde ve yoğun bakım ünitelerinde kullanılan cihazlar gibi şehir şebekesi ile düşük frekansta (50-60 Hz) çalışan cihazların oluşturabileceği etkiler, özellikle de malignite dışı etkileri konusunda yeterli çalışma yapılmamıştır.

Yenidoğan yoğun bakım ünitelerinde (YYBÜ) monitörlerden kuvözlere kadar birçok EMA oluşturan cihaz kullanılmaktadır. Bu cihazların yenidoğan bebekler üzerindeki etkileri bilinmemektedir.

YYBÜ’de tedavi gören bebeklerin EMA’ya çok duyarlı olması fakat EMA maruziyetiyle ilgili çalışmaların çok yetersiz olması bu konunun önemini arttırmaktadır. Ayrıca yenidoğan ünitelerinde kullanılan kuvözlerin EMA kaynağı olan elektrikli motor kısmının yenidoğan yatağının hemen alt kısmında olması ve her geçen gün yenidoğan bakımındaki pozitif gelişmeler nedeni ile çok düşük doğum ağırlıklı prematürelere yaşam şanslarının artması ve ortalama yatış sürelerinin uzamış olması bu çalışmanın planlanmasında etkili olmuştur.

Çalışmamızın amacı, ratlardaki davranış modellerini kullanarak, kuvözlerin meydana getirdiği manyetik alanın yenidoğan ratlar üzerindeki etkilerini incelemektir.

## 2. GENEL BİLGİLER

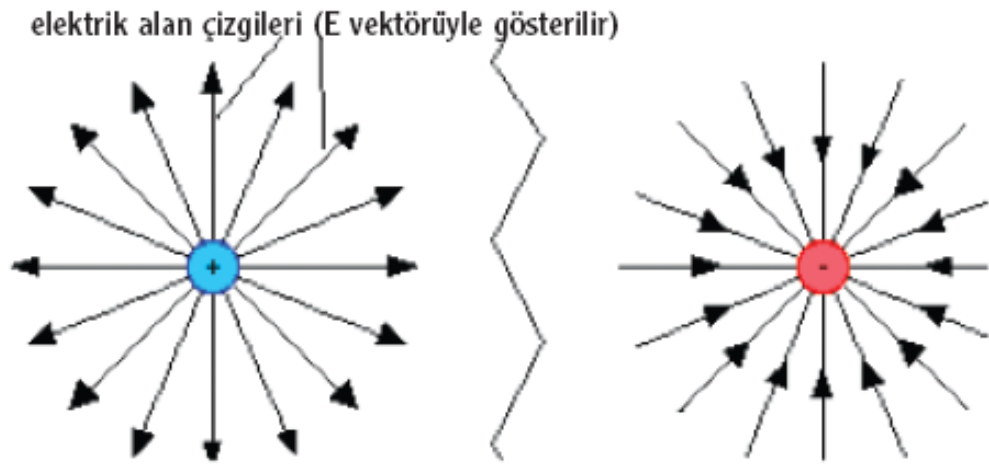
### 2.1. Elektromanyetik Alan Tanımı ve Tarihçesi

Elektromanyetik alan ilk olarak 1880 yılında İngiliz bilim adamı James Clerk Maxwell tarafından tanımlanmıştır. Elektromanyetik alan, manyetik alan ve elektrik alan tarafından birlikte oluşturulan moleküler düzeyde tanımlandığında ise yükü olan cisimlerin çevrelerinde oluşturdukları ve diğer yüklü cisimler üzerinde kuvvet uygulayan bir etkidir (1).

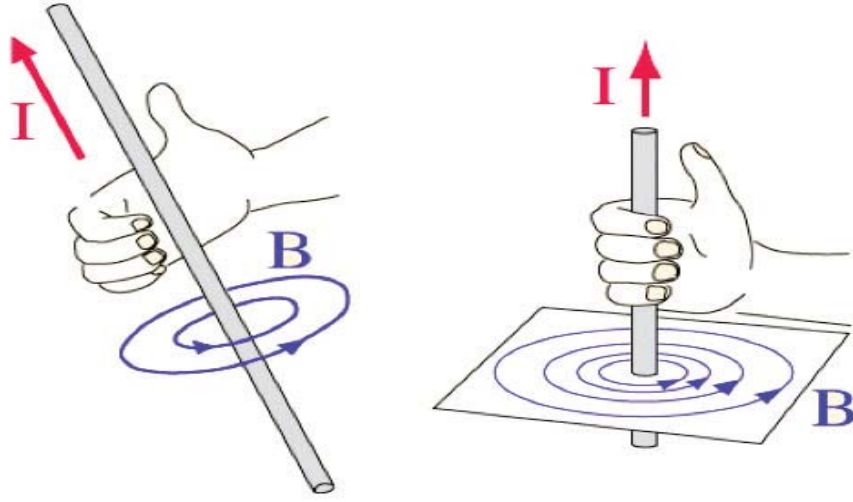
Cisimler proton, nötron ve elektronlardan meydana gelmektedir. Bir cisimdeki proton sayısı elektrondan fazla ise pozitif, tam tersi durumda ise negatif yüklü olarak tanımlanır. Nötronlar nötr parçacıklar olup yüke herhangi bir etkileri yoktur. Alan, yükler tarafından yüklerin etrafında oluşan, yüklerin karakterine, yükten uzaklığa (uzaklığın karesi ile ters orantılı), yüklerin hareketlerine bağlı olarak değişen ve yüklerin birbirlerine olan etkilerini, bu etkinin yönünü ortaya koymak için oluşturulmuş bir kavramdır (1). Elektrik alan pozitif yüklü cisim tarafından oluşturuluyorsa cisimden dışarı yönde, negatif yüklü ise de tam tersi yönde oluşan bir alandır (Şekil 1). Elektrik alanı  $E$  vektörü ile gösterilir. Ölçümü volt/metre (V/m) olarak yapılır (1).

Hareketsiz elektrik yükünün etrafında elektrik alanı oluşurken, elektrik alanı hareket kazanırsa manyetik alan meydana gelir. Manyetik alan da elektrik alanı gibi vektörel (büyüklüğü ve yönü olan) bir niceliktir. Manyetik alan vektörü,  $B$  simgesiyle gösterilir. Manyetik alan vektörünün yönü, yüklerin hareket yönüne diktir. Manyetik alan çizgileri, elektrik alan çizgilerinin aksine bir yükte başlayıp bir yükte son bulmazlar. Tersine, alan çizgileri kendi üzerine kapanan eğriler oluştururlar. Bunun yanında, elektrik alan çizgileri gibi birbirlerini kesmezler (Şekil 2). Manyetik alan tesla (T) veya gauss (G) ile ölçülür ( $1T = 10^4G$ ). Elektrik kaynağından uzaklaştıkça elektrik

ve manyetik alan azalır. Elektrikli cihaz kapalı iken elektrik alan oluşturur fakat manyetik alan oluşturmaz. Elektrik ve manyetik alanın oluşturduğu enerji elektromanyetik dalga biçiminde taşınır. Elektromanyetik alan, aslında manyetik alanla elektrik alanının birleştirilmiş asıl halidir. Elektrik komponenti organizmada derin penetrasyon yapmaz iken manyetik komponent vücut içinde derin penetrasyon yapar. Manyetik alanın, elektrik alandan daha zararlı olabileceği düşünülmektedir. Ultraviyole ve X ışınları elektromanyetik dalgaya örnektir. Dalgaların özelliklerine bakıldığında bir saniyedeki dalga sayısına frekans, iki dalganın tepe noktaları arasındaki mesafeye dalga boyu, tam bir dalga süresine periyot denilmektedir. Frekans Hertz (Hz) olarak ifade edilir. Frekans aralığına göre EMA 1-300 Hz aralığında aşırı düşük frekans (ADF), 300 Hz-100 kHz aralığında düşük frekans (DF) ve 100 kHz- 300 GHz aralığında ise yüksek frekans (YF) şeklinde sınıflandırılmaktadır (1).

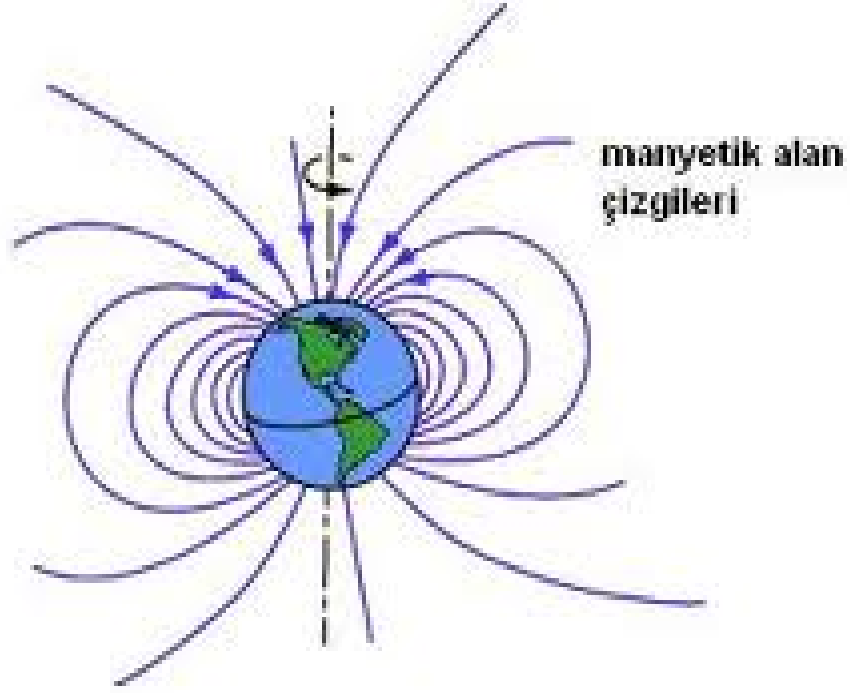


**Şekil 1.** Elektrik Alan Çizgileri



**Şekil 2.** Manyetik Alan (B ile manyetik alan vektörü, I ile elektrik akımı gösterilmektedir).

Dünya statik (DC) ve değişken (AC) manyetik alana sahiptir. Bunlar sırasıyla 0,5 G,  $3-10 \times 10^{-5}$  G seviyesindedir. İnsan vücudunda  $10^{-6}-10^{-9}$  düzeyinde elektriksel alan mevcuttur. Çevremizdeki elektrikli aletleri incelediğimizde 1 miligauss (mG) ile 25 gauss arasında manyetik alan oluşturduklarını görmekteyiz. 5 gaussluk manyetik alan oluşturan bir televizyonu düşündüğümüzde, vücudumuzun sahip olduğu manyetik alanın bir milyar katına sahip olduğu görülmektedir. Bu da elektrikli aletlerin oluşturabileceği etkiler açısından fikir vermektedir. Aynı şekilde hastanelerde kullanılan birçok alet elektrik ve manyetik alan oluşturmaktadır. YYBÜ gibi hastaların özel gereksinimleri için standart aletler dışında birçok cihaza ihtiyaç duyulan ünitelerde elektromanyetik alan daha da önemli bir problem haline gelmektedir. YYBÜ’de hasta takip monitörleri, bilgisayarlar, aydınlatma sistemleri, açık ve kapalı kuvözler, kan gazı aleti gibi tetkik cihazları, aspiratörler, mekanik ventilatörler, CPAP cihazları EMA oluşturan bazı ekipmanlardır. Günlük yaşamda kullanılan elektrikli aletler, hastaneler ve YYBÜ’de kullanılan cihazların çoğu 50-60 Hz frekansta çalıştıklarından ADF grubuna girmektedir (2).



**Şekil 3.** Dünyanın Manyetik Alanı

## **2.2. Elektromanyetik Alan ve Biyolojik Etkileri**

EMA'nın insan beynindeki EEG aktivitelerini değiştirmesi (3) ve epidemiyolojik çalışmalarda çocukluk lösemisi ve erişkin beyin kanseri ile EMA ilişkisinin gösterilmesi bu konunun önemini arttırmış ve çalışmaları hızlandırmıştır (4).

