

**EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

**BİYOLOJİK ARAŞTIRMALARDA ÖZEL LABORATUVAR  
DONANIMLARINDAN KAYNAKLANAN  
ELEKTROMANYETİK ALAN ŞİDDETİ VERİLERİNİN  
VE  
BİYOLOJİDE ARAZİ ÇALIŞMALARİ RİSKLERİNİN  
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ KAPSAMINDA  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Hande YABACI**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Sema İŞİSAĞ ÜÇÜNCÜ**

**İş Güvenliği Anabilim Dalı**

**İZMİR, 2019**



Hande YABACI tarafından yüksek lisans tezi olarak sunulan “Biyolojik Araştırmalarda Özel Laboratuvar Donanımlarından Kaynaklanan Elektromanyetik Alan Şiddeti Verilerinin ve Biyolojide Arazi alışmaları Risklerinin İş Sağlığı ve Güvenliği Kapsamında Değerlendirilmesi” başlıklı bu alışma E Lisansüstü Eğitim ve ğretim Yönetmeliği ile E Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve ğretim Yönergesi'nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 15.02.2019 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

**Jüri yeleri:**

**İmza**

**Jüri Başkanı**

: Prof. Dr. Levent İşık

**Raportör ye**

: Doç. Dr. Metin Bilge

**ye**

: Prof. Dr. Murat Brnaylı



## EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

### ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Biyolojik Araştırmalarda Özel Laboratuvar Donanımlarından Kaynaklanan Elektromanyetik Alan Şiddeti Verilerinin ve Biyolojide Arazi Çalışmaları Risklerinin İş Sağlığı ve Güvenliği Kapsamında Değerlendirilmesi” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

01/03/2019

İmzası



Hande YABACI



## ÖZET

**Biyolojik Araştırmalarda Özel Laboratuvar Donanımlarından Kaynaklanan  
Elektromanyetik Alan Şiddeti Verilerinin**

**ve**

**Biyolojide Arazi Çalışmaları Risklerinin  
İş Sağlığı ve Güvenliği Kapsamında Değerlendirilmesi**

YABACI, Hande

Yüksek Lisans Tezi, İş Güvenliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Sema İŐİSAG ÜÇÜNCÜ

Ocak 2019, 104 sayfa

Bu çalışmanın amaçları, özellikle biyoloji laboratuvarlarında kullanılan bazı elektrikli-elektronik aygıtlardan kaynaklanan elektromanyetik alan (EMA) yoğunlukları ile biyolojik arazi araştırmalarındaki özel risklerin, iş sağlığı ve güvenliği bağlamında belirlenmesidir.

Araştırmanın ilk aşamasında Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü'ndeki mikrobiyoloji ve mikrobiyolojik analiz ve genetik araştırma laboratuvarlarında kullanılan 30 farklı aygıtın EMA yoğunlukları PCE-EMF 823 elektromanyetik radyasyon analizatörüyle 1 cm, 5 cm ve 50 cm mesafelerde ölçülmüş, istatistiksel veriler karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Bütün ölçüm mesafelerinde en yüksek EMA değeri vorteks aygıtında kaydedilmiştir.

İkinci aşamada ise biyolojik arazi çalışmalarına özel risklerin belirlenebilmesi için, farklı üniversitelerde ve bir şirkette çalışan 150 gönüllü katılımcıya uygulanan özgün bir anketle elde edilen veriler SPSS programıyla değerlendirilmiştir. Buna göre büyük çoğunluğu önceden iş sağlığı ve güvenliği eğitimi almış olan katılımcıların, biyoloji arazi araştırmalarındaki potansiyel tehlikeler ve risk analizi konularındaki farkındalıklarının yeterli olmadığı sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** İş sağlığı ve güvenliği, biyoloji, laboratuvar çalışması, elektromanyetik alan, arazi çalışması, risk.





**ABSTRACT**

**Evaluations of the Data on Electromagnetic Field Intensity Produced by  
Specific Biological Laboratory Instruments  
and  
The Risk Assessment of Biological Field Investigations  
In the Context of Occupational Health and Safety**

YABACI, Hande

MSc in Occupational Safety

Supervisor: Prof. Dr. Sema İŞİSAĞ ÜÇÜNCÜ

January 2019, 104 Pages

The purposes of this study are to determine the electromagnetic field (EMF) produced by some electrical-electronic equipment that specially used in biology laboratories, and to identify the specific risks of biological field researches, in the context of occupational health and safety.

At first step of the investigation, EMF intensity of 30 different appliances that used in three different microbiology and microbiological analysis-genetic researches laboratories of Ege University, Faculty of Science, Department of Biology, were measured by an electromagnetic radiation analyzer, PCE-EMF 823, at the distances of 1 cm, 5 cm and 50 cm. The statistical data were analyzed comparatively. For all measurement distances, the highest EMF values were recorded for vortex.

At second step, the data obtained from an original questionnaire that was applied to 150 volunteers of different universities and one corporation was evaluated with SPSS software; in order to determine the special risks of biological

field researches. The results indicate that, the most of the participants were not fully aware of potential hazards and special risk analyzes of biological field researches, although they have been taken before occupational health and safety training.

**Key Words:** Occupational health and safety, biology, laboratory studies, electromagnetic field, field studies, risk.



**TEŞEKKÜR**

Bu tezin planlanması ve yürütülmesi sırasında bilgi ve deneyimleri ile bana yardımcı olan danışmanım Sayın Prof. Dr. Sema İŞİSAĞ ÜÇÜNCÜ'ye; çalışmalarım süresince desteğini gördüğüm Fizik Bölümü öğretim üyelerinden Sayın Doç. Dr. Metin BİLGE'ye; ölçüm çalışmaları sırasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Biyolog Burak GÖKÇE ve laboratuvar çalışanlarına; ayrıca her zaman yanımda olan sevgili aileme teşekkür ediyorum.





## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET .....	vii
ABSTRACT .....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	xvii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xxiii
KISALTMALAR DİZİNİ .....	xxv
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Elektromanyetik Alanlar (EMA) Ve Etkileri .....	6
1.1.1. Elektrik Alanı (EA) .....	7
1.1.2. Manyetik Alan (MA).....	7
1.1.3. EA ve MA: EMA Oluşumu .....	9
1.1.4. EMA Kaynakları.....	12
1.1.5. Elektromanyetik Etkileşim .....	14
1.1.6. EMA ve İnsan Sağlığı.....	15
1.1.7. Halk Sağlığı ile İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından EMA .....	25
1.1.8. EMA ve Biyoloji Laboratuvarlarının Özel Konumu .....	32
1.2. Biyolojide Arazi Çalışmaları, Başlıca Tehdit Ve Riskler.....	34
1.2.1. Arazi Çalışmalarında Başlıca Tehditler ve Kaynakları .....	34
1.2.2. Başlıca Riskler ve Alınabilecek Önlemler.....	36
2. MATERYAL VE METOT .....	39
2.1. Laboratuvar Ortamında EMA Ölçümleri .....	39
2.1.1. Laboratuvar Seçimi.....	39
2.1.2. EMA Ölçümü .....	41

**İÇİNDEKİLER (devam)**

	<u>Sayfa</u>
2.1.3. Ölçüm Aleti.....	43
2.1.4. Ölçüm Yöntemi.....	43
2.2. Arazi Çalışmalarına İlişkin Araştırma Yöntemi .....	44
3. BULGULAR.....	49
3.1. Laboratuvar Ortamında EMA Ölçümleri ve Değerlendirilmesi .....	49
3.1.1. Cihaza 1 cm Mesafede EMA Şiddeti.....	51
3.1.2. Cihaza 5 cm Mesafede EMA Şiddeti.....	53
3.1.3. Cihaza 50 cm Mesafede EMA Şiddeti.....	55
3.2. Arazi Çalışmalarına İlişkin Anket Verilerinin Değerlendirilmesi .....	58
3.2.1. Kişisel Veriler .....	58
3.2.2. Arazi Çalışmalarına Katılım ve Özel Eğitimlere İlişkin Veriler.....	59
3.2.3. Arazi Çalışması Öncesindeki Sürece İlişkin Veriler.....	61
3.2.4. Arazide Çalışılan Sürece İlişkin Veriler .....	62
3.2.5. Arazi Çalışmalarında Zorluklar, Riskler ve Denetim .....	63
4. TARTIŞMA .....	70
4.1. Biyoloji Laboratuvarlarında EMA ve Etkileri.....	70
4.2. Biyolojik Arazi Çalışmalarında Başlıca Tehdit Ve Riskler .....	80
5. SONUÇ .....	90
6. ÖNERİLER.....	91
6.1. Laboratuvar Ortamında Maruz Kalınan Elektromanyetik Alanlara Yönelik Öneriler .....	91

**İÇİNDEKİLER (devam)**

	<u>Sayfa</u>
6.2. Biyolojik Arazi Çalışmaları İçin İş Güvenliği Önerileri .....	93
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	95
ÖZGEÇMİŞ.....	104



## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. (a), (b) Ege Üniversitesi Biyoloji Bölümü araştırmacılarının gerçekleştirdiği laboratuvar çalışmalarından iki görüntü .....	3
1.2. Farklı koşullarda gerçekleştirilen biyolojik arazi çalışmalarından örnekler .....	4
1.3. EA ve MA gösteriminde sağ el kuralı.....	8
1.4. Bilgisayardan EA ve MA yayılımı.....	9
1.5. EMA bileşenleri olarak elektrik alanı ve manyetik alan.....	9
1.6. Bazı alet ve donanımların elektrik alanı ve manyetik alan değerleri.....	10
1.7. Elektromanyetik dalga spektrumu .....	11
1.8. Elektromanyetik etkileşim .....	15
2.1. Yan yana konumlandırılmış, EÜFF mikrobiyolojik analiz ve genetik araştırma laboratuvarlarındaki cihazların genel yerleşim planı.....	38
2.2. EÜFF mikrobiyolojik analiz laboratuvarındaki cihazların genel yerleşim planı .....	39
2.3. PCE-EMF 823 Elektromanyetik Alan Ölçer ve bazı teknik Özellikleri.....	42
2.4. Arazi çalışmaları için uygulanan anket formu .....	44
3.1. Cihazlara 1 cm mesafedeki EMA ölçümleri .....	50
3.2. Cihazlara 5 cm mesafede EMA ölçümleri .....	52
3.3. Cihazlara 50 cm mesafede EMA ölçümleri .....	54
3.4. Katılımcıların cinsiyet dağılımı .....	57



## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.5. Katılımcıların eğitim durumu .....	57
3.6. Katılımcıların eğitim düzeyi-yaş ilişkileri .....	58
3.7. Katılımcıların arazi çalışmalarındaki genel durumu.....	59
3.8. Katılımcıların özel eğitim durumları .....	60
3.9. Arazi çalışması öncesindeki sürece ilişkin bilgiler.....	60
3.10. Arazi çalışmalarında kullanılan kişisel koruyucu donanımlar .....	61
3.11. Arazi çalışmalarında karşılaşılan zorluklar .....	63
3.12. Arazi çalışmalarına katılım sıklığı.....	64
3.13. Arazi çalışmaları öncesinde eğitim alma sıklığı.....	64
3.14. Arazide karşılaşılabilecek zorluklar hakkında bilgilendirilme sıklığı .....	65
3.15. Çalışma öncesinde risk değerlendirilmesi yapılma sıklığı .....	65
3.16. Arazi çalışmasında kişisel koruyucu donanım kullanma sıklığı .....	66
3.17. Arazi çalışmalarında yerel yönetimlerce denetim yapılma sıklığı .....	66
3.18. Arazi çalışmalarında gerçekleşen kazaların birim yöneticilerine ve diğer araştırmacılara bildirim sıklığı .....	67
3.19. Katılımcıların, “Geçmişte arazide herhangi bir risk, zorluk ve/veya kaza yaşadınız mı/yaşandığına tanık oldunuz mu?” sorusuna verdikleri yanıtların yüzdesel değerleri.....	67

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil

Sayfa

3.20. Katılımcıların arazide karşılaştıkları/tanık oldukları risk,  
zorluk ve kazalar.....68



## ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. EA ve MA karşılaştırılması .....	8
1.2. Elektromanyetik alan ölçümlerinde kullanılan başlıca parametrelerin farklı ölçüm sistemlerindeki birimleri .....	11
1.3. EMA oluşturan bazı yapay kaynaklar .....	13
1.4. Halk sağlığı açısından sınır EA ve MA değerleri.....	17
1.5. Elektromanyetik alanların kısa ve uzun vadedeki etkileri.....	19
1.6. ICNIRP'ye göre sürekli maruziyet durumunda halk sağlığı için türetilmiş sınır değerler .....	27
1.7. ICNIRP'ye göre işyerlerinde sürekli maruziyet için türetilmiş sınır değerler .....	27
1.8. Bazı ülkeler tarafından 900 MHz için kabul edilen sınır değerler .....	28
1.9. 50 Hz frekanstaki alternatif akım için genel halk sağlığı ile iş sağlığı ve güvenliği açısından EA ve MA referans değerleri .....	29
1.10. Mevzuata göre Türkiye EMA sınır değerleri.....	30
1.11. Sürekli maruziyet durumunda halk için türetilmiş sınır değerler .....	31
1.12. ICNIRP tarafından halk sağlığına yönelik 50 Hz için oluşturulan limit değerler .....	31
1.13. Çok düşük frekanslı manyetik alanlar için belirlenmiş standartlar .....	32

## ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Ölçümlerin yapıldığı cihazlar ve kullanılış amaçları .....	40
3.1. Laboratuvar cihazlarında farklı mesafelerde ölçülen EMA yoğunluğu değerleri ortalamaları ve standart sapmaları .....	48
3.2. 1 cm mesafede en yüksek EMA yoğunluğu ölçülen ilk beş cihaz.....	51
3.3. 1 cm mesafede en düşük EMA yoğunluğu ölçülen ilk beş cihaz.....	51
3.4. 5 cm mesafede en yüksek EMA şiddeti ölçülen ilk beş cihaz .....	53
3.5. 5 cm mesafede en düşük EMA şiddeti ölçülen ilk beş cihaz .....	53
3.6. Çalışma mesafesindeki (50 cm) en yüksek EMA şiddeti ölçülen ilk beş cihaz.....	55
3.7. Diğer cihazların çalışma mesafesindeki (50 cm) EMA şiddeti değerleri .....	55
3.8. Arazide birden fazla KKD kullanımı .....	62
3.9. Arazide yaşanan birden fazla zorluğa dair bildirimler.....	63
4.1. Günlük yaşamda sık kullanılan bazı ev aletlerinde farklı mesafelerde ölçülen en düşük ve en yüksek EMA şiddetleri.....	72

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**

<u>Kısaltma</u>	<u>Açıklama</u>
ACGIH	İş ve Çevre Sağlığını Geliştiren Dernek Konferansı
ANSI	Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü
ASUEHS	Arizona Eyalet Üniversitesi, Çevre Sağlığı ve Güvenliği
BEM	Biyoelektromanyetik
BT	Bilgisayarlı Tomografi
CE	Avrupa Uygunluk
CENELEC	Elektroteknik Standardizasyon İçin Avrupa Komitesi
CISPR	Uluslararası Özel Radyoelektrik İnterferans Komisyonu
CPUC	Kalifornia Kamu Hizmetleri Komisyonu
ÇASGEM	Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim ve Araştırma Merkezi
DIN	Alman Standartlar Enstitüsü
DSÖ	Dünya Sağlık Örgütü (WHO)
EA	Elektrik Alan

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)**

<u>Kısaltma</u>	<u>Açıklama</u>
ELF	Aşırı Düşük Frekans
EM	Elektromanyetik
EMA	Elektromanyetik Alan
EMC	Elektromanyetik Uyumluluk
EPA	Çevre Koruma Ajansı
EÜFF	Ege Üniversitesi Fen Fakültesi
FCC	Federal İletişim Komisyonu
GSM	Mobil İletişim İçin Küresel Sistem
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi
IARC	Uluslararası Kanser Araştırma Kurumu
ICES	Uluslararası Elektromanyetik Güvenlik Komitesi
ICNIRP	Uluslararası İyonize Olmayan Radyasyon Komisyonu
IEEE	Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü
IEC	Uluslararası Elektroteknik Komisyonu
ILO	Uluslararası Çalışma Örgütü
IRPA	Uluslararası Radyasyon Koruma Kurumu

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ(devam)**

<u>Kısaltma</u>	<u>Açıklama</u>
İLU	İyi Laboratuvar Uygulamaları (GLP)
KKD	Kişisel Koruyucu Donanım
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
MR	Manyetik Rezonans
MRI	Manyetik Rezonans Görüntüleme
NIEHS	ABD Ulusal Çevre Sağlığı Bilimleri Enstitüsü
NIH	ABD Ulusal Sağlık Enstitüsü
PCR	Polimeraz Zincir Reaksiyonu
PET	Pozitron Emisyon Tomografi
RPC	Radyasyondan Korunma Merkezi
SAR	Özgül Soğurma Oranı
SPSS	Sosyal Bilimler İçin İstatistik Programı
SS	Standart Sapma
TEMKODER	Elektromanyetik Kirliliği Önleme, Ölçme, Araştırma ve Eğitim Derneği
TMMOB EMO	Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Elektrik Mühendisleri Odası

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)**

<u>Kısaltma</u>	<u>Açıklama</u>
UCAE	Üniversiteler ve Kolejer İşveren Birlikleri
UCFEHS	Florida Merkez Üniversitesi, Çevre Sağlığı ve Güvenliği
UTOEHS	Toronto Üniversitesi, Çevre Sağlığı ve Güvenliği Ofisi
VA	Volt Amper
W	Watt



## 1. GİRİŞ

Hızla gelişen görüntüleme, mikroanaliz ve bilişim teknolojilerinde kaydedilen ilerlemelerin de büyük desteğiyle, biyoloji bilim dalının “fiziğin üvey kardeşi” tanımından “çağın bilimi” tanımına ulaştığı açıktır. Günümüzde biyologlar örneğin klonlamadan pestisit kirliliğine, gen haritalamadan tür çeşitliliğinin korunmasına, ilaç araştırma-geliştirmeden mikroplastiklerin çevresel etkilerine kadar sürekli genişleyen bir yelpazede sürdürülen çok farklı araştırmalarda görev almaktadır.

Bu geniş kapsamlı görevler uzantısında farklı laboratuvarlarda ve arazide çalışmaları gereken biyologlar, son dönemlerde ülkemizde de büyük önem kazanan iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları açısından özel olarak değerlendirilmesi gereken bir meslek grubunu oluştururlar. Bilindiği gibi üniversiteler başta olmak üzere tüm araştırma ve eğitim kurumları ile hastaneler ve diğer sağlık kuruluşlarında (görüntüleme, biyokimyasal ve patolojik analiz merkezleri vb.) biyologların da çalıştığı laboratuvarlar, başta kimyasal madde ve radyasyon maruziyeti olmak üzere özel riskler taşır.

Klinik çalışma yapılanlar hariç olmak üzere sağlık ve çevreyle ilgili araştırma merkezlerinde, rutin ve/veya yeni çalışmalar, planlanma aşamasından raporlanma aşamasına kadar iyi laboratuvar uygulamaları (İLU=GLP) olarak tanımlanan bir kalite güvence sistemiyle düzenlenip denetlenmektedir. Bu sistemin temel amaçları insan ve çevre sağlığını korumak, veri kalitesi ve güvenliğini sağlamak, deney hayvanı kullanımını minimumda tutmak, test ve deney tekrarlarını önlenerek zaman ve maliyet tasarrufu sağlamaktır.

Ancak İLU uygulama alanı geniş ve geneldir, dolayısıyla çevremizdeki tüm elektrikli ve elektronik araç, gereç ve donanımlardan kaynaklanan elektromanyetik alan maruziyetine dair özel bir uygulama veya düzenlemeyi kapsamaz.

Konuya dair düzenleme yukarıda vurgulandığı üzere genel anlamda yapılmıştır. Çevre Bakanlığı tarafından çıkarılarak 25.06.2002 tarih ve 24796 Sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren *İyi Laboratuvar Uygulamaları Prensipleri ve Test Laboratuvarlarının Belgelendirilmesine Dair Yönetmelik* incelendiğinde; 4. ayırımdaki “*Cihazlar, Malzemeler ve Reaktifler*” başlığının ilk maddesinde; “*Çalışmalarla ilgili çevresel faktörlerin kontrolü, verilerin elde edilmesi, saklanması ve tekrar kullanılması için kullanılan cihazlar, bilgisayarlı sistemler dahil, uygun şekilde yerleştirilir, yeterli kapasite ve tasarıma da sahip olacak şekilde planlanır.*” ibaresi vardır. Ayırımın ikinci maddesinde “*Çalışmalarda kullanılan cihazlar standart çalışma prosedürlerine göre periyodik olarak denetlenir, temizlenir, bakımı ve kalibrasyonu yapılır. Bu faaliyetlerin kayıtları muhafaza edilir. Eğer mümkünse kalibrasyon, ulusal ve uluslar arası ölçüm standartlarıyla izlenebilirliği sağlayacak şekilde olur.*” ve üçüncü maddesi de “*Çalışmada kullanılan cihazların ve malzemelerin test sistemini olumsuz yönde etkilememesi sağlanır.*” şeklindedir.

Yönetmeliğin beşinci ayırımı ise “*Test Sistemleri*” başlığını taşımaktadır. Bu ayırında önce fiziksel/kimyasal sistemlerden söz edilerek “*Fiziksel ve kimyasal verilerin elde edilmesinde kullanılan cihazlar uygun şekilde yerleştirilir, yeterli kapasite ve uygun tasarıma sahip olması sağlanır.*” ifadesine yer verilmiştir. Hemen altında yer alan biyolojik test sistemlerine dair açıklamalarda ise biyolojik materyale dair ayrıntılar verilmekte, cihazlardan hiçbir şekilde söz edilmemektedir.

Oysa çağdaş bir biyoloji laboratuvarında gerçekleştirilecek çok değişik amaçlı çalışmalar sırasında, çok sayıda ve spesifik elektrikli ve elektronik aygıt kullanılır (Şekil 1.1). Çalışanlar da bütün bu aygıt ve donanımlardan yayılan elektromanyetik alanlara iş gereği maruz kalırlar. Çeşitli ağır sanayi kuruluşlarında ve ayrıca hastaneler ile tıbbi merkezlerde, özel donanım ve cihazlarla biyomedikal aygıtlar kullanarak çalışanların özel risk grubunda oldukları kabul edilir ve çalışma koşullarında da buna göre önlemler alınır (TEMKODER, 2014, EXPONENT, 2017). Ancak biyoloji laboratuvarlarında,

özel aletlerle çalışan biyologların EMA maruziyetine ilişkin veri birikimi yok denecek düzeydedir.



Şekil 1.1. (a), (b) Ege Üniversitesi Biyoloji Bölümü araştırmacılarının gerçekleştirdiği laboratuvar çalışmalarından iki görüntü.

Biyoloji laboratuvarlarında kullanılan spesifik alet ve donanımların elektromanyetik etkilerinden kaynaklanabilecek iş sağlığı ve güvenliği sorunlarının ortaya konabilmesi için, öncelikle karşılaştırmalı ölçümler yapılarak verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi ve böylece özel bir risk olup olmadığının belirlenmesi gerekmektedir. Yapılan kaynak taramasında biyoloji laboratuvarlarında elektromanyetik alan maruziyeti hakkında herhangi bir rapora rastlanmamıştır.

Sunulan tezin ilk kısmı bu veri eksikliğinden yola çıkılarak planlanıp sürdürülmüş, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümünde çok sık kullanılan üç ana laboratuvarda (mikrobiyoloji ile iki mikrobiyolojik analiz ve genetik araştırma laboratuvarı) bulunan çeşitli spesifik alet, araç ve gereçlerden kaynaklanan elektromanyetik akı yoğunluğu değerleri ölçülerek karşılaştırılmış ve iş sağlığı ve güvenliğine yönelik değerlendirmeler yapılmıştır.

Ancak bilindiği gibi biyologlar sadece laboratuvarlarda değil, her türlü mikroorganizma, bitki ve hayvanları birey, komünite, popülasyon ve ekosistem basamaklarında, doğal habitatlarında gözlemek, fotoğraflamak, doğa ve çevre koruma kurallarına uygun biçimde örneklemek, sınıflandırmak, saymak,

aralarındaki ilişkileri, yayılım alanlarını ve koruma önlemlerini belirlemek gibi amaçlarla karasal ve sucul sistemlerde, zorlayıcı topografik ve mevsimsel koşullarda çalışırlar (Şekil 1.2).



**Şekil 1.2.** Farklı koşullarda gerçekleştirilen biyolojik arazi çalışmalarından örnekler (üst sıradaki iki fotoğraf EÜFF Biyoloji Bölümü Öğr. Üyesi Prof. Dr. Bayram GÖÇMEN'in özel arşivinden, diğerleri sırasıyla farklı İnternet kaynaklarından alınmıştır:

<https://www.roundriver.org/student-programs/programs/patagonia-chile;>  
<https://www.unis.no/course/ab-329-arctic-> <https://www.unis.no/course/ab-329-arctic-winterecology/>; <https://www.lakeforest.edu/academics/students/ecology/>; <https://www.lakeforest.edu/academics/students/>  
<http://www.waterencyclopedia.com/Bi-Ca/Careers-in-Oceanography.html>  
<https://www.roundriver.org/student-programs/about-study-abroad-programs>)

Bir diğerk deyişle, farklı alanlarda uzmanlaşan biyologların laboratuvar dışındaki çalışma alanı en geniş anlamıyla doğadır. Çetin çevre ve iklim koşullarındaki çeşitli karasal ve sucul ortamlarda, örneğin can güvenliği riski bulunan bölgelerde, yahut yolu bulunmayan kırsal veya sarp dağlık alanlarda, kurak arazilerde hatta çöllerde, farklı toprak ve kayalık zeminlerde, farklı büyüklükteki ormanlarda, mağaralarda, ağaçlarda, ayrıca tatlı su kaynaklarında, dere, ırmak ve nehirlerde, longozlarda ve tüm sulak alanlarda, göllerde, açık denizlerde ve okyanuslarda, kıyı habitatlarında, tüm iklim koşullarında, yani çok soğukta ya da sıcakta, güneş veya yağış altında; bazıları zehirli mikroorganizma, bitki ve hayvan örnekleri toplamak, doğal yaşamı sürekli ya da periyodik biçimde gözleyerek kayıt altına almak biyologların temel görevleridir. Çevre mühendisliği gibi farklı disiplinler ve güvenlik kuruluşları gibi farklı yönetim kademeleri ile işbirliği gerektiren bu görev, doğal zenginliklerimizin belirlenmesi ve korunması için çok büyük bir sorumluluk demektir.