Bu konuda yapılan çalışmalarda elektrik enerjisinin taşındığı yüksek gerilim hatları araştırmalara konu edilmiş ve kanserle ilişkisi incelenmiştir. Yapılan çalışmalarda, çocuklar başta olmak üzere yüksek gerilim hatları yakınında yaşayanlarda lösemi riskinin arttığı belirtilmiştir (2).

Amerika Birleşik Devletleri'nde 1979'da YGH'a yakınlık arttıkça çocuklarda lösemnin önemli derecede arttığı bildirilmiş, aynı şekilde evleri hat yakınında bulunan yetişkinlerde de lösemnin 2 kat arttığı gözlenmiştir (5). Benzer şekilde İsveç'te YGH'

nın 150 m. yakınında çocukluk kanserlerinin 2 kat arttığı rapor edilmiştir (6). 1996'da ise epidemiyolojik araştırmalar Amerikan Bilimler Akademisi tarafından tekrar incelenmiş ve YGH yakınında yaşayan çocuklarda lösemi görölme riskinin 1,5 kat arttığı kabul edilmiştir. 1986'da ise elektrik hatlarında çalışan erişkinlerde beyin kanserine yakalanma riskinin 7 kat arttığı sonucu ortaya çıkmıştır (2).

Genel olarak elde edilen sonuçlardan farklı olarak, İngiltere'de 2000 yılında yayınlanan bir araştırmada, 1991-1996 yılları arasında İngiltere'de tanısı konulan çocukluk çağı kanserleri ile elektrik hatları-yaşanılan ev arasındaki mesafe ilişkisi incelenmiş, istatistiki olarak anlamlı olmadığı görölmüştür (2).

Elektriğin üretimi, iletimi ve kullanımı esnasında ADF ile maruziyet oldukça artmaktadır. Son 20 yılda ADF'nin etkileri sıkça araştırılsa da bu konuda yeterli doküman bulunmamaktadır. Fakat yapılan çalışmalarda genellikle çok düşük frekanslı EMA'nın (<100 Hz) biyolojik sistemler ve insan sağlığı üzerine etkilerini araştıran çalışmalar giderek artmaktadır. EMA'nın hücre membran proteinlerinin elektriksel yapısını ve buradan iyon geçişini etkileyen transmembran sinyalin değişmesi, serbest radikalleri arttırmak suretiyle genotoksik etkiler gösterdiği, tümör büyümesini arttırıcı bir rol oynadığı, dişi ve erkek fertilitesi üzerine olumsuz etkileri olabileceği, bazı nöropeptidlerin düzeylerini değiştirebildiği, meme kanseri ve lösemi riskini arttırdığı, diğer organlara hasarlar yaptığı bildirilmiştir. Buna karşılık EMA'nın biyolojik sistemler ve dokulara herhangi bir zararlı etkisi olmadığını bildiren yayınlar da bulunmaktadır (7,8). ADF alanlarından iletkenlik özellikleri nedeniyle en çok etkilenen dokular beyin sıvısı ve kan, ikincil derecede etkilenen dokular ise göz, göz sıvısı, tiroid, kas, gastrointestinal sistem, prostat ve testis dokularıdır (2).

Fakat ADF'nin quantum enerjileri, moleküler düzeyde serbest radikaller oluşturarak DNA'da direkt hasar yapacak güçte değildir. Bu alanların manyetik akım yoğunlukları dokularda biyofizik etkiye neden olmaz. Dolayısıyla bu alanların kanserle ilişkileri çok düşük seviyededir. Yapılan çalışmalarda kanseri başlatmalarından çok kansere yatkınlığı arttırmaları üzerinde durulmuştur. Kansere yatkınlığı arttırmalarının bir sebebi olarak, serbest radikallerden korunmada rolü olan melatonin üretimini baskılaması hipotezi öne sürülmektedir (2). Her ne kadar akut lösemi ile ELF arasındaki ilişki epidemiyolojik çalışmalar ile gösterilse de bu çalışmaların çeşitli sınırlayıcı ve zayıf yönleri vardır. EMA'nın çevremizde pek çok kaynağı olduğundan bir kaynağın etkisini izole incelemek güçtür, uzaklık ve süre ile çok büyük değişiklikler gösterebilir, ayrıca sigara, enfeksiyonlar gibi pek çok faktör çalışmalarda incelenen hastalıklara neden olarak yanlış yorumlara yol açabilmektedir. Bu konuda uzmanlar arasında fikir birliğine varılmamasına karşın, 2001 senesinde Dünya Sağlık Örgütü Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC), EMA'nın karsinogenik etkilerini incelemeye almış ve ADF'yi 'insanlar için karsinogen olabilir' grubuna dahil etmiştir (9).

Birçok bağımsız araştırmada mikrottesla düzeyinde ADF'nin kuş embriyolarının erken gelişimini olumsuz etkilediği bildirilmiştir. Memeli olmayan diğer hayvan modelleriyle yapılan çalışmalarda bazı küçük gelişim bozuklukları ve duraklamalar rapor edilmiştir. Ancak memelilerde, prenatal ADF maruziyetinin gelişim üzerine güçlü yan etkileri bildirilmemiştir (2). ADF ile meme kanseri, testis kanseri, kardiyovasküler sistem hastalıkları, uyku bozuklukları, Alzheimer arasındaki ilişkiyi inceleyen çok sayıda yayın yapılmış, hiçbirinde anlamlı ilişki gösterilememiştir (2).



Günlük EMA maruziyeti değerlendirilecek olursa, yapılan çalışmalarda iş yerlerinde uzun süre bilgisayar monitörüyle çalışan annelerin bebeklerinde spontan abortus, malformasyon, düşük doğum ağırlığına rastlanmamış, fakat sanayide mesleki maruziyet altında olan annelerde düşük doğum ağırlıklı bebek doğurma ve prematür doğum yapma riski yüksek bulunmuştur. Fakat bu etkinin EMA'dan mı yoksa sanayide kullanılan kimyasallardan mı olduğu ortaya konulamamıştır (2). San Francisco'da yapılan bir prospektif çalışmada, gebeler üzerinde 24 saat EMA ölçümü yapan cihaz taşımış, 16 mG ve üzerinde maruziyeti olanlarda düşük riski 2 kat fazla bulunmuştur (10).

Evlerdeki EMA değerlendirilecek olursa, tıraş makinesi, saç kurutma makinesi kullanım süresi kısa olmasına rağmen oluşturduğu MA'nın yüksek olması, vücuda yakın kullanılmaları nedeniyle zararlı olabilecekleri düşünülmektedir (2). Gazi Üniversitesi Biyofizik AD'da yapılan araştırmada günlük hayatımızda kullandığımız elektronik cihazların boğazda kuruluk, görme bozukluğu, baş ağrısı, alerji, uykusuzluk, işitme zorluğuna neden olabildiği belirtilmektedir (11). Dünya Sağlık Örgütü, deri değişikliği, yorgunluk, bitkinlik, depresyon, letarji, bulantı, konsantrasyon güçlüğü, baş dönmesi gibi nörovegetatif sistem semptomları görüldüğünde, bu semptomlar herhangi bir hastalık ile açıklanamazsa EMA açısından araştırma yapılmasını önermektedir (2).

### **2.3. Elektromanyetik Alan ve Çocuklar Üzerindeki Etkileri**

Çocuklar EMA'ya yetişkinlerden daha duyarlıdır. Çünkü çocukların sinir sistemi gelişim halinde olup beyin su içeriği ve iyon konsantrasyonu erişkinden fazladır ve çocukların kafatası erişkinden daha fazla EMA enerjisi absorbe eder. Ayrıca çocuklarda beklenen yaşam süresi daha fazla olduğundan uzun süreli maruziyet söz konusudur.

Çocukların bu karakteristik özellikleri yaş küçüldükçe daha da artmakta olup yenidoğan dönemi en riskli grubu oluşturmaktadır (2).

Bu nedenle EMA ve çocuklar üzerindeki etkisi erişkinlerden daha çok araştırılmış ve çocuklarda en fazla rastlanan kanser türü olan lösemi riski incelenmiştir. Doğum sonrasında çocuklarda büyüme devam eder. Gelişim olaylarının dış etkenlerin zararlı etkilerine daha açık olması nedeniyle çocuklarda EMA'nın zararlı etkileri gelişimini tamamlamış olan erişkinlere göre daha sıklıkla izlenebilmektedir (12).

Fertilizasyon ve endokrin fonksiyonları, seksüel maturasyon, immün sistem gelişimi, karaciğer, böbrek, adrenal bezler, üreme organları, kardiyovasküler sistem ve kemikler çocuklarda dış etkenlerden en fazla etkilenen yapılardır (13). Mutajenik ve karsinojenik potansiyeli olan iyonize edici radyasyon, kemoterapi ilaçları, bazı kimyasallar, embriyonik ve çocukluk gelişimi sırasında kanser indüksiyon ve progresyonunu arttırıcı risk taşır (14). Çocuklarda EMA maruziyetine bağlı en sıklıkla karşılaşılan hastalıklar lösemi ve beyin kanseridir. Yapılan epidemiyolojik çalışmalarda, yüksek düzeydeki EMA ve lösemi arasında belirgin bir ilişki bulunmuştur (5). Beyin kanseri riskinin ise cep telefonu kullanımıyla arttığı söylene de bu bilgi hakkında kesin kanıt yoktur.

#### **2.4. Yenidoğan Yoğun Bakım Ünitesi**

Yenidoğan yoğun bakım üniteleri (YYBÜ), genel durumu stabil olmayan, sürekli yakın takip gerektiren, cerrahi ve invaziv girişimlere ihtiyaç duyabilen yenidoğanların tedavi ve bakımlarının yapıldığı yerlerdir. Yenidoğanların yaklaşık % 5'nin YYBÜ'de bakım ve tedaviye ihtiyacı olduğu bilinmektedir. Bir bölgedeki YYBÜ'de geçecek gün sayısı, o bölgedeki yıllık canlı doğum sayısınının 1.25 katına eşittir (15, 16). Bu formülden bir

bölgede gerekli olan YYBÜ yatak sayısı hesaplanacak olursa 1000 canlı doğum için yaklaşık 3'dür. Her 6-8 yenidoğan için 1 neonatolog, 4-5 hemşire, 1-2 yardımcı sağlık personeli bulunması önerilmektedir (16). Literatürde YYBÜ'si tasarımı ile ilgili ilk öneriler 1976'da yapılmıştır (17). Ardından 1992 senesinde Amerika Birleşik Devletlerinde doktorlar, hemşireler, sağlık planlamacıları ve mimarlardan oluşan bir komite YYBÜ'sinin sahip olması gereken şartlar hakkında önerilerde bulunmuşlardır (18). Takip eden yıllar içerisinde bu öneriler belirli aralıklar ile gözden geçirilmiştir (19).