Konumu itibarıyla çok fazla sayıda bitki ve hayvan türüne ev sahipliği yapan Türkiye, biyolojik çeşitlilik bakımından son derece zengin bir ülkedir. Bu zenginliğin korunarak gelecek nesillere aktarılabilmesi için biyologlara düşen görev ve sorumluluklar çerçevesinde biyoçeşitlilik araştırmaları giderek artmakta, bulunabilecek yeni türlerin tıp, eczacılık vb. alanlarda yaratabileceği yeni fırsatlar da arazi çalışmalarına ilgiyi artırmaktadır.

Birçok Avrupa ülkesinde ve ABD’de, arazi çalışmaları farklı üniversiteler tarafından özel güvenlik ve iş sağlığı kurallarına bağlanmış durumdadır (UCEA, 2005; UTOEHS, 2011; UCFEHS, 2017). Ülkemizde ise iş sağlığı ve güvenliği açısından biyolojik arazi çalışmalarının başlıca riskleri konusunda bir ortak davranış yahut kurallar dizgesi olmadığı gibi, özellikle genç araştırmacıların arazide karşılaşabilecekleri spesifik tehditler hakkında yeterli bilgileri de yoktur. Ülkemiz biyologlarının bu konuya dair bilgileri kişisel deneyimlerle, duyduklarıyla ve genel iş sağlığı ve güvenliği eğitimleriyle sınırlıdır, özel herhangi bir eğitim ya da özel yaptırım söz konusu değildir. Ayrıca teorik dersler ve laboratuvar çalışmalarının ağırlıklı olduğu lisans öğretim programlarında, arazi çalışmaları

yapılma sıklığının giderek azaldığı da bir gerçektir. Dolayısıyla lisans döneminde konuya dair olarak farklı derslerde ve dağıtık biçimde verilen teorik bilgiler ancak uzmanlık eğitimi sırasındaki yoğun arazi çalışmalarında pratiğe dökülebilir. Ancak pratikte de biyologlarına çık arazide karşılaşılabilecekleri tehditlere karşı alınabilecek önlemleri belirleyen tek kişi genellikle arazi çalışmasından sorumlu araştırmacıdır. Bu durum uygulamaların son derece kişisel olmasına yol açar. Hatta bazen önemsememe, savsaklama ve aldırma sonucu başta düşme kaynaklı travmalar ve yaralanmalar olmak üzere çeşitli iş kazaları oluşabilir. Kısaca, arazi çalışmalarının tehlikeleri ne yazık ki acı deneyimlerle öğrenilir.

Sunulan tezin ikinci kısmı, bu alanda izlenen veri ve düzenleme eksikliklerini gidermeye katkıda bulunacağı umularak, biyolojik arazi çalışmalarında iş sağlığı ve güvenliği konusuna ayrılmıştır. Bu amaçla farklı birimlerde çalışan biyologlara konuyla ilgili özgün bir anket uygulanarak toplanan veriler karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Bu iki esas kısma dair genel bilgiler aşağıda ayrı alt başlıklarda verilmektedir.

### **1.1. Elektromanyetik Alanlar (EMA) Ve Etkileri**

Elektromanyetik alanlar çok genel bir tanımla elektrik alanı ve manyetik alanın bileşimidir.

Elektrik ve elektrik akımının var olduğu hemen her yerde aynı zamanda bir de EMA oluşur. Örneğin prize bağlı bir cihaz çalıştırıldığı zaman içinden geçen elektrik akımı, elektrik kaynağının gücü ile orantılı olarak bir EMA meydana getirir (DSÖ, 2008). Bu alan elektrikli cihazın yakınında en güçlü haldeyken cihazdan uzaklaştıkça etkisi ihmal edilebilir düzeylere düşer, ancak yok edilemez ve dışarıdan müdahaleler ile azaltılamaz.

### 1.1.1. Elektrik Alanı (EA)

Bilindiği üzere elektrik yükü, pozitif ya da negatif yüklü atom altı parçacıkların etkileşimlerinden doğar ve aynen kütle gibi, maddenin yapısal niteliklerinden biridir. Elektrik yüklerinin çevrelerindeki uzayda meydana getirdikleri değişimler diğer yükler üzerinde itme-çekme kuvvetleri oluşturur. Elektriksel yük etkilerinin gözlemlendiği enerji alanları elektriksel alanlar veya elektrik alanlardır.

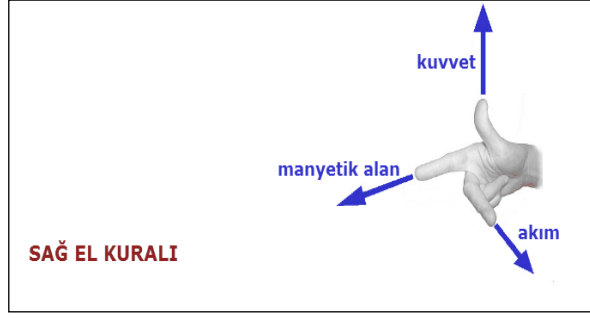
Elektrik yüküne sahip iki cismin birbirlerine uyguladığı itme ve çekme kuvveti uzaklığın karesi ile ters orantılı olduğundan, bu cisimlerin birbirlerine uyguladıkları kuvvetler azalarak sonsuza gider. Cisimler arasındaki uzaklık ölçülemeyecek kadar arttığında kuvvetler de ölçülemeyecek kadar küçük değerlerdedir. Bir iletkenin geçen elektrik akımının iletkenin çevresinde oluşturduğu, dalga biçiminde yayılan bu enerji alanı, içinde bulunan tüm elektrik yüklü cisimlere etki eder.

Kısaca elektrik alanı, kuvvetin yüke oranı olarak birimi Newton/Coulomb (N/C) ya da elektrik potansiyel bağlamında Volt/metre(V/m) olan vektörel bir büyüklüktür. Beslenme geriliminin yükselmesiyle artan alan şiddeti kaynağa olan uzaklık ile ters orantılıdır.

### 1.1.2. Manyetik Alan (MA)

Sadece mıknatıs kutupları arasında değil, hareket eden elektrik yüklerinin yani elektrik akımının oluştuğu her yerde oluşan, yine vektörel bir büyüklüktür. Şiddeti de aynen elektrik alanında olduğu gibi mesafe ile azalır.

Elektrik alanı ve manyetik alanın birbirlerine göre konumlanması *sağ el kuralı* ile şematize edilir (Şekil 1.3). Elektrik alanı ve manyetik alanın genel özellikleri Çizelge 1.1’de karşılaştırılmıştır.



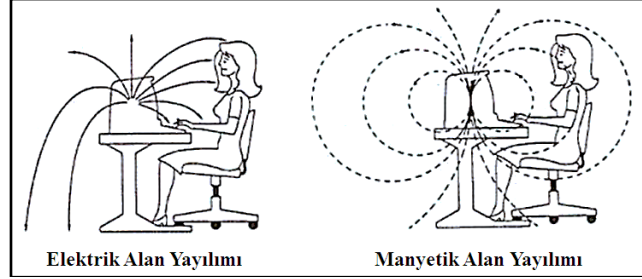
Şekil 1.3. EA ve MA gösteriminde sağ el kuralı (<https://www.elektrikce.com/elektrikte-sol-el-ve-sag-el-kurallari/> Erişim tarihi: 11.10.2018).

Çizelge 1.1.EA ve MA karşılaştırılması (Sarıkahya, 2014'den yararlanılarak).

	EA	MA
<b>KAYNAĞI, ÖLÇÜ BİRİMİ</b>	Gerilim, V/m	Akım, A/m, Tesla, Gauss
<b>ŞİDDETİ</b>	Voltaj ile doğru orantılı, kaynaktan uzaklaştıkça azalır.	Akım ile doğru orantılı, kaynaktan uzaklaştıkça azalır.
<b>ÇİHAZLARDA OLUŞUMU</b>	Cihazların açma kapama düğmeleri kapalı konumda iken bile oluşur.	Ortamda elektrik akımı bulunması, yani cihazın açık olması gerekir.
<b>GEÇİŞİMİ</b>	Duvarlardan geçemez; insan derisinden geçerken şiddeti çok düşer.	Özel olarak üretilmiş bazı maddeler dışında hemen hiçbir engel tanımaz.
<b>YALITIM MALZEMELERİ</b>	Yapı malzemelerinin büyük çoğunluğu.	Son derece sınırlı, özel malzemeler.
<b>İNSAN BEDENİNE GENEL ETKİSİ</b>	Vücut yüzeyinde zayıf akımlar oluşturur.	Vücuda girer ve iç organlarda zayıf akımlar oluşturur.