Yapılan öneriler incelendiğinde YYBÜ giriş ve çıkışları rahat kontrol edilebilen, doğumhaneye mümkün olan en yakın mesafede konumlandırılmadır. Her bebek başına ortalama 12 m<sup>2</sup>'lik alan ayrılması, ayrıca bu alanın ailelerin ziyaretlerinden diğer bebeklerin etkilenmeyeceği şekilde tanzim edilmesi uygun görülmektedir (19). Yatak başlarında bebeklerin malzemelerinin konulacağı bölmeler, monitörizasyon sistemleri, elektrik, oksijen, hava ve vakum giriş-çıkışlarının bulunduğu gerektiğinde mobilize edilebilen raylı düzenekler olmalıdır. İzolasyon gerektiren enfekte bebekler için negatif hava sistemine sahip ayrı odalar, bu odaların giriş ve çıkışlarında gerekli sterilizasyon malzemeleri bulunmalıdır. El yıkama bölgeleri, kirli malzeme depoları, aile bekleme alanları, süt sağma odası, personel için ayrılmış bölgeler, röntgen, idrar ve kan gazı analizi, kan şekeri ölçümü gibi laboratuvar hizmetleri için gerekli alanlar hakkında ayrıntılı bir şekilde öneriler getirilmiştir (19). Ayrıca YYBÜ'nin en az bir cepheden gün ışığı alması gerektiği, aydınlatmanın da 10-20 mumluk seviyede prematürelere retinal hasardan korumada güvenli olduğu belirtilmiştir. Tavan, duvar ve zemin yüzeylerinin kolay temizlenebilir, mikroorganizmaların üremesini engelleyen, kir tutmayan malzemeden yapılması tavsiye edilmiştir. YYBÜ'si ısısının 22-26 °C, nem oranının %

30-60 arasında tutulması, % 90 filtre edilmiş hava ile saatte en az 6 defa hava sirkülasyonu sağlanması önerilmektedir (20). Bebek başında gürültü seviyesinin 50 dB civarında tutulması gerektiği belirtilmektedir (21, 22). En son olarak da YYBÜ'de bulunması gereken demirbaşların listesi verilmektedir. Bu listeye bakıldığında hizmet verilen hasta grubuna göre değişen sayılarda merkezi oksijen, hava ve aspirasyon sistemi, inkubatör, radyan ısıtıcı, konvansiyonel ve yüksek frekanslı ventilatör, monitör, tartı, infüzyon pompası, nitrik oksit tedavi sistemi, fototerapi cihazı, bilgisayar, santrifüj aleti, taşınabilir röntgen ve USG cihazı, kan gazı cihazı, hematokrit cihazı, glukometre bulunması istenmektedir. Bu cihazlar tercih edilirken kullanım kolaylığı, dayanıklılık, idame hizmeti ve servis kolaylığı, bilgisayar ve monitör sistemlerine uyumluluğu, taşınabilirliği, EMA ve gürültü oluşturma özelliğine dikkat edilmesi önerilmektedir (16). Fakat YYBÜ'deki tüm çevresel özellikler üzerinde bu kadar ayrıntılı durulurken, birçok elektrikli aleti bünyesinde bulundurmasına rağmen YYBÜ'nin EMA açısından standartları oluşturulmamış sadece kullanılacak aletlerin EMA özelliklerine dikkat edilmesi önerilmiştir. Alınabilecek önlemler konusunda net veriler bulunmamaktadır. EMA açısından kabul edilebilir maksimum değerler ve YYBÜ'de bebeklerin ortalama olarak maruz kaldığı EMA değeri hakkında sınırlar net bir şekilde belirlenmemiştir. Literatür incelendiğinde YYBÜ ve infant inkubatörlerinin oluşturduğu elektromanyetik alan ile ilgili çok az sayıda çalışma mevcuttur. Bu çalışmalardan birinde inkubatörlerin oluşturduğu MA'nın etkisi ile yenidoğanların kalp tepe atımında varyasyon meydana geldiği tespit edilmiş (4), diğerinde ise lösemi tanısı almış çocuklar retrospektif olarak YYBÜ'de inkubatörde yatıp yatmadıkları açısından incelenmiş ve inkubatörde kalmak ile lösemi arasında pozitif ilişki bulunmamıştır (23). Diğer 3 çalışmada ise YYBÜ'de ve infant inkubatörlerinde manyetik alan ölçümleri yapılmış, fakat yenidoğanlar üzerine olan etkileri incelenmemiştir (24-26).

### 3. MATERYAL VE METOD

Araştırmamız, Fatih Üniversitesi Tıp Fakültesi Hayvan Laboratuvarı'nda Ocak 2010 - Nisan 2010 tarihleri arasında toplam 48 Sprague Dawley cinsi rat üzerinde prospektif olarak yapıldı. Çalışma öncesinde Fatih Üniversitesi Tıp Fakültesi Hayvan Deneyleri Etik Kurulu'ndan onay alındı.

Araştırmamızda çalışma grubu, birinci kontrol grubu ve ikinci kontrol grubu olmak üzere toplam 3 grup oluşturuldu. Her grupta 16 rat çalışmaya dahil edildi. Çalışma grubuna göre kontrol I ve kontrol II gruplarında platformu bulma süresi yönünden en az %50'lik bir farkın, en az %85 power düzeyinde ve %5 yanılma payında önemliliğinin test edilmesinde grupların her birine en az 16'şar denek alınması ön görüldü. %50'lik fark bilgisine ise yapılan pilot çalışmalardan ve klinik deneyimlerden ulaşıldı. Anatomik anomalisi olan, kendisinde ve/veya annesinde hastalık gözlenen ratlar çalışmaya dahil edilmedi. Tüm gruplarda kullanılan ratlar, sağlıklı annelerden normal spontan vaginal yol ile doğduktan hemen sonra anneleriyle beraber standart kafeslere ayrılarak çalışmada kullanıldı. Araştırmamızdaki tüm ratlar çalışma süresince önce anne sütü ardından standart gıdayla beslenmiş ve  $23\pm 1$  °C sıcaklıkta, % 40-50 nem, % 21 oksijen içeren, 12 saat karanlık-12 saat aydınlık olan bir ortamda muhafaza edildi.

Çalışma grubundaki ratlar doğar doğmaz anneleriyle birlikte çalışmakta olan Air-Shields Vickers marka C-100 tipi yenidoğan kuvözüne konuldu. Kullanılan kuvözler şehir şebekesinden elektrik sağlayarak (50-60 Hz.) çalıştırıldı. Ratlar kuvöz içinde bulunma dışında diğer ratlarla tamamen eşit fiziksel koşullarda 15 gün boyunca takip edildi. 15 günün sonunda ratlar kuvözden çıkartılarak standart koşullarda izlendi,

toplam 1 aylık olduklarında kontrol grubundaki ratlarla aynı şekilde davranış testlerine tabi tutuldu. Davranış testleri tamamlandıktan sonra normal yaşantılarına devam etmeleri sağlandı.

Birinci kontrol grubundaki ratlar doğar doğmaz standart koşullardaki ayrı bir kafese anneleriyle birlikte konuldu. Bu grup çalışma ile ilişkisi olmayan diğer tüm ratlarda olduğu gibi standart koşullarda 1 ay süresince izlendi. 1 aylık olduklarında diğer gruplardaki ratlarla aynı şekilde davranış testlerine tabi tutuldu. Testlerin sonrasında normal yaşantılarına devam etmeleri sağlandı.

İkinci kontrol grubu ratlar doğar doğmaz kapalı konumdaki Air-Shields Vickers marka C-100 tipi yenidoğan kuvözüne yerleştirildi. Kuvözün çalışır durumda oluşturduğu ses şiddeti ölçülüp, hava vantilatörü ile aynı şiddette ses meydana getirildi. Bu ses kaynağı, kuvöze 10 metre mesafede konumlandırılarak meydana getirdiği manyetik alanın bu grup üzerindeki etkisi ortadan kaldırıldı. 15 gün kuvözde izlendikten sonra, 15 gün de kuvöz dışında normal standart koşullarda izlenen ratlar, diğer gruplar ile aynı şekilde davranış testlerine tabi tutuldu. Testlerin sonrasında normal yaşantılarına devam etmeleri sağlandı.

Testler birbirini takip eden farklı günlerde uygulandı. Bütün gruplarda aynı şekilde uygulanan davranış testleri sırasıyla şu şekildedir.

Su labirent testinde (27) (Morris water maze test, WMT) 120 cm çapında, 50 cm derinliğinde, silindir şeklinde, fiberglas havuz kullanıldı (Şekil 4). Test 45 m<sup>2</sup> alana sahip, sessiz, 23±1 °C ısı ve %40-50 nemde tutulan, 60 watt'lık iki lamba ile aydınlatılan sabit bir odada gerçekleştirildi. Havuzun odadaki konumu test süresince sabit tutulup, etrafına deneklerin görebileceği şekilde, platformu bulmakta kullanabilecekleri dolap, pano gibi sabit konumda bulunan görsel ipuçları yerleştirildi.

Teste başlamadan 1 gün önce denekler antrenmana tabi tutuldu. Test birbirini takip eden 2 günde tamamlandı.

Antrenman döneminde öncelikle havuz mezura yardımı ile hayali olarak 4 kadrana bölündü. Bu kadrarlardan birinin ortasına bir platform yerleştirildi. Bu platform 25 cm yüksekliğinde, 10 cm çapında, silindir şeklinde, beyaz renkli, metal yapıda olup antrenman ve testler süresince aynı yerde sabit tutuldu. Platformun üst yüzü 2,5 cm suyun üzerinde kalacak şekilde havuz  $23\pm 1$  °C sıcaklığında su ile dolduruldu. Denekler antrenmana başlamadan önce görevli tarafından platformun üstüne konulup 20 sn. beklendi. Ardından denekler teker teker yüzleri havuzun duvarına bakacak şekilde görevli tarafından kibarca platformun bulunmadığı diğer 3 kadranın birisinden suya bırakıldı. Suyu bırakılma esnasında deneklerin anksiyetesini artırmamak için başları direk suya sokulmamış, ayrıca davranış testlerine kadar geçen bir ay boyunca testlerde yer alan aynı görevli tarafından çıplak el ile temasa alıştırdılar. Deneklerin suya girişlerinden platformun üstüne çıkana kadar geçen süre ölçüldü. Denekler platformun üstüne çıktıktan sonra 15 sn. beklenip ardından kuru bir kafese alındı. 60 sn. içerisinde platformu bulamayan denekler havuzdan çıkartılmayıp, nazikçe platforma doğru yüzmelerine yardım edildi. Diğer deneklerle aynı şekilde platform üzerinde 15 sn. bekletildikten sonra dışarı alındı. Antrenmanı tamamlayan hayvanlar dışarıda kuru bir kafese alınarak su ve yiyecek sağlandı. Gruptaki tüm hayvanlar bir kadrandaki antrenmanı tamamladıktan sonra, aynı prosedürler sırayla diğer iki kadrana için de uygulandı. Böylelikle tüm hayvanlara üçer defa antrenman yaptırıldı.



**Şekil 4.** Su Labirent Testi

Antrenmanlar tamamlandıktan 1 gün sonra test ölçümlerine geçildi. Bu defa havuz, aynı sıcaklık ve özellikteki su ile, platform suyun 2,5 cm altında kalacak şekilde dolduruldu. Testler süresince 10 dakika aralıklarla suyun ısısı kontrol edilerek sabit tutuldu. Suyu 750 gr. süt tozu ilave edilerek platform gizlendi. Ardından denekler antrenmanda olduğu şekilde platformun bulunmadığı kadrardan sırayla suya bırakıldı. Her kadrandan ikişer defa olmak üzere birinci gün altı ölçüm, ikinci gün de aynı şekilde altı ölçüm olacak şekilde toplam 12 ölçüm yapıldı. Ölçümler saniye cinsinden kaydedildi. Platformu 60 sn. ve üzerinde bulanlar için kayıt 60 olarak, diğerleri kaç saniyede bulmuşlar ise o rakam kaydedildi. Kayıtlar deneklerden uzak bir mesafede, sabit ve sessiz şekilde duran bir gözlemci tarafından tutuldu. Antrenmanda olduğu gibi gruptaki tüm hayvanlar sırayla bir kadrardan salındıktan sonra diğer kadrarlara geçildi. Deneklerde ekstra anksiyete oluşturmamak için ölçümler arasında nazikçe kurularak üşümeleri önlendi, kuru kafeslere alındı, su ve yiyecek temin edildi. Ayrıca her defasında bir denek testi tamamladıktan sonra diğeri havuza konulmadan önce havuzdaki feçes ve talaş gibi tüm artefaktlar temizlendi.



Açık alan testinde (28) (open field test, OFT) 40X40X40 cm ebadında, ahşaptan yapılmış küp şeklinde düzenek kullanıldı. Düzeneğin yan dört duvarı siyah renkli, üzerinde koku ve kir tutmayan kağıt ile kaplandı. Taban 5X5 cm ebadında 64 eşit kareye çizgiler ile bölündü. Böylelikle merkezden kenarlara doğru iç içe 4 sıra kareler elde edildi (Şekil 5). Merkezdeki 2 sıra santral zon, kenardaki 2 sıra periferik zon olarak kabul edildi. Kayıt işlemi, düzenekten 1,5 m yukarıda sabit olarak konumlandırılmış digital video kamera ile yapıldı (Şekil 5). Test sessiz bir odada gerçekleştirildi. Işıklandırma düzenekten 2,5 metre yukarıda bulunan 60 W'lık lamba ile sağlandı.



**Şekil 5.** Açık Alan Testi

Teste tabi tutulan denek görevli tarafından nazikçe düzeneğin ortasına konuldu. Her denek için bir defa 5 dakika süreyle kayıt işlemi yapıldı. Her testten sonra deneğin dışkı ve idrar sayısı not edildi, ardından nemli bir bez ile feçes, idrar kalıntıları temizlendi. Temizlik işleminin tamamlanmasından sonra diğer deneğe geçildi. Testler tamamlandıktan sonra kayıtlar hangi grubu incelediğini bilmeyen eğitimli bir görevli tarafından izlenerek, santral ve periferik zonda kalış süreleri, üzerinde yürüdükleri

toplam kare sayısı (horizontal hareket), vertikal (şahlanma) hareket sayıları, süslenme (grooming) sayıları, defekasyon sayıları, miksiyon sayıları not edildi. Vertikal hareket ratın arka ayakları üzerinde ayağa kalkması olarak tanımlandı. Süslenme veya grooming ise ratın her iki ön ayakları ile yüzünü ovuşturması olarak tanımlandı.

Yükseltilmiş artı labirent test (29) (elevated plus maze test, EPM) düzeneği artı şeklinde olup, bir adet 5X5 cm santral platform, karşılıklı iki adet 25X5X0,5 cm ebadında açık, karşılıklı iki adet 25X5X15 cm ebadında kapalı koldan meydana gelmektedir. (Şekil 6). Düzenek ahşaptan yapılmış olup, yerden 50 cm yükseltildi. Aydınlatma düzenekten 2,5 m yukarıdaki 60 W'lık lamba ile sağlandı. Kayıt işlemi, düzenekten 1,5 m yukarıda sabit olarak konumlandırılmış digital video kamera ile yapıldı. Test sessiz bir odada gerçekleştirildi.



**Şekil 6.** Yükseltilmiş Artı Labirent Testi

Teste tabi tutulan denek nazikçe yüzü açık kola bakar şekilde santral platforma bırakılıp, kayıt işlemine başlandı. Her denek için bir defa 5 dakika süre ile kayıt tutuldu. Her testten sonra deneğin dışkı ve idrar sayısı not edildi, ardından nemli bir bez ile feçes, idrar kalıntıları temizlendi. Temizlik işleminin tamamlanmasından sonra diğer deneğe geçildi. Kayıtlar hangi grubu incelediğini bilmeyen eğitimli bir görevli tarafından izlenerek, açık ve kapalı kolda kalış süreleri, kollara giriş sayıları, vertikal hareket (şahlanma) sayıları, süslenme (grooming) sayıları, defekasyon sayıları, miksiyon sayıları not edildi.

Tüm gruptaki ratlar davranış testlerinin tamamlanmasından sonra 6 ay boyunca izlendi. Bu süre zarfında hastalanan veya yaşamını yitiren rat olmadı.

### **İstatistiksel Analiz**

Verilerin analizi SPSS for Windows 11.5 paket programında yapıldı. Sürekli değişkenlerin dağılımının normale yakın olup olmadığı Shapiro Wilk testi ile varyansların homojenliği ise Levene testi ile araştırıldı. Tanımlayıcı istatistikler ortanca (çeyrekler arası fark) olarak gösterildi. Gruplar arasında ortanca değerler yönünden anlamlı farklılık olup olmadığı Kruskal Wallis testi ile incelendi. Kruskal Wallis test istatistiği sonucunun önemli bulunması halinde anlamlı farka neden olan durumları tespit etmek amacıyla çoklu karşılaştırma testi kullanıldı.  $p < 0,05$  için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

## 4. BULGULAR

Çalışma, Kontrol I ve Kontrol II gruplarında 16'şar olmak üzere toplam 48 rat çalışmaya dahil edildi. Tüm ratlar sağlıklı annelerden spontan vaginal yolla doğmuştur.

Tüm gruplardaki hayvanlar su labirent testinde ilk gün 6, ikinci gün 6 olmak üzere toplam 12 defa yüzdürüldü. İlk gün ve ikinci gündeki yüzme performansları Tablo 1'de görülmektedir.

**Tablo 1.** Gruplara Göre Yüzme Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Değişkenler	Çalışma	Kontrol I	Kontrol II	p
<b>İlk 6 Ölçümün Ortancası</b> (çeyrekler arası fark) (sn)	28,3 (23,5) <sup>a,b</sup>	13,5 (5,0) <sup>a</sup>	12,7 (2,2) <sup>b</sup>	0,002
<b>Son 6 Ölçümün Ortancası</b> (çeyrekler arası fark) (sn)	15,9 (23,0) <sup>b,c</sup>	8,5 (2,4) <sup>c</sup>	8,6 (4,0) <sup>b</sup>	0,024
<b>Tüm Ölçümlerin Ortancası</b> (çeyrekler arası fark) (sn)	21,3 (27,3) <sup>a,b</sup>	11,7 (2,4) <sup>a</sup>	10,1 (2,2) <sup>b</sup>	<0,001

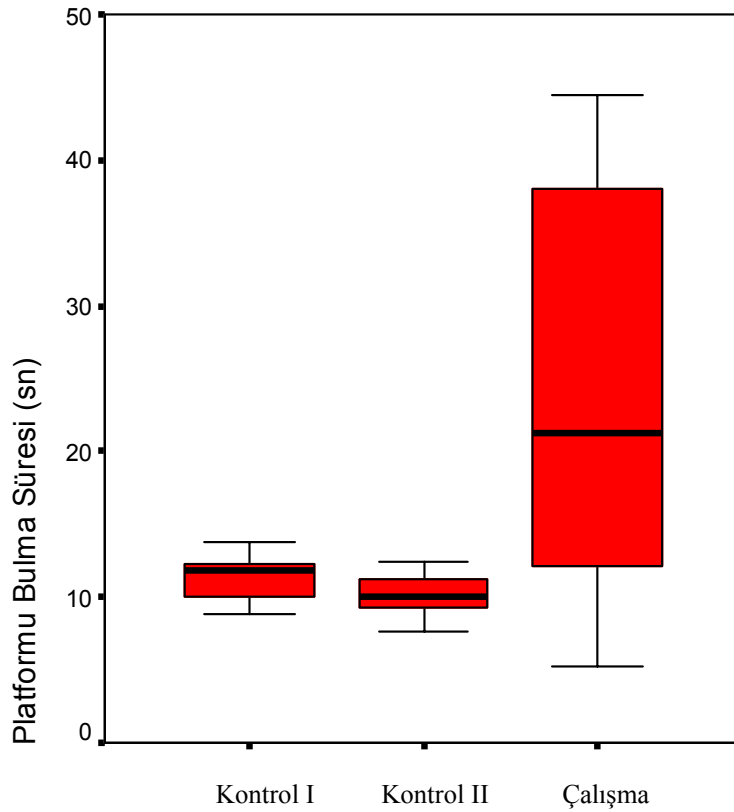
a Kontrol I grubu ile Çalışma grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0.01$ ), b Kontrol II grubu ile Çalışma grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0.001$ ), c Kontrol I grubu ile Çalışma grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ( $p=0.011$ ).

Tablo 1'de görüldüğü üzere; birinci test gününde yapılan ilk 6 ölçümün (platformu bulma süresi) ortancası alındığında, kontrol I ile çalışma grupları arasında ( $p<0.01$ ), kontrol II ve çalışma grupları arasında ( $p<0.001$ ) anlamlı fark bulunmuştur. Çalışma grubunda platformu bulma süresi diğer gruplara göre daha fazla çıkmıştır. İlk 6 ölçümün ortancası alındığında kontrol grupları arasında anlamlı fark bulunmamıştır.

İkinci test gününde yapılan son 6 ölçümün ortancası alındığında kontrol I ile çalışma grupları arasında ( $p=0.011$ ), kontrol II ve çalışma grupları arasında ( $p<0.001$ )

anlamli fark bulunmuştur. Çalışma grubunda platformu bulma süresi diğ er gruplara göre daha fazla çı kmı ştır. Son 6 ölçümün ortancası alındığında kontrol grupları arasında anlamli fark bulunmamı ştır.

Tüm ölçümlerinin ortancası alındığında, kontrol I ile çalışma grupları arasında ( $p<0.01$ ), kontrol II ve çalışma grupları ( $p<0.001$ ) arasında anlamli fark bulunmuştur. Çalışma grubunda platformu bulma süresi diğ er gruplara göre daha fazla çı kmı ştır. Tüm ölçümlerinin ortancası alındığında ise kontrol grupları arasında anlamli fark bulunmamı ştır. Tüm ölçümlerin ortancası şek il 7’de gösterilmi ştir. Ş ekil üzerinde de çalışma grubunun platformu bulma süresinin diğ er grupların yaklaşık iki katı oldu ğ u görülmektedir.



Ş ekil 7. Gruplara göre ratların platformu bulma süresi

Tüm gruplardaki ratların Açık Alan Testi'nde sırasıyla santral zonda, periferik zonda kalma süreleri ve yüzdeleri, horizontal ve vertikal hareket sayıları, süslenme, defekasyon ve idrar yapma sayıları belirlendi. Bu değerlerle ilgili sonuçlar Tablo 2'de görülmektedir.

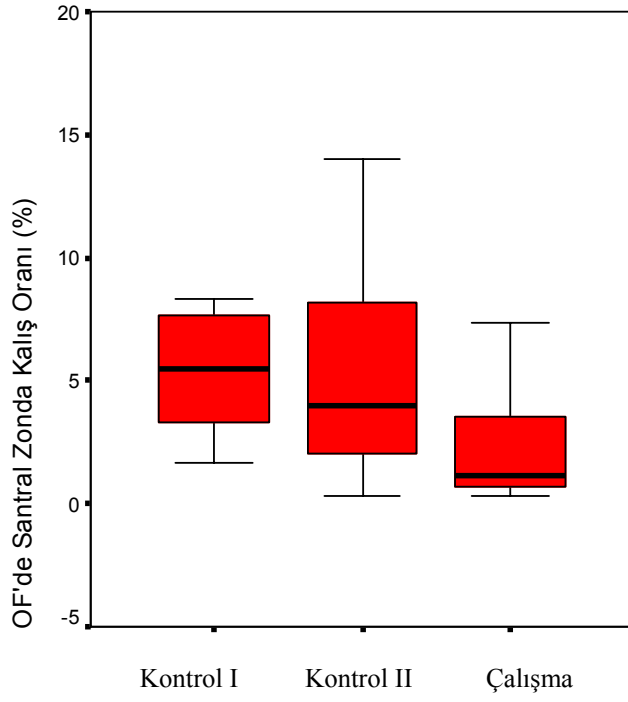
**Tablo 2.** Gruplara Göre Açık Alan Testinde Yapılan Ölçümlerin Değerlendirilmesi