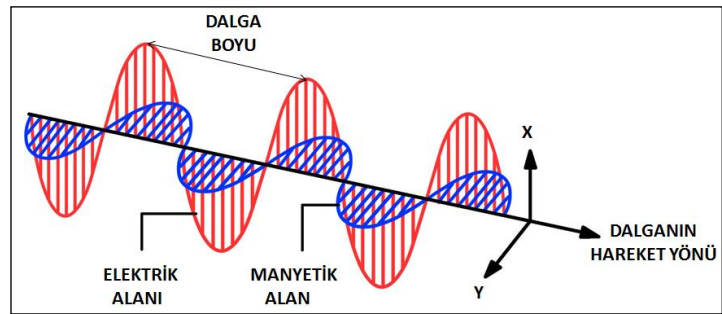
Birkaç özel madde dışında her nesneden geçebilen (Cowan and Gidlestone, 1990)manyetik alanları görmek veya hissetmek mümkün değildir. Şekil 1.4’de bir bilgisayarın EA ve MA dağılımları izlenmektedir.



Şekil 1.4. Bilgisayardan EA ve MA yayılımı (Sarıkahya, 2014’den).

### 1.1.3. EA ve MA: EMA Oluşumu

Hareket yönü ekseninde birbirlerine dik salınımlar olan (Polat, 2017) elektrik dalgası ve manyetik dalgalar elektrik hızında yer değiştirirler. Elektrik alanı değişince manyetik alan değişir, değişen manyetik alan da elektrik alanını değiştirir. Bu zincirleme süreç, uzayda birbirine dik konumda yayılan iki dalganın çakışması demektir (Şekil 1.4). Kaynaktan yeterince uzaklaşıldığında elektromanyetik salınım artık bir düzlem olarak kabul edilir. EMA nitelikleri frekansları ve dalga boylarıyla belirlenir. Pozitif ve negatif yüklü atom altı parçacıkların EMA ile etkileşimleri, büyüklükleri ile bağlantılıdır (Çal, 2016).



Şekil 1.5.EMA bileşenleri olarak elektrik alanı ve manyetik alan (<https://physics.stackexchange.com/questions/168670/the-relationship-between-light-and-magnetic-fields> ve Polat, 2017’den yararlanılarak, Erişim Tarihi: 16.04.2018).

Şekil 1.6’da izlendiği üzere, çağdaş yaşam konforu sağlayan enerji nakil hatları ile bütün elektrikli cihazlar EA ve MA, dolayısıyla EMA oluşturarak hayatı etkiler.

Elektrik Alan Değerleri (V/m)	Manyetik Alan Değerleri ( $\mu\text{T}$ )
Tıraş Makinası	Buzdolabı 0,30 (3 mG)
Bilgisayar monitörü	Ekmek Kızartma Makinası 0,80 (8 mG)
Ekmek Kızartma Makinası 40	Müzik Seti 1,00 (10 mG)
Televizyon (tüplü) 60	90.000 volt hat (30 m mesafede) 1,00 (10 mG)
Müzik Seti 90	400.000 volt hat (100 m mesafede) 1,20 (12 mG)
Buzdolabı 90	Bilgisayar monitörü 1,40 (14 mG)
90.000 volt hat (30 m mesafede) 100	Televizyon (tüplü) 2,00 (20 mG)
400.000 volt hat (100 m mesafede) 200	Elektrikli battaniye 3,60 (36 mG)
Elektrikli battaniye 250	Tıraş Makinası 500 (5 mG)

Şekil 1.6. Bazı alet ve donanımların elektrik alanı ve manyetik alan değerleri([http://www.emo.org.tr/ekler/99bb08f940d7461\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/99bb08f940d7461_ek.pdf); Erişim Tarihi: 12.05.2018).

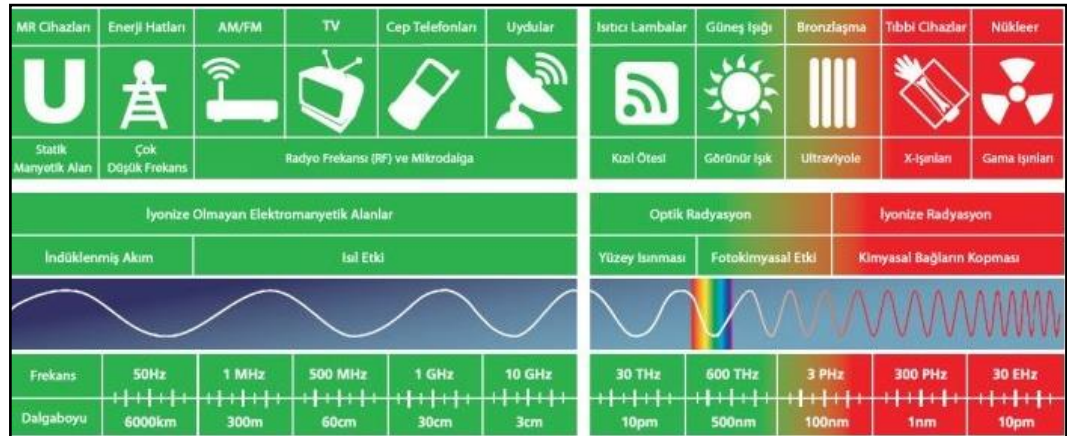
Elektromanyetik ölçümler için kullanılan farklı teknik parametrelerin farklı sistemlerdeki birimleri Çizelge 1.2’de izlenmektedir. Bir yüzeyden geçen manyetik alana dik bir birim alandan geçen akı çizgileri sayısı *akı yoğunluğu* olarak adlandırılır.

Farklı güç ve şiddetteki manyetik alanların etkilerine ilişkin araştırmalarda genellikle manyetik akı yoğunluğu ölçülür; birimi SI (International System of Units) sisteminde Tesla (T), CGS sisteminde de Gauss’dur (G). Bu iki birim  $1\text{T}=10.000\text{G}$ ;  $1\text{mT}=10\text{G}=10.000.000\text{mG}$ ;  $1\mu\text{T}=10\text{mG}$ ;  $1\text{Gauss}=0,0001\text{T}$  eşitlikleriyle birbirlerine dönüştürülür.

**Çizelge 1.2.** Elektromanyetik alan ölçümlerinde kullanılan başlıca parametrelerin farklı ölçüm sistemlerindeki birimleri. (<https://www.allaboutcircuits.com/textbook/direct-current/chpt-14/magnetic-units-of-measurement/>; Erişim Tarihi: 10.01.2019)

PARAMETRE	SEMBOL	ÖLÇÜ BİRİMİ VE KISALTMALAR	
		CGS	SI
Manyetomotiv kuvvet (Alan kuvveti)	mmf	Gilbert (Gb)	Amper-sarım
Manyetik Akı	$\Phi$	Maxwell (Mx)	Weber (Wb)
Manyetik Alan Şiddeti	H	Oersted (Oe)	Amper /metre
Manyetik Akı Yoğunluğu	B	Gauss (G)	Tesla (T)
Manyetik Direnç	$\mathcal{R}$	Gilbert/Maxwell	Amper /Weber
Manyetik Geçirgenlik	$\mu$	Gauss/Oersted	Tesla-metre/Amper

Elektromanyetik dalgalar frekansları ve dalga boylarına göre iyonlaştırıcı (iyonize edici) olmayanlar ve olanlar olarak iki esas gruba ayrılmaktadır (Şekil 1.7).



**Şekil 1.7.** Elektromanyetik dalga spektrumu (<http://www.trkd.org.tr/yararli-bilgiler/radyasyon-nedir/642-iyonlastirici-olmayan-radyasyon.html>; Erişim Tarihi: 10.02.2018)

### 1.1.3.1. İyonlaştırıcı Olmayan Elektromanyetik Dalgalar

Bir atom ya da molekülden elektron koparmak için yeterli enerjiye sahip kuantumları olmayan dalgalardır. Morötesi ışınların belli bir spektrumundan başlayan skala sırasıyla görünür ışığı, kızılötesi ışınları, uydular, cep telefonları ve TV dalgaları ile radyo (AM/FM) dalgalarını ve ELF (Extremely Low Frequency=Çok Düşük Frekans) dalgalarıyla statik dalgalardan oluşur (Şekil 1.7). Bu dalgalar son dönemlerde giderek genişleyen multidisipliner ilgi alanlarının merkezindedir.