Değişkenler	Çalışma	Kontrol I	Kontrol II	p
<b>Santral Zonda Kalma Süresi</b> (çeyrekler arası fark) (sn)	3,5 (9,2) <sup>a,b</sup>	16,5 (14,5) <sup>a</sup>	12,0 (20,7) <sup>b</sup>	0,008
<b>Periferik Zonda Kalma Süresi</b> (çeyrekler arası fark) (sn)	296,5 (9,2) <sup>a,b</sup>	283,5 (14,5) <sup>a</sup>	288,0 (20,7) <sup>b</sup>	0,008
<b>Santral Zonda Kalma Yüzdesi</b> (çeyrekler arası fark) (%)	1,2 (3,1) <sup>a,b</sup>	5,5 (4,8) <sup>a</sup>	4,0 (6,9) <sup>b</sup>	0,008
<b>Periferik Zonda Kalma Yüzdesi</b> (çeyrekler arası fark) (%)	98,8 (3,1) <sup>a,b</sup>	94,5 (4,8) <sup>a</sup>	96,0 (6,9) <sup>b</sup>	0,008
<b>Horizontal Gezilen Kare</b> (çeyrekler arası fark)	107,0 (47,7) <sup>c</sup>	145,0 (79,7) <sup>c,d</sup>	99,0 (38,0) <sup>d</sup>	0,044
<b>Vertikal Hareket Sayısı</b> (çeyrekler arası fark)	4,0 (3,0) <sup>a,e</sup>	20,5 (12,2) <sup>a</sup>	12,0 (10,2) <sup>e</sup>	<0,001
<b>Süslenme Sayısı</b> (çeyrekler arası fark)	3,0 (3,0) <sup>e</sup>	3,0 (1,0) <sup>f</sup>	2,0 (1,5) <sup>e,f</sup>	0,008
<b>Defekasyon Sayısı</b> (çeyrekler arası fark)	2,5 (1,0)	1,5 (2,0)	1,0 (2,5)	0,092
<b>İdrar Yapma Sayısı</b> (çeyrekler arası fark)	1,5 (1,0) <sup>a,b</sup>	1,0 (1,0) <sup>a</sup>	1,0 (1,0) <sup>b</sup>	0,006

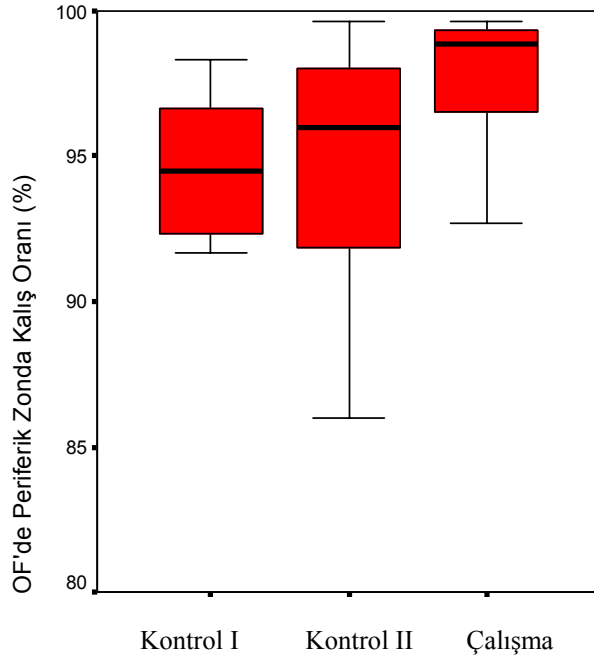
a Kontrol I grubu ile Çalışma grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ( $p < 0.001$ ), b Kontrol II grubu ile Çalışma grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ( $p < 0.01$ ), c Kontrol I grubu ile Çalışma grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ( $p = 0.013$ ), d Kontrol I grubu ile Kontrol II grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ( $p = 0.003$ ), e Kontrol II grubu ile Çalışma grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ( $p < 0.001$ ), f Kontrol I grubu ile Kontrol II grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ( $p = 0.015$ ).

Tablo 2’de görüldüğü üzere; santral zonda kalma süresi değerlendirildiğinde, kontrol I ile çalışma grupları arasında ( $p<0.001$ ), kontrol II ve çalışma grupları arasında ( $p<0.01$ ) anlamlı fark bulundu. Çalışma grubunda bu süre diğer gruplara göre daha düşük çıktı. Kontrol I ile kontrol II grupları arasında anlamlı fark bulunmadı (şekil 8). Periferik zonda kalma süresinde, kontrol I ile çalışma grupları arasında ( $p<0.001$ ), kontrol II ve çalışma grupları arasında ( $p<0.01$ ) anlamlı fark bulundu. Çalışma grubunda bu süre diğer gruplara göre daha fazla çıktı. Kontrol I ile kontrol II grupları arasında anlamlı fark bulunmadı (şekil 9). Santral zonda kalma yüzdesi değerlendirildiğinde, kontrol I ile çalışma grupları arasında ( $p<0.001$ ), kontrol II ve çalışma grupları arasında ( $p<0.01$ ) anlamlı fark bulundu. Çalışma grubunda bu yüzde diğer gruplara göre daha düşük çıktı. Kontrol I ile kontrol II grupları arasında anlamlı fark bulunmadı. Periferik zonda kalma yüzdesinde, kontrol I ile çalışma grupları arasında ( $p<0.001$ ), kontrol II ve çalışma grupları arasında ( $p<0.01$ ) anlamlı fark bulundu. Çalışma grubunda bu yüzde diğer gruplara göre daha yüksek çıktı. Kontrol I ile kontrol II grupları arasında anlamlı fark bulunmadı.

Horizontal hareket sayısı değerlendirildiğinde, kontrol I ile kontrol II grupları arasında ( $p=0.003$ ), kontrol I ve çalışma grupları arasında ( $p=0.013$ ) anlamlı fark bulundu. Kontrol II grubunda bu değer diğer gruplara göre daha düşük çıktı. Çalışma ile kontrol II grupları arasında anlamlı fark bulunmadı (şekil 10). Kontrol 1 grubunda bu değer, çalışma ve kontrol II gruplarına göre daha yüksek çıktı.

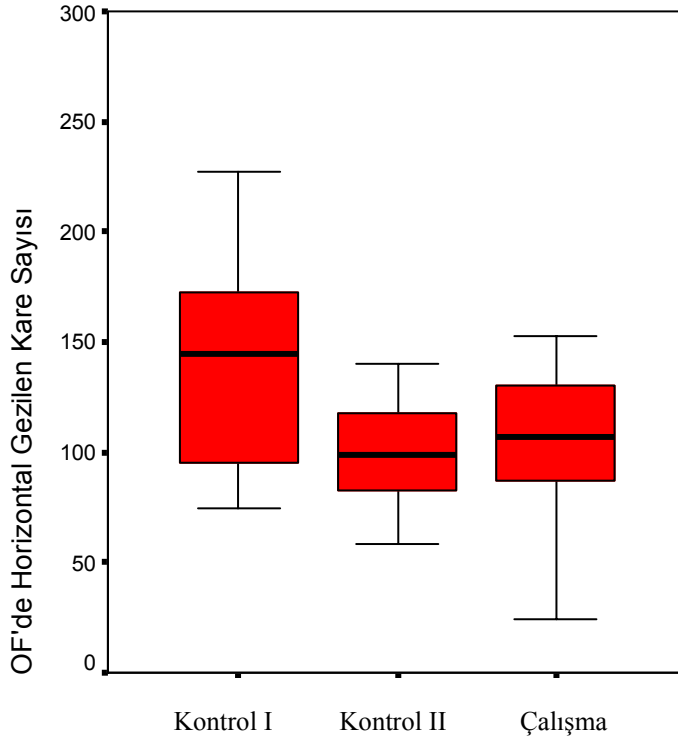


**Şekil 8.** Gruplara göre Açık Alan Testi'nde ratların santral zonda kalış oranları



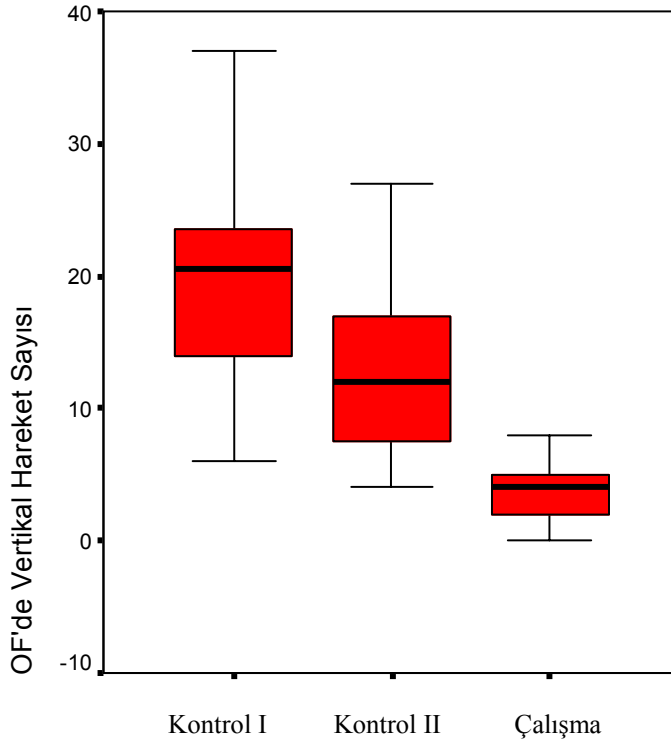
**Şekil 9.** Gruplara göre Açık Alan Testi'nde ratların periferik zonda kalış oranları





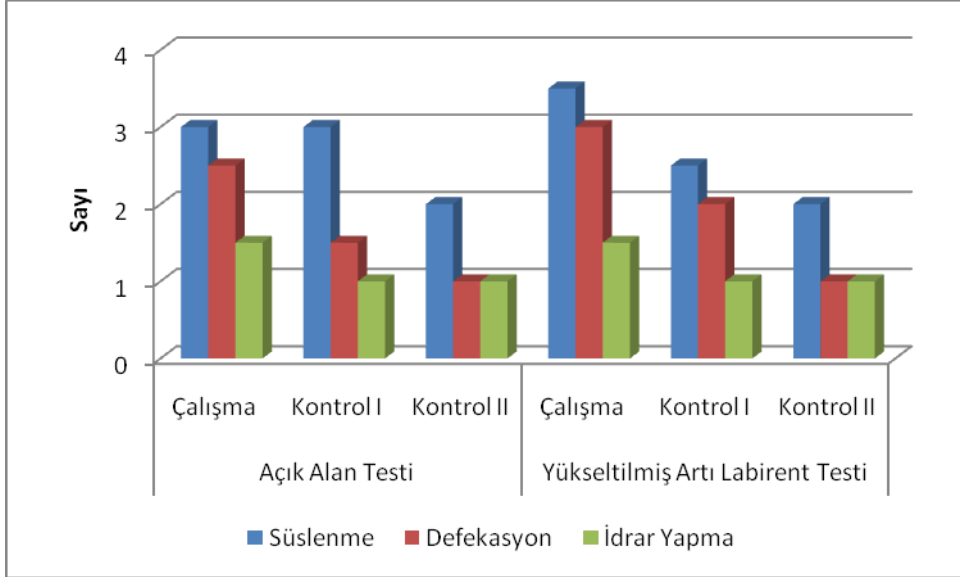
**Şekil 10.** Gruplara göre Açık Alan Testi'nde ratların horizontal hareket sayısı

Vertikal hareket sayısında, kontrol I ile çalışma grupları arasında ( $p < 0.001$ ), kontrol II ve çalışma grupları arasında ( $p < 0.001$ ) anlamlı fark bulundu. Çalışma grubunda bu yüzde diğer gruplara göre daha düşük çıktı. Kontrol I ile kontrol II grupları arasında anlamlı fark bulunmadı (şekil 11).



**Şekil 11.** Gruplara göre Açık Alan Testi'nde ratların vertikal hareket sayısı

Süslenme sayısı değerlendirildiğinde, kontrol I ile kontrol II grupları arasında ( $p=0.015$ ), kontrol II ve çalışma grupları arasında ( $p<0.001$ ) anlamlı fark bulundu. Kontrol II grubundaki değer diğer gruplara göre daha düşük çıktı. Kontrol I ile çalışma grupları arasında anlamlı fark bulunmadı. Defekasyon sayısı değerlendirildiğinde, gruplar arası anlamlı fark görülmedi. İdrar yapma sayısında, kontrol I ile çalışma grupları arasında ( $p<0.001$ ), kontrol II ve çalışma grupları arasında ( $p<0.01$ ) anlamlı fark bulundu. Çalışma grubunda bu süre diğer gruplara göre daha yüksek çıktı. Kontrol I ile kontrol II grupları arasında anlamlı fark bulunmadı (şekil 12).