### 1.1.3.2. İyonlaştırıcı Elektromanyetik Dalgalar

İyonlaşabilecek atom ya da moleküllerden elektron koparılması için yeterli enerjiye sahip kuantumları olan elektromanyetik dalgalardır. Morötesi ışınların diğer belli bir spektrumundan başlayan skalada X ışınları ve gama ışınları yer alır (Şekil 1.7). Oluşturdukları iyonizasyon atomik yapıyı bozduğundan, fazla maruz kalınması durumunda DNA'da kopma ve kırılmalar, geri dönüşsüz hasarlar oluşabilir.

Elektromanyetik dalgaların kaynakları doğal ya da yapay olabilir.

### 1.1.4. EMA Kaynakları

#### 1.1.4.1. Doğal Kaynaklar

Başta güneş olmak kaydıyla yıldızlar, gezegenler ve diğer gök cisimleri ile yıldırımlardır. Polat'ın (2017) Çerezci vd.'ne (2012) dayanarak aktardığına göre, dünya üzerinde normalde  $\sim 40 \mu\text{T}$  olan doğal EMA, yıldırım düşme anında 40.000 V/m'ye kadar çıkabilir. Güneşten yerküreye çarpan elektromanyetik radyasyon da bir saniyede ve her metrekarede 1400 joule enerjiyi açığa çıkarır.

#### 1.1.4.2. Yapay Kaynaklar

İnsanlar sadece doğal kaynaklardan değil, daha fazla ve daha riskli olmak üzere yapay kaynaklardan (Çizelge 1.3) yayılan elektromanyetik alanlara da

maruz kalırlar. Çünkü tüm uygarlığımız, sürekli üretip çok farklı amaçlarla kullandığımız elektrik enerjisine dayalıdır. Başta elektrik üretim santralleri olmak üzere elektrik akımı taşıyan yeraltı ve yerüstü elektrik yüksek ve orta gerilim hatları ve trafolar güçlü kaynaklardır. Bunlara radyo, televizyon, telefon, telsiz, radar ve uydu sistemlerine ait istasyonlar, vericiler, antenler, aktarıcılar; baz istasyonları ve terminalleri eklenir. Ayrıca telsizlerin, kordsuz telefonlar ile GSM telefonların ve tüm kablosuz sistemlerin, navigasyon sistemleri ve bluetooth sisteminin de sayılması gerekir. Evlerde ve işyerlerinde kullanılan aydınlatma araçları ile çok çeşitli elektrikli ev aletleri (TV ve bilgisayarlar, mikrodalga fırınlar; klimalar, elektrikli süpürge, çamaşır makinesi, saç kurutma makinesi, tıraş makinesi, blender, su ısıtıcısı vb.) çok yaygın yapay kaynaklardır. Elektrikle çalışan tüm ulaşım araçları; ayrıca tıbbi tanı ve tedavi amacıyla kullanılan alet, donanım ve sistemler (BT, PET, MR gibi) ile spesifik laboratuvar donanımları da yapay elektromanyetik kaynaklar arasındadır.

**Çizelge 1.3.** EMA oluşturan bazı yapay kaynaklar ([https://www.fmo.org.tr/wp-content/uploads/2011/07/Turkiye\\_EMF\\_Raporu.pdf](https://www.fmo.org.tr/wp-content/uploads/2011/07/Turkiye_EMF_Raporu.pdf) Güler vd, 2010'dan yararlanılarak).

FREKANS BÖLGESİ	FREKANS	KAYNAKLAR
Statik	0 Hz	MR, diagnostik cihazlar, endüstriyel elektroliz, ısıtma cihazları
Çok Düşük Frekans	0-300 Hz	Yüksek gerilim hatları, yerel dağıtım hatları, tren, tramvay ve araçlardaki elektrik motorları, ısıtma cihazları
Ara Frekans	300 Hz-100 kHz	MR, mağazalardaki alarmlar, el tutulmadan kullanılan erişim kontrol cihazları, metal dedektörler ve kart okuyucuları, ısıtma cihazları
Haberleşme Frekansı	100 kHz-300 GHz	MR, mikrodalgalar ve fırınlar, TV, radyo, cep telefonları, radarlar ve vericiler

Bütün bu farklı kaynakların birbirleri ve ortamdaki canlılar üzerindeki etkileri elektromanyetik etkileşimin konusudur.

### **1.1.5. Elektromanyetik Etkileşim**

Günlük hayatta farklı elektrikli aletlerin birbirlerini etkilediği sık sık görülür, örneğin floresan lambalar yandığında bilgisayarda titreşimler oluşabilir, elektrik süpürgesi tüplü televizyon alıcılarında karlanmaya neden olabilir. Daha kötüsü, örneğin hastanelerde solunum cihazları veya BT, PET ve MR gibi aygıtlar; yahut uçaklarda yön ve hız belirleyen donanımlar ile cep telefonu, tablet vb. arasındaki etkileşim çok ciddi sorunlara da yol açabilir. İnsan sağlığı ve sistem devamlılığı açısından yaşamsal önem taşıyan cihazların yakınlarında cep telefonu, tablet bilgisayar vb. cihazların kullanılmaması gerektiği genellikle bilinen bir husustur. Elektromanyetik etkileşim alet-alet etkileşimi ve alet-insan etkileşimi olarak iki alt başlıkta incelenir.

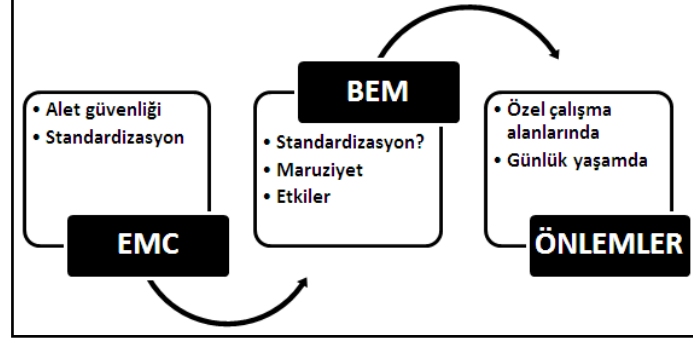
#### **1.1.5.1. Alet-Alet Etkileşimi: Elektromanyetik Uyumluluk (EMC)**

Elektronik araç ve sistemlerin birbirinden en az etkilenecek biçimde çalışabilmesi için gerekli düzenlemeleri kapsar. Kesin ve açık olan limitlerinin elektrikli ve elektronik aletlerde test edilerek ölçülmesi kolaydır. EMC standartları dünya genelinde IEC ve CISPR olmak üzere iki kuruluş tarafından; Avrupa genelinde ise CENELEC tarafından belirlenmektedir. AB dahilinde CE logosu bu standartların sağlandığının işaretidir.

#### **1.1.5.2. Alet-İnsan Etkileşimi: Biyoelektromanyetik (BEM)**

Her cisim gibi kendilerine özel elektrik ve manyetik alanları olan insanlar, çevrelerindeki diğer tüm cisimlerin elektrik ve manyetik alanlarıyla etkileşim içerisindedir. Bütün fizyolojik süreçler bu özel alanlar ile çevredeki diğer alanların etkisi altında gerçekleşir. Çevresel alanlar insanların özel alanlarını, fizyolojik dengeleri etkileyip bozabileceğinden (Sevgi, 2000), özel işlerde çalışanlar korunmak için özel ekipmana ihtiyaç duyarlar (Sarıkahya, 2014).

EMA etkilerine karşı günlük yaşamda ve iş yerlerinde alınabilecek önlemler EMC ve BEM verileri çerçevesinde belirlenir (Şekil 1.8).



Şekil 1.8. Elektromanyetik etkileşim

BEM için kullanılacak tek ölçüt olan SAR, dokularda absorbe edilen ve ısıya dönüşen güç dikkate alınarak bulunur. Standardizasyonu yapılamayan bu ölçüt, alet-insan etkileşiminin bütün sonuçlarını belirlemek için yeterli de değildir. SAR değerini Watt/kg olarak hesaplamak için dokunun içindeki elektrik alan şiddetinin ölçülmesi gerekir. İnsanlarda böyle bir ölçüm yapılamayacağından, insanın elektromanyetik özelliklerine yakın değerlerdeki çözeltiler veya jellerden yapılmış modeller ve bilgisayar simülasyonlarıyla öngörülerde bulunulur.

İnsan vücudunun ortalama iletkenliği  $\sigma=1$  S/m, yoğunluğu  $\rho=0.001$  kg/m<sup>3</sup> alınırsa; 1.6 W/kg SAR değerinin 40 V/m şiddetinde elektrik alan değerine eşit olduğu bulunur. Bu değerden yola çıkılarak elektromanyetik alanların canlılardaki tüm potansiyel etkileri standart olarak ortaya konulamaz, örneğin etkilerin histopatolojik, sitolojik, moleküler, genetik ve psikolojik boyutları SAR değeriyle belirlenemez. Ama teknik ve aletsel bir değer olarak kullanılacak başka bir parametre de yoktur.

### 1.1.6. EMA ve İnsan Sağlığı

EMA-insan ve çevre sağlığı ilişkileri üzerinde kişisel ve toplumsal farkındalığın, endişenin ve ayrıca bilimsel ilginin sürekli arttığı bir gerçektir. Bu ilişkilerin tarihçesine bakıldığında, dünya çapında yankı bulan ilk kitlesel

hareketin ABD’de, Minnesota-Kuzey Dakota arasında kurulması planlanan 400 kV’luk yüksek gerilim sistemine karşı, 1977’de gerçekleştiği görülmektedir. Bu direniş sonucunda hem araştırmacıların hem de yönetim birimlerinin konuya ilgisi artmıştır (Aktaş, 2016).

Elektromanyetik alanların potansiyel tehditleri üzerindeki araştırmalar 2000’li yıllarda inanılmaz biçimde yaygınlaşan mobil telefon-cep telefonu ve tabletler ile bunlara veri sağlayan sistemler üzerinde yoğunlaşmıştır. Özellikle medyada en çok ilgi çeken kaynak baz istasyonlarıdır. Bu istasyonlar cep telefonu haberleşmesi için elektromanyetik sinyalleri alan/veren sistemlerdir. Teknolojinin gelişmesiyle yaygınlaşan cep telefonu kullanımı çok sayıda yeni baz istasyonu kurulumunu ve EMA etki alanlarının sürekli genişlemesini tetiklemiştir.

Ama sadece cep telefonları ve baz istasyonları değil, günlük yaşam konforu içerisinde evlerde ve işyerlerinde sürekli kullandığımız tüm elektrikli cihazlar, sürekli olarak EMA maruziyeti yaratır. Bilgisayarlar, tüm televizyon ve radyolar az da olsa radyasyon yayar (Düzgün, 2009). Genellikle kent merkezlerinden uzağa ve yüksek tepelere kurulan televizyon ve radyo verici antenleri ise güçlü kaynaklardır, yerleşim alanları zamanla bunlara kadar genişleyebilir (Silsüpür, 2014).Farkında olmadan altından geçtiğimiz kent aydınlatmaları, yüksek gerilim hatları, ana dağıtım hatları ve yerleşim yerlerindeki baz istasyonları aracılığı ile sürekli olarak EMA etkisi altında kalırız. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı verilerine göre; alçak, orta ve yüksek gerilim ortamları sırasıyla 0-1000 V; 1000-36000 V ve >36000 V değerlere sahiptir, oluşturdukları elektromanyetik alan da artan gerilimlerine göre genişler ve güçlenir.

Cep telefonları-baz istasyonları ekseninde sansasyonel olarak gündemde olan EMA etkileri hakkındaki bulgu ve değerlendirmeler halen geniş ölçüde tartışmalıdır (Röösli et al., 2010, Merhi, 2012, Bioinitiative Report, 2012; TEMKODER, 2014; Kheifets et al., 2016; EXPONENT, 2017).

Günlük yaşam konforumuzu sağlayan aletler ve donanımlarla bunların üretimi için kullanılan elektrikli-elektronik aygıtların genelde bilinenin aksine



EMA açısından tehlikeli olmadığına yönelik yayınlar mevcuttur. Örneğin mikrodalga fırınların besinlerin yapısında değişikliğe neden olduğu ve insan sağlığına zarar vereceği görüşü oldukça yaygındır. Ancak standartlara uygun çalışan pek çok cihaz gibi mikrodalga fırınların da kimyasal değişiklikler oluşturmadıkları, sadece konfor sağladıkları kaydedilmiştir (Zamanian and Hardiman, 2005, Rifai and Hakami, 2014; Chou, 2016).

Konfor anlamında sürekli çeşitlenen elektromanyetik alanlara doğum öncesinden başlayarak tüm yaşam boyu maruziyet söz konusudur, sağlık üzerindeki etkilerin spekülasyonlardan uzak biçimde ortaya konması da ancak zamanla mümkün olacaktır.

EMA maruziyetinin insan sağlığı üzerindeki etkilerine ilişkin düzenlemeler için farklı kuruluşlar tarafından standartlar getirilmiştir. Etkileri sınırlayabilmek amacıyla esas olarak alınan değerler ICNIRP ve IRPA tarafından belirlenmiştir. Ayrıca ABD’de FCC ve IEEE ile ayrıca ANSI, tarafından belirlenen değerler de kabul görür. Aşağıda ICNIRP tarafından baz istasyonları ve yüksek gerilim hatları için getirilen sınır değerler örnek olarak verilmiştir (Çizelge 1.4).

**Çizelge 1.4.** Halk sağlığı açısından sınır EA ve MA değerleri (Türkkan ve Pala, 2009’dan yararlanılarak).

EMA KAYNAĞI	EA ŞİDDETİ (V/m)	MA ŞİDDETİ (A/m)
Yüksek Gerilim Hatları ve Trafolar	5000	80
Baz İstasyonları (900MHz)	41,25	0,111
Baz İstasyonları (1800Mhz)	58,34	0,157

EMA etkileri ölçülebilen değerleri ifade eden ısıl etkiler ve ölçülemeyen, kişiden kişiye değişebilen ısıl olmayan etkiler olarak iki alt grupta değerlendirilir.

### 1.1.6.1. Isıl Etkiler

EMA etki mekanizmasının temeli yukarıda kaydedildiği üzere maruziyetin vücutta iyonlar ve elektrik yükleri üzerinde etkili kuvvetler oluşturmasıdır (Sevgi, 2000; Çerezci vd., 2012). Canlı organizmanın molekül ve iyonları üzerinde etkili olan kuvvetlerin artması, protoplazma ile hücrelerarası alanın iyonik dengesinin değişmesi ve vücut ısısının artması demektir. Artan vücut ısısı da hücresel işlevleri bozabilir, böylece ısıl etkiler olarak gruplandırılan etkiler oluşur. Ölçülebilen SAR değerleriyle ifade edilen ısıl etkiler, fazla ısı metabolik olarak düşürülüp denge yeniden kurulana kadar sürer.

İnsanda vücut sıcaklığını 1°C arttıracak elektromanyetik enerji absorpsiyonu zararlı olduğundan, kilogram başına dokuların absorbe edebileceği en yüksek güç olarak belirlenen 4 W/kg değeri temel limit olarak kabul edilir.

Temel limit, mesleği gereği bu tür radyasyonun etkisinde kalanlar için işyerlerinde 10 kat daha düşürülür, yani kontrollü etkilenmede sınır SAR değeri 0.4W/kg'dır. Elektromanyetik alanlardan kontrolsüz biçimde etkilenmenin gerçekleştiği genel yaşam alanları için daha da temkinli davranılır ve 50 kat koruma faktörü uygulanan temel limit 0.08 W/kg olur.

Temel limitten yola çıkılarak belirlenen türetilmiş limitler ise EMA frekansına göre değişir.

### 1.1.6.2. Isıl Olmayan Etkiler

Organizmanın elektrokimyasal dengesinin bozulmasıyla, yani dolaylı olarak ortaya çıkarlar. Bilindiği üzere hücresel etkileşimde özellikle mesajcı moleküller üzerinden oluşabilecek değişimler tüm sistemleri etkileyebilir ve savunma mekanizmalarını da bozabilir.

Belirtileri kişiden kişiye değişebilen, ne kadar süreceği bilinmeyen bu etkiler ölçülemezler, genelde subjektif bulgular olarak kaydedilirler ve konuyla ilgili epidemiyolojik araştırmaların temel çıkış noktalarını oluştururlar. Çizelge

1.5'te kısa ve uzun vadede gözlenebilen fizyolojik ve psikolojik etkiler hakkındaki genel bakış açısı izlenmektedir.

**Çizelge 1.5.**Elektromanyetik alanların kısa ve uzun vadedeki etkileri (TMMOB EMO İzmir Şubesi, 2016'dan yararlanarak).

KISA VADELİ ETKİLER	UZUN VADELİ ETKİLER
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Stres</li> <li>•Görüş alanında daralma</li> <li>•Kulak ve çevresinde ısınma</li> <li>•Kalp pilinin bozulma riski</li> <li>•Kulak çınlaması</li> <li>•Yorgunluk</li> <li>•Baş ağrısı</li> <li>•Sersemleme hissi</li> <li>•Konsantrasyon bozukluğu</li> <li>•İşitmede geçici aksaklılar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Genetik yapıda bozulma</li> <li>•Beyin hücrelerinde ölüm/beyin tümörü</li> <li>•Lenfoma</li> <li>•Kan-beyin bariyerinde zedelenme</li> <li>•Kalp rahatsızlıkları</li> <li>•Hafıza ile ilgili problemler</li> <li>•Embriyo gelişiminin zarar görmesi</li> <li>•Kadınlarda düşük riskinin artması</li> <li>•Kan hücrelerinin bozulması</li> <li>•Kalıcı işitme bozuklukları</li> </ul>

Bir kez daha kaydetmek gerekir ki, tabloda belirtilen etkilerin EMA ile ilişkileri henüz kesin olarak kanıtlanmış değildir. Ancak sürekli EMA etkisi altında kalan kişilerde tabloda belirtilen olumsuzlukların daha sık görüldüğü de bir gerçektir. Örneğin yüksek gerilim ortamlarında dolaşan kişilerin sıklıkla fiziksel ağrılardan şikâyet ettikleri uzun yıllardan beri bilinir (National Academy of Sciences, 1993).