**Şekil 12.** Açık Alan Testi ve Yükseltilmiş Artı Labirent Testi'nde gruplara göre ratların süslenme, defekasyon ve idrar yapma sayısı

Tüm gruplardaki ratların Yükseltilmiş Artı Labirent Test'te sırasıyla açık kolda, kapalı kolda kalma süreleri ve yüzdeleri, açık kola, kapalı kola girme sayıları, vertikal hareket sayıları, süslenme, defekasyon ve miksiyon sayıları belirlendi. Bu değerlerle ilgili sonuçlar Tablo 3'de görülmektedir.

Tablo 3'de görüldüğü üzere; açık kolda, kapalı kolda kalma süreleri ve yüzdeleri, açık kola, kapalı kola girme ve vertikal hareket sayıları değerlendirildiğinde, gruplar arası anlamlı fark görülmedi. Süslenme sayısı değerlendirildiğinde, kontrol I grubu ile kontrol II grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ( $p=0.004$ ), kontrol I grubu ile çalışma grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ( $p=0.028$ ), kontrol II grubu ile çalışma grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0.001$ ) bulundu. Bu değer kontrol I grubunda kontrol II grubuna göre daha fazla çıkarken çalışma grubuna göre daha az çıkmış, çalışma grubunda ise bu değer kontrol II grubuna göre daha fazla çıkmıştı.

**Tablo 3.** Gruplara Göre Yükseltilmiş Artı Labirent Test'te Yapılan Ölçümlerin Değerlendirilmesi

Değişkenler	Çalışma	Kontrol I	Kontrol II	p
<b>Açık Kolda Kalma Süresi</b> (çeyrekler arası fark) (sn)	25,0 (29,0)	34,5 (42,5)	41,0 (41,2)	0,108
<b>Kapalı Kolda Kalma Süresi</b> (çeyrekler arası fark) (sn)	275,0 (29,0)	265,5 (42,5)	259,0 (41,2)	0,108
<b>Açık Kolda Kalma Yüzdesi</b> (çeyrekler arası fark) (%)	8,3 (9,7)	11,7 (17,4)	13,7 (13,7)	0,105
<b>Kapalı Kolda Kalma Yüzdesi</b> (çeyrekler arası fark) (%)	91,7 (9,7)	88,3 (17,4)	86,3 (13,7)	0,105
<b>Açık Kola Girme Sayısı</b> (çeyrekler arası fark)	2,0 (0,7)	2,0 (1,7)	2,0 (1,0)	0,339
<b>Kapalı Kola Girme Sayısı</b> (çeyrekler arası fark)	3,5 (4,5)	4,5 (3,0)	5,0 (4,7)	0,424
<b>Vertikal Hareket Sayısı</b> (çeyrekler arası fark)	6,0 (3,0)	7,0 (5,5)	7,0 (5,2)	0,344
<b>Süslenme Sayısı</b> (çeyrekler arası fark)	3,5 (1,7) <sup>b,c</sup>	2,5 (1,7) <sup>a,b</sup>	2,0 (1,0) <sup>a,c</sup>	<0,001
<b>Defekasyon Sayısı</b> (çeyrekler arası fark)	3,0 (2,0) <sup>c,d</sup>	2,0 (1,0) <sup>d</sup>	1,0 (1,7) <sup>c</sup>	0,002
<b>İdrar Yapma Sayısı</b> (çeyrekler arası fark)	1,5 (1,0) <sup>e</sup>	1,0 (0,7)	1,0 (0,7) <sup>e</sup>	0,046

a Kontrol I grubu ile Kontrol II grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ( $p=0.004$ ), b Kontrol I grubu ile Çalışma grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ( $p=0.028$ ), c Kontrol II grubu ile Çalışma grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0.001$ ), d Kontrol I grubu ile Çalışma grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ( $p=0.002$ ), e Kontrol II grubu ile Çalışma grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ( $p=0.006$ ).

Defekasyon sayısı değerlendirildiğinde, kontrol I grubu ile çalışma grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ( $p=0.002$ ), kontrol II grubu ile çalışma grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0.001$ ) bulundu. Çalışma grubunda bu

süre diğer gruplara göre daha yüksek çıkmıştı. Kontrol I ile kontrol II grupları arasında anlamlı fark bulunmadı. İdrar yapma sayısı değerlendirildiğinde, kontrol II grubu ile çalışma grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ( $p=0.006$ ) bulunurken, bu değer çalışma grubunda daha yüksek çıktı. Kontrol I ile kontrol II grupları, kontrol I ile çalışma grupları arasında anlamlı fark bulunmadı (şekil 12).

## 5. TARTIŞMA

Günümüz dünyasında, teknolojik gelişmeler sosyal ve ekonomik faydalar sağlasa da bunların sağlığımızı ilgilendiren sonuçlarını tahmin etmek ve bunlara müdahale etmek oldukça zorlaşmaktadır. Elektrik enerjisi çağımızın en önemli enerji kaynaklarından birisini oluşturmaktadır. Kalkınmışlık düzeyine bağlı olarak, elektrikli araç ve gereçlerden yararlanma da her gün biraz daha artmaktadır. Daha önce de bahsettiğimiz gibi, elektrik enerjisi kullanan veya ileten tüm sistemler ve cihazlar çevrelerinde çeşitli derecelerde EMA oluşturmaktadır. Bunların, yüksek şiddet veya güç düzeylerinde insan sağlığına zararlı olduklarına kuşku yoktur. Ancak, insanların günlük hayatta karşılaştıkları daha düşük düzeydeki alan ve dalgaların dahi uzun vadede insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri olup olmadığı tartışma konusu olmaya devam etmektedir. Bu alanda yapılan çalışmalar, son 20 yılda çok artmış ve önem kazanmıştır (2, 9, 11).

Yüksek gerilim hatlarından, cep telefonlarına birçok elektrik enerjisi ileten ve kullanan cihaz, epidemiyolojik ve laboratuvar çalışmalarına prospektif ve retrospektif olarak konu olmuştur. Bu çalışmalarda genellikle epidemiyolojik olarak EMA ve kanser ilişkisi üzerinde durulsa da bazı çalışmalarda spermatogenez, fertilizasyon üzerine yan etkileri ve hücre düzeyinde etkileri de laboratuvar ortamında araştırılmıştır (7, 8). Şu ana kadar yapılan çalışmalarda olduğu gibi bizim çalışmamızda da amaç, EMA'nın olası zararlı etkilerini tespit edebilmek ve buna göre önlem alabilmektir.

Literatürde, çalışmaların odağında kalan EMA kaynağı, fazla miktarda manyetik alan oluşturan yüksek gerilim hatları olmuştur (2, 5, 6). Halbuki uzun süreli ADF maruziyetinin de zararlı olabileceğine değinilse de bu alanda yeterli veri bulunmamaktadır. Literatürdeki bu eksiklikten yola çıkarak SSS'nin gelişim halinde olması, maruziyet süresinin yaşam süresi ile paralel olarak fazla olması, ayrıca beynin

iletkenliği ve EMA absorbsiyon oranının fazlalığından ötürü radyasyona çok duyarlı olan yenidoğanların kuvöz sistemleri araştırmaya alınmış ve EMA'nın olası etkileri değerlendirilmiştir. Bazı prematür bebeklerin kuvözde kalma sürelerinin uzaması ve ADF kaynağının bebeğe çok yakın bulunması çalışmamızın planlanmasında etkili olmuştur.

Yenidoğanlar, santral sinir sisteminin gelişim halinde olması, beyin su içeriğinin ve iyon konsantrasyonunun erişkinden fazla olması nedeni ile iletkenliğinin artması, kafatasının erişkinden daha fazla EMA enerjisi absorbe etmesi ve belki de en önemlisi beklenen yaşam süresi dolayısıyla maruziyet süresinin de uzun olmasından ötürü en büyük risk grubunu oluşturmaktadır. Ratların fiziksel ve biyolojik özelliklerinin insanlara çok benzer olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla aynı durumun ratlar için de geçerli olabileceğini söylemek mümkündür.

Çalışmada kullanılan ratlar doğar doğmaz araştırmaya alındı. Toplam 3 grup kullanıldı. Çalışma grubu yenidoğan kuvözlerine alınarak prematür bebeklerle aynı şartlarda 15 gün boyunca muhafaza edildi. Çalışma grubu ve diğer grup ratlarda yapılan testler post-natal 30. günde yapıldı. Ratlardaki 1 aylık büyüme süreci insanlarda yaklaşık 7,5 yıla denk gelmektedir. Dolayısıyla yapılan bu çalışma 7,5 yaş grubu çocuklar üzerinde EMA'nın uzun dönem etkileri konusunda fikir verebilir. Kontrol I grubu ratları kuvöz dışında, standart koşullarda bekletildi. Bu grupta EMA maruziyeti elimine edildi. Kontrol II grubunda ise ratlar EMA maruziyetine kalmadan, fakat kuvöz motor sesiyle eşleşen ses ortamında kuvözde kalmıştır. Bu grubun oluşturulmasındaki amaç ise çalışma grubundaki rat davranışlarının motor sesinden mi yoksa EMA'dan mı etkilendiğini ayırt edebilmektir. Tüm gruplardaki ratlar daha önce bahsettiğimiz gibi testlerden sonra toplam 6 ay süreyle izlenmiş ve hiçbir ratta sağlık problemi ve ölümler

karşılaşılmanıştır. Bu da 15 gün boyunca devamlı EMA'ya maruz kalan ratlarda dahi önemli bir sağlık probleminin gelişmediğini göstermektedir.

Çalışmamızda kullanılan kuvöz tipi Air-Shields Vickers C-100 tipidir. 1994' de yapılan bir çalışmada C-100 tipi kuvözler kullanılmış ve bu kuvözlerin 25 mG'den fazla manyetik alan oluşturduğu gösterilmiştir (24). Şu ana kadar yapılan bazı çalışmalarda 2-5 mG'lik EMA'nın uzun süren maruziyetinde kanser riskinden bahsedilmektedir (30-32). Her ne kadar kuvözlerin ADF düzeyinde manyetik alan oluşturduğu bilinse de çalışmamızda kullanılan kuvözler yukarda bahsedilen ve kanser riski gözlemlenen 3 çalışmadaki ADF düzeyinin 10 katı kadar fazla manyetik alan yaymaktadır. Şu ana kadar yapılan çalışmalarda kuvözlerin manyetik alanlarına çok az yoğunlaşmıştır, ayrıca bu yapılan çalışmalar içerisinde ratların kullanıldığı ilk çalışma bizim çalışmamızdır. Ratlarda mümkün olabilecek en az invazif yöntemin kullanılması amacıyla davranış modelleri ve bunların değişimi ölçülmüştür. Çalışmamızda EPM (yükseltilmiş artı labirent test) ve OFT (açık alan testi) olmak üzere 2 tane anksiyeteyi değerlendiren hayvan davranış modeli kullanıldı. Ayrıca mekansal öğrenme ve hafızayı değerlendirmede kullanılan WMT (Morris su labirent testi) de üçüncü test olarak çalışıldı.

Deney hayvanlarında anksiyeteyi gösteren davranış parametreleri, 1906 yılından günümüze kadar incelenmiş ve bu davranışların ölçümü için çeşitli testler geliştirilmiştir. Bu testler yapılırken insanlardaki anksiyetenin hayvanlardaki ile aynı oluşum mekanizmasına sahip olduğu düşüncesi temel alınmıştır. Her ne kadar insanlardaki anksiyete mekanizması ile hayvanlardakinin aynı olduğuna dair bir veri olmamasına rağmen deney hayvanları ile yapılan çalışmalar anksiyete tedavilerinde önemli yer tutmuştur (33).



OFT, ilk kez 1936 yılında Hall tarafından tanımlanmıştır (16). Günümüzde hayvan fizyolojisinde kullanılan en popüler testlerden olup, lokomotor aktivitenin değerlendirilmesiyle dolaylı olarak normal anksiyetenin ölçümünde kullanılmaktadır. Açık alan testinde çok farklı geometrik şekillerdeki sistemler kullanılmaktadır. Bu çalışmada kare şekli tercih edilmiştir. Bu testte tabanda işaretli çizgilerin geçiş sayısı (horizontal lokomasyon), santral zonda geçirilen süre, vertikal aktivite, süslenme (grooming), defekasyon ve miksiyon sayıları değerlendirilmektedir (34).

Ratlar, içgüdüsel olarak çevreyi araştırmaya duvar kenarı boyunca başlar, karanlık alanı tercih ederler ve açık alana çıkmaktan kaçınırlar (35, 36). Anksiyetenin artması ile bu hareketlerin arttığı birçok çalışmada tespit edilmiştir (33-36). Daha önce de bahsettiğimiz OFT düzeneğimizin yan duvarları karanlık alan oluşturmak adına siyah renkli duvar kağıdıyla kaplanmıştır. Ayrıca taban 64 eşit kareye bölünerek içten dışarı ilk iki sıra santral zon, üçüncü ve dördüncü sıralar periferik zon olarak belirlenmiştir. Böylelikle anksiyetenin artmasıyla hayvanların duvar kenarında (periferik zonda) ve aynı zamanda karanlık alanda bulunma sürelerinin artması esasına dayanarak test yapılmıştır. Süslenme davranışı ratlardaki stereotipik aktiviteyle ilişkili olup, artmış stereotipik aktivite ratın patolojik anksiyetesi hakkında dolaylı olarak fikir vermektedir (33). Anksiyetenin artmasıyla ratlardaki defekasyon ve miksiyon sayılarındaki artış arasında da pozitif korelasyon bulunmaktadır (33). Benzer şekilde horizontal hareketlerin (37), santral bölümde geçirilen zamanın (38) ve vertikal aktivitenin (38) azalması anksiyete belirtisi olarak kabul edilmektedir.

EPM, ilk kez File ve ark. tarafından 1985 yılında uygulanmıştır (39). Bu testte 2 açık, 2 kapalı kol ve bunları birleştiren merkez bölgeden oluşan sistem bulunmaktadır. Bu sistem genellikle yerden 50 cm. yüksekte konumlandırılmaktadır. Test yerden

yükseklik ve açık kolların anksiyeteyi arttırdığı esasına dayanmaktadır (40). Açık kola giriş sayısının ve açık kolda kalış süresinin azalması anksiyeteyi göstermektedir (41-43).

WMT, çok iyi tanımlanmış bir mekansal öğrenme ve yön-güdümlü (navigasyon) testidir (27). Hafıza fonksiyonunun gerçekleşmesi ve mekansal öğrenme üzerine kortiko-hippokampal sistemin etkileri birçok çalışmaya konu olmuştur (44-46). Mekansal öğrenme fonksiyonunda majör rolü hipokampus üstlenmektedir (47-50). Bu testin, hipokampus (51, 52) ve hipokampus-hipotalamus arasındaki bağlantı sistemlerinden birisi olan forniks (53, 54) harabiyetlerini göstermede hassas bir yöntem olduğu tespit edilmiştir. Diğer bazı çalışmalar incelendiğinde pariyetal korteksin de mekansal öğrenmede önemine dikkat çekilmiş ve pariyetal korteks lezyonlarında mekansal öğrenmenin bozulduğu su labirent testi ile gösterilmiştir (55-57). Ayrıca korpus striatum, bazal ön beyin, serebellum, prefrontal korteks ve serebral korteks lezyonlarında su labirent testinde ratların performansında bozulma saptanmıştır (47, 57).

Çalışmamızda WMT’de ratlar ilk test günü 6 defa, ikinci test günü de 6 defa yüzdürüldü ve platformu bulma süreleri hesaplandı. Çalışmanın sonuçları incelenirken, ilk 6 gündeki platformu bulma performansı gruplar arası değerlendirildi. İkinci gündeki performansları da aynı şekilde ve ayrı olarak değerlendirildi. Tablo 1’de görüldüğü gibi WMT’de çalışma grubu ratlarının birinci gün ve ikinci gündeki platformu bulma süreleri kontrol gruplarına göre anlamlı derecede yüksek bulundu. Ortalama değerler incelendiğinde çalışma grubunda, platformu bulma süresi kontrol gruplarındaki sürenin iki katına yaklaşmaktadır. Bu durum Şekil 7 üzerinde de grafiksel olarak izlenmektedir. Ayrıca, Kontrol I ve II gruplarının platformu bulma sürelerinin de benzer olduğu görülmektedir. Fakat, Kontrol II ve çalışma grubu arasındaki istatistiksel anlam farkı,

Kontrol I ve çalışma grubu arasındaki istatistiksel anlam farkından daha fazladır. Dolayısıyla Kontrol II grubu bu test için Kontrol I grubundan daha performanslıdır. WMT’de dikkat çeken bir diğer durum ikinci gün testlerindeki platformu bulma sürelerinin öğrenmeye bağlı olarak her 3 grupta da düşüş göstermesidir.

WMT testi tek başına değerlendirildiğinde, EMA’ya maruz kalan çalışma grubunun mekansal öğrenme ve yön güdüm yetisinin azaldığı görülmektedir. Santral sinir sisteminin birçok bölgesindeki harabiyet WMT’de bozulmaya sebep olmaktadır (44-57). Bizim çalışmamızda çalışma grubunun yani kuvözün manyetik alanına maruz kalan ratların, WMT’deki performansları diğer gruplara göre belirgin derecede bozulmuştur. Buradan yola çıkarak manyetik alana maruz kalanlarda santral sinir sisteminde harabiyet oluşmuş olabileceği akla gelmektedir. Fakat biz bu çalışmada ratların beyin doku örneğini patolojik ve immünohistokimyasal olarak incelemediğimiz için bunu söylememiz mümkün değildir. Bu testte Kontrol II grubu yani kuvözde tutulan, fakat EMA almayan gruptaki ratlarda böyle bir değişim gözlenmemiş, tam tersine istatistiksel olarak söylenemese de bu gruptaki ratlar Kontrol I grubuna göre platformu daha kısa sürede bulmuştur. Buradan yola çıkarak kuvözün içinde kalmaktan ziyade kuvöz çalışırken meydana gelen MA’nın ratlar üzerine etki ettiği düşüncesi ağırlık kazanmaktadır.

OFT’de sonuçlar değerlendirildiğinde, çalışma grubunun kontrol gruplarına göre santral zonda kalış süresi ve yüzdesinin anlamlı derecede azaldığı ve paralel olarak periferik zonda kalış süre ve yüzdesinin arttığı görülmektedir. Ayrıca vertikal hareket sayısı da çalışma grubunda diğer gruplara göre anlamlı derecede azalma göstermiştir. Ratların çalışma grubunda periferik zonda kalma eğilimi ve vertikal harekete yönlennemeleri anksiyete göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca çalışma

grubundaki miksiyon sayısındaki anlamlı artış da bu gruptaki anksiyete belirtisini gösterebilmektedir. Çalışma grubunda diğer gruplara göre en fazla etkilenen değer vertikal hareket sayısıdır. Bu değer Kontrol I ve II grubunda sırasıyla 20.5 ve 12 iken çalışma grubunda 4'dür, yaklaşık olarak Kontrol I grubundaki değerın 1/5'ine eşittir. OFT'de horizontal gezilen kare sayısı Kontrol I grubunda diğer gruplara göre anlamlı derecede fazla çıkmıştır. Bu da Kontrol I grubu ratlarındaki anksiyetenin daha az olduğunu göstermektedir. OFT sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, EMA'ya maruz kalan çalışma grubu ratların anksiyetelerinin arttığı sonucu çıkmaktadır.

Anksiyete, fiziksel, psikolojik ve çevresel uyaranlar nedeniyle strese bağı olarak oluşmaktadır. Bu faktörler anksiyete yanında birçok psikiyatrik hastalık ve bilişsel işlevlerde bozulmaya neden olmaktadır. Beyindeki subkortikal yapılar içinde talamus, hipotalamus, hippokampus, pineal bez, hipofiz ve amigdala gibi önemli nöroanatomik oluşumları içeren limbik sistem anksiyete oluşumunda en önemli role sahip olan nöroanatomik oluşumdur. Limbik sistem anksiyete oluşumu kadar depresyonun patofizyolojisinde de önemli bir role sahiptir (58-61). Bizim yaptığımız çalışmada çalışma grubundaki ratların anksiyetesinin diğer gruplara göre anlamlı şekilde arttığını görmekteyiz, bu sonuçlar ışığında kuvözün oluşturduğu EMA denekler üzerinde anksiyete neden olan bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Dolayısıyla yenidoğan döneminde kuvözün EMA'sına maruz kalan bebeklerde hayatlarının ileriki dönemlerinde depresyon gibi çeşitli psikiyatrik hastalıklar, bilişsel fonksiyonlarda bozulmalar olabileceğini düşünmekteyiz. Bu düşüncenin doğruluğunu ortaya koyabilmek için yenidoğan yoğun bakım ünitesinde kuvöz içi bakımda EMA'ya maruz kalan bebeklerde uzun süreli epidemiyolojik çalışmalara ihtiyaç vardır.

EPM sonuçları incelenecek olursa, gruplar arası açık kolda kalma süresi ve yüzdesinin, kapalı kolda kalma süresi ve yüzdesinin, açık kola girme sayısı, kapalı kola girme sayısı ve vertikal hareket sayısının anlamlı olarak fark etmediği görülmektedir. Fakat Tablo 3 değerleri genel olarak incelendiğinde, çalışma grubu ratlarının açık kolda kalma sürelerinin, vertikal hareket sayısının diğer gruplara göre azaldığı ve kapalı kolda kalma sürelerinin ise arttığı görülmektedir. Bu değerler çalışma grubu ratlarında anksiyetenin artmış olabileceğini göstermektedir. Bu testte Kontrol II grubu rat değerlerinin çalışma grubundan ziyade Kontrol I grubuna yakın olması, bu grubun anksiyetesinin artmadığını göstermektedir. EPM’de çalışma grubu ratlarında diğer gruplara göre defekasyon sayısı anlamlı derecede artmıştır. Bu değer de anksiyetenin çalışma grubunda arttığını göstermektedir.

Sonuçlar literatürle birlikte değerlendirilmek istendiğinde bizim çalışmamıza benzer bir çalışma olmadığı görülmektedir. Kuvözlerdeki EMA maruziyeti ile ilgili çok az sayıda çalışma vardır. Bu çalışmalarda EMA’nın yenidoğanlarda kalp tepe atımı üzerindeki etkisi (4), çocukluk çağı lösemisi oluşturma insidansı (23) araştırılmıştır. Bu çalışmalarda inkübatörler tarafından oluşturulan EMA’nın, otonom sinir sistemi üzerinden etki yaparak yenidoğanların kalp tepe atımını değiştirdiği görülmüştür (4). Bizim çalışmamızda da EMA’nın santral sinir sistemi üzerinde etkili olabileceği sonucu ortaya çıkmıştır. Fakat Karin ve ark.’nın yaptığı çalışmada EMA’nın lösemi oluşturma riski bulunmamıştır (23).

Bizim çalışmamızda tüm testlerde çalışma grubunda diğer gruplara göre anlamlı farklar tespit edilmiştir ve genel olarak bu sonuçlar bize kuvözün oluşturduğu EMA’nın anksiyete ve mekansal öğrenme fonksiyonu üzerinde etkili olabileceğini göstermiştir. Genel olarak Kontrol II grubu, Kontrol I grubuyla benzer özellikleri göstermiştir.

Kuvözlerde oluşturulan EMA'nın etkisinin daha net anlaşılması amacıyla daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Bu çalışmalar uzun dönem epidemiyolojik çalışmalar veya hücre düzeyinde yapılan hayvan deneyi çalışmaları olabilir. Bizim çalışmamız bu sahada bir ön çalışma olup yenidoğan yoğun bakım ünitelerinde EMA maruziyetine karşı önlem alınması gerektiğini gösteren bir çalışma olmuştur.

Alınabilecek önlemler arasında; yenidoğan kuvözlerinin EMA kaynağı olan motor kısmı ile yenidoğanın yatak bölümünü arasındaki mesafenin arttırılması, yeni teknolojiler kullanılarak EMA'nın etkisini absorbe edebilen bariyerlerin yerleştirilmesi, yenidoğanların yatış sürelerine karar verirken EMA maruziyetinin de göz önünde bulundurulması yer almaktadır.

## 6. SONUÇLAR

- Düşük düzeyde fakat uzun süreli EMA maruziyeti ratlarda anksiyete bozukluğu ve mekansal öğrenme güçlüğü yapabilmektedir.

## 7. KAYNAKLAR

1. Çınar K. Elektromanyetik alan. *Tübitak Bilim ve Teknik Dergisi*. 2006: 80-81.
2. İnce T, Yurdakök K. Elektromanyetik kirlilik ve çocuk sağlığı. *Katkı Pediatri Dergisi*. Çevre ve çocuk-II. 2008; 30: 519-544.
3. Bellieni CV, Rigato M, Fortunato M, Cordelli DM, Bagnoli F. Increasing the engine-mattress distance in neonatal incubators: a way to decrease exposure of infants to electromagnetic fields. *Ital J Pediatr* 2003; 29: 74-80.
4. Bellieni CV, Acampa M, Maffei M, Maffei S, Perrone S, Pinto I, Stacchini N, Buonocore G. Electromagnetic fields produced by incubators influence heart rate variability in newborns. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2008; 93: 298-301.
5. Wertheimer N, Leeper E. Electrical wiring configurations and childhood cancer. *Am J Epidemiol* 1979; 109: 273-284.
6. Feychting M, Ahlbom A. Magnetic fields and cancer in children residing near Swedish high-voltage power lines. *Am J Epidemiol*. 1993; 138: 467-481.
7. Seyhan N, Canseven AG. In vivo effects of ELF mfs on collagen synthesis, free radical processes, natural antioxidant system, respiratory burst system, immune system activities, and electrolytes in the skin, plasma, spleen, lung, kidney and brain tissues. *Electromagn BiolMed* 2006; 25: 291-305.
8. Chung MK, Lee SJ, Kim YB, Park SC, Shin DH, Kim SH, Kim JC. Evaluation of spermatogenesis and fertility in F1 male rats after in utero and neonatal exposure to extremely low frequency electromagnetic fields. *Asian J Androl* 2005; 7: 189-194.
9. World Health Organisation. Electromagnetic fields and public health: Extremely low frequency fields and cancer 2001.
10. Li DK, Odouli R, Wi S, Janevic T, Golditch I, Bracken TD, Senior R, Rankin R, Iriye R. A population-based prospective cohort study of personal exposure to magnetic fields during pregnancy and the risk of miscarriage. *Epidemiology*. 2002; 13: 9-20.
11. Elektromanyetik kirlilik etkileri sempozyumu. Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik AD. Ankara 1999.
12. Rodier PM. Environmental causes of central nervous system maldevelopment. *Pediatrics* 2004; 113: 1076-1083.



13. Greim HA. The endocrine and reproductive system: adverse effects of hormonally active substances. *Pediatrics* 2004; 113: 1070–1075.
14. Leeka Kheifets, Michael Repacholi, Rick Saunders and Emilie van Deventer. The Sensitivity of Children to Electromagnetic Fields. *Pediatrics* 2005; 116: 303-313.
15. Ergenekon E. Yenidoğan yoğun bakım ünitesi tasarımı. *T Klin Pediatri* 2001; 10: 1-5.
16. White RD, Martin GI, Graven SN. Newborn intensive care unit design: Scientific and practical considerations. In: Avery GB, Fletcher MA, MacDonald MG. *Neonatology, Pathophysiology and Management of Newborn*. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins. 1999: 49-59.
17. Committee on Perinatal Health: Toward Improving the Outcome of Pregnancy. The 90's and beyond. White Plains, NY: The National Foundation-March of Dimes 1993.
18. Hauth JC, Merenstein GB. *Guidelines for Perinatal Care*. American Academy of Pediatrics, Elk Grove Village Ill 1997.
19. Recommended standards for newborn ICU design. Report of the fourth consensus committee 1999.
20. Energy conservation in new building design, ASHRAE handbook, Heating, Ventilating, Air Conditioning Applications, Chapter 7.6 Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers 1995.
21. *Acoustical Terminology*. New York: American National Standards Institute, Inc, 1992.
22. *Sound and Vibration Control*. ASHRAE Handbook. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers 1995.
23. Söderberg KC, Naumburg E, Anger G, Cnattingius S, Ekblom A, Feychting M. Childhood leukemia and magnetic fields in infant incubators. *Epidemiology* 2002; 13: 45-49.
24. Bearer CF. Electromagnetic fields and infant incubators. *Archives of Environmental Health*. 1994; 49: 352-354.
25. Riminesi C, Andreuccetti D, Fossi R, Pezzati M. ELF magnetic field exposure in a neonatal intensive care unit. *Bioelectromagnetics* 2004; 25: 481-491.
26. Cermakova E. Study of extremely low frequency electromagnetic fields in infant incubators. *Int J Occup Med Environ Health* 2003; 16: 215-220.

27. Morris R. Developments of a water-maze procedure for studying spatial learning in the rat. *J Neurosci Methods*. 1984; 11: 47-60.
28. Hall CS. Emotional behavior in the rat III. The relationship between emotionality and ambulatory activity. *J Comp Physiol Psychol* 1936; 22: 345-352.
29. Lister RG. The use of a plus-maze to measure anxiety in the mouse. *Psychopharmacology* 1987; 92: 180-185.
30. Ahlbom A. A Review of the epidemiologic literature on magnetic fields and cancer. *Scand J Work Environ Health* 1988; 14: 337-343.
31. Advisory Group on Nonionizing Radiation, National Radiological Protection Board. Electromagnetic fields and the risk of cancer. National Radiological Protection Board (England) 1992; 3.
32. Office of Technology Assessment (OTA). Biological effects of power frequency electric and magnetic fields. Background Paper prepared for the Congress of the United States Office of Technology Assessment by the Department of Engineer and Public Policy, Carnegie Mellon University 1989.
33. Dolu N, Özesmi Ç. Anksiyetenin değerlendirilmesinde güncel olarak kullanılan bazı deneysel hayvan modelleri. *Klin. Psikofarmakol. Bul.* 2004; 14: 216-225.
34. Binder E, Droste SK, Ohl F, Reul JMHM. Regular voluntary exercise reduces anxiety-related behaviour and impulsiveness in mice. *Behav Brain Res* 2004; 155: 197-206.
35. Belzung C, Le Pape G. Comparison of different behavioral test situations used in psychopharmacology for measurements of anxiety. *Physiol Behav* 1994; 56: 623-628.
36. Barnett SA. *The rat: a study in behavior*, University of Chicago Press, Chicago 1975.
37. Carli M, Prontera C, Samanin R. Effect of 5-HT<sub>1A</sub> agonists on stress induced deficit in open field locomotor activity of rats: evidence that this model identifies anxiolytic-like activity. *Neuropharmacology* 1989; 28: 471-476.
38. Prut L, Belzung C. The open field as a paradigm to measure the effects of drugs on anxiety-like behaviors: a review *Eur J Pharmacol* 2003; 463: 3-33.
39. Pellow S, Chopin P, File SE, Briley M. Validation of open: closed arm entries in an elevated plus-maze as a measure of anxiety in the rat. *J Neurosci Methods* 1985; 14: 149-167.

40. Wall PM, Messier C. Methodological and conceptual issues in the use of the elevated plus-maze as a psychological measurement instrument of animal anxiety-like behavior. *Neurosci Biobehav Rev* 2001; 25: 275-286.
41. Weiss SM, Wadsworth G, Fletcher A, Dourish CT. Utility of ethological analysis to overcome locomotor confounds in elevated maze models of anxiety. *Neurosci Biobehav Rev* 1998; 23: 265-271.
42. Treit D, Menard J, Royan C. Anxiogenic stimuli in the elevated plus-maze. *Pharmacol Biochem Behav.* 1993; 44: 463-469.
43. Lister RG. Ethologically based animal models of anxiety disorders. *Pharmacol Ther* 1990; 46: 321–340.
44. Kosel KC, Van Hoesen GW, Rosene D. A direct projection from the perirhinal cortex (area 35) to the subiculum in the rat. *Brain Res* 1983; 269: 347–351.
45. Naber PA, Caballero-Bleda M, Jorritsma-Byham B, Witter MP. Parallel input to the hippocampal memory system through peri- and postrhinal cortices. *Neuroreport* 1997; 8: 2617–2621.
46. Shi CJ, Cassell MD. Perirhinal cortex projections to the amygdaloid complex and hippocampal formation in the rat. *J Comp Neurol* 1999; 406: 299–328.
47. Narayanan SN, Kumar RS, Potu BK, Nayak S, Mailankot M. Spatial memory performance of wistar rats exposed to mobile phone. *Clinics* 2009; 64: 231-234.
48. Wisman LA, Sahin G, Maingay M, Lanza G, Kirik D. Functional convergence of dopaminergic and cholinergic input is critical for hippocampus-dependent working memory. *J Neurosci* 2008; 28: 7797-7807.
49. Talpos JC, Dias R, Bussey TJ, Saksida LM. Hippocampal lesions in rats impair learning and memory for locations on a touch-sensitive computer screen: the “ASAT” task. *Behav Brain Res.* 2008; 192: 216-225.
50. O'Keefe J, Nadel L. *The hippocampus as a cognitive map*, Clarendon Press, 1978, Oxford.
51. Morris RG, Garrud P, Rawlins JN, O'Keefe J. Place navigation impaired in rats with hippocampal lesions. *Nature.* 1982; 297: 681-683.
52. Lee I, Solivan F. The roles of the medial prefrontal cortex and hippocampus in a spatial paired-association task. *Learn Mem.* 2008; 15: 357-367.
53. Devan BD, White NM. Parallel information processing in the dorsal striatum: relation to hippocampal function. *J Neurosci* 1999; 19: 2789–2798.

54. Pouzet B, Welzl H, Gubler MK, Broersen L, Veenman CL, Feldon J, Rawlins JN, Yee BK. The effects of NMDA-induced retrohippocampal lesions on performance of four spatial memory tasks known to be sensitive to hippocampal damage in the rat. *Eur J Neurosci* 1999; 11: 123–140.
55. DiMattia BD, Kesner RP. Spatial cognitive maps: differential role of parietal cortex and hippocampal formation. *Behav Neurosci* 1988; 102: 471-480.
56. Kesner RP, Farnsworth G, DiMattia BD. Double dissociation of egocentric and allocentric space following medial prefrontal and parietal cortex lesions in the rat. *Behav Neurosci* 1989; 103: 956-961.
57. Kolb B, Buhrmann K, McDonald R, Sutherland RJ. Dissociation of the medial prefrontal, posterior parietal and posterior temporal cortex for spatial navigation and recognition memory in the rat. *Cereb Cortex* 1994; 4: 664-680.
58. Eşsizoğlu A, Yıldırım EA, Mengi M, Oral T, Yurdakoş E. Kronik immobilizasyon stresine maruz bırakılmış sıçanlarda 7-nitroindazolün anksiyete ve mekansal bellek üzerine etkileri. *Nöropsikiyatri arşivi* 2009; 46: 157-162.
59. Masood A, Banerjee B, Vijayan VK, Ray A. Modulation of stress-induced neurobehavioral changes by nitric oxide in rats. *Eur J Pharmacol* 2003; 458: 135-139.
60. Brick J, Erickson CK. *Drugs, the brain, and behavior. The pharmacology of abuse and dependence.* New York, The Haworth Medical Press 1998; 119-131.
61. Davis M, Rainnie D, Casell M. Neurotransmission in the rat amygdala related to fear and anxiety. *Trends Neurosci* 1992; 7: 208-214.