Elektromanyetik alanların insan ve toplum sağlığı üzerindeki etkileri farklı yöntemlerle yapılan araştırmalarla incelenmektedir. Bu araştırmalar epidemiyolojik çalışmalar, özellikle gönüllüler üzerinde yapılan çalışmalar, hayvan örnekleri üzerinde yapılanlar ve *in vitro* deneylerle mühendislik alanında yapılan çalışmalar olarak gruplandırılır. Chou (2016), konuya dair araştırmaların 60 yıldır sürdüğünü bildirmektedir. DSÖ tarafından 2002 yılından beri sürdürülen uluslararası proje kapsamında da (WHO, 2018), bu alanda yapılan çalışmaların

birçok kimyasal maddenin etkilerine ilişkin araştırmalardan daha fazla olduğu kaydedilmiştir. Günüümüzde teknolojik araçların kullanım yaygınlığı düşünöldüğünde bütün araştırmaların ortak zorluğu, EMA etkisi altında kalmayan kontrol gruplarının olmayışıdır. Bir diğer zorluk da *in vitro* yöntemlerle yapılan deney sonuçlarının gerçek yaşama her zaman örtüşmemesidir.

“EMA maruziyetine aşırı duyarlılık” olarak tanımlanan tartışmalı (Chou, 2016; EXPONENT, 2017) olgu dışında; insan ve toplum sağlığı üzerindeki etkilere genel yaklaşım, birçok kez söz edildiği üzere, elektromanyetik dengede hüresel düzeydeki bozulmaların tüm organ ve sistemleri etkileyebileceği yönündedir. Bu etkiler stresten uyku bozukluklarına, işitme sorunları ve gözde katarakt oluşumundan kansere kadar çok geniş bir çerçevede tartışma konusudur. Aşağıda bu çok tartışmalı konuda hazırlanan bazı raporlar olabildiğince gruplandırılarak örneklendirilmiştir.

EMA etkileri hakkında Bioinitiative Raporu (2012) ve ekleri iyi bir kaynak oluşturmaktadır. Raporda 2007-2012 yılları arasında yapılmış 1000’den fazla yayın, farklı ölkelerin farklı kurumlarında görev yapan 50 araştırmacı tarafından değerlendirilmiştir. 2017 yılında bazı güncellemelerin de yapıldığı belgede; EMA maruziyetinin gen ve protein ekspresyonu, DNA hasarları, sinyal yolakları, stres proteinleri, üreme sistemi, fetüsler ve yeni doğanlar, bağışıklık işlevleri, sinir sistemi ve kan-beyin bariyeri, melatonin salgılanması; ayrıca davranış, otizm ve Alzheimer hastalığı ve kanserler üzerindeki etkileri tartışılmıştır. EMA-olası kanser ilişkisi de beyin ve işitme sistemi tümörleri, meme kanseri ve çocuklarda lösemi gibi alt başlıklarda geniş olarak sunulmuştur.

Konuyla bağlantılı olarak TEMKODER (2014) tarafından hazırlanan raporda ise EMA maruziyetinin insan sağlığı üzerindeki etkileri epidemiyolojik çalışmalardan hücelere ve sinir ağlarına doğru genişleyen bir yelpazede, farklı bakış açılarıyla kaydedilmiştir.

EMA-iş sağlığı ilişkisi, tartişma bölümünde ayrıntıları verilecek olan Kheifets et al (2016) tarafından hazırlanan raporda geniş biçimde değerlendirilmiştir.

Bir diğer geniş kapsamlı kaynak ise 2012-2016 yılları arasında yayımlanan araştırmaların değerlendirildiği EXPONENT (2017) raporudur. Bu değerlendirmede epidemiyolojik araştırmalar ile deneysel araştırmaların meta analizi yapılmıştır, maruziyetin çocuklarda lösemi ve beyin kanseri; erişkinlerde ise meme kanseri ve diğer kanserler ile üreme-gelişim ve nörodejeneratif hastalıklar üzerindeki etkileri kaydedilmiştir. Raporda fauna ve flora üzerinde EMA etkilerine ilişkin alt başlıklar da yer almaktadır.

İnsan ve toplum sağlığı ile iş sağlığı ve güvenliği bağlamında yukarıda ana hatlarda verilen konular üzerinde çok sayıda araştırma yapılmış ve yapılmaktadır, kaynaklar özellikle düşük EMA şiddeti-uzun süre maruziyet konusunda henüz tam bir uzlaşma sağlanamadığını ortaya koymaktadır. Gerçekten de sistemik etkilere dair çok sayıda çelişik veri bulunmaktadır. Örneğin dolaşım sistemi bozuklukları uzantısında nefes alma hızı ve frekansının değişmesiyle solunum sisteminin olumsuz etkilenebileceği bildirilirken (Carpenter, 2010), akciğerler ve mukoza en dayanıklı yapılar olarak da kaydedilebilir (Bakar, 2012).

Yetişkinlerde EMA maruziyetinin gözlerde katarakt oluşturabileceği, özellikle yüzde, derinin üst katmanlarında değişimlere yol açabileceği bildirilmiştir (Aktaş, 2016).

Kardiyovasküler sistem elemanlarının ve kan hücrelerinin EMA'dan en kolay etkilenen yapılar arasında olması, diğer tüm organların yapı ve işlevlerinde bozulma demektir. Dolaşım sisteminde maruziyet süresi ve sıklığına bağlı olarak kan akış hızında artış, damarların genişlemesi ve kan basıncında değişim izlenebilir. Kan-beyin bariyeri üzerinde oluşabilecek etkiler ayrıca çeşitli bozukluklara yol açabilir (Yakıncı, 2016).

Bağımsızlık sistemi hem lökositler üzerinden, hem de elektromanyetik değişimlere çok duyarlı olan dalak ve lenf bezleri üzerinden olumsuz etkilenebilir, bu durumda maruziyet kişiyi olası hastalıklara karşı çok daha savunmasız hale getirir (Bakar, 2012).

İmpuls iletimini düşük gerilimler oluşturarak gerçekleştiren çok karmaşık yapıdaki sinir sistemi ile endokrin sistem üzerinde EMA etkisine dair bilgiler de henüz tam anlamıyla kanıtlanmış değildir. Çok düşük yoğunluklu alanlar bile embriyonik dönemden başlayarak hücreler arasındaki iletişimi değiştirebilir. Bebek ve çocuklarda EMA maruziyeti sonucunda kemik gelişiminde bozulmalar, hiperaktivite, öğrenme bozuklukları ve otizm oluşabileceği bildirilmektedir (Tamam, 2016). Yetişkinlerde maruziyet sonucu baş ağrıları oluşabilir, çabuk yorulma ve kronik yorgunluk, halsizlik, konsantrasyon güçlüğü gözlenebilir; isteksizlik, sinirlilik, alınganlık gibi davranış değişimleri izlenebilir. Bunlar içe kapanmaya ve depresyona zemin hazırlayabilir. İş ortamında sürekli elektromanyetik alana maruz kalanların depresyon düzeylerinde anlamlı bir artış olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (Wijngaarden et al., 2000). Epifiz bezinden salgılanan ve ışığın günlük ve mevsimsel değişimlerinin algılanması, uyku, yeme-içme alışkanlıkları, üreme, vücut ısısı düzenlenmesi gibi süreçlerin denetiminde görevli olan melatonin hormonu düzeyi EMA etkisiyle azalabilir ve sirkadiyen ritim bozulabilir (İnce 2007). Bu konu, Lewczuk et al. (2014) tarafından yapılan kapsamlı derlemede epidemiyolojik araştırmalardan, gönüllüler üzerinde yapılan denemelerden ve hayvan deneyleri ile *in vitro* deneylerden elde edilen sonuçlardan yola çıkılarak ayrıntılarıyla incelenmiştir.

Maruziyet sonucu vücut sıcaklığında oluşan artış ürogenital sistemi ciddi biçimde etkileyerek testis ve ovaryumu besleyen damarlarda değişimler oluşturabilir. Artan teknoloji kullanımı ile erkek kısırlığı arasında bağlantı olduğuna dair kayıtlar vardır (MEB, 2011). Sıcaklık artışına çok duyarlı olan erkek üreme sisteminde testosteron üreten Leydig hücrelerinin etkilenmesiyle spermatogenezis süreci aksayıp sperm üretimi düşebilir (Yalçın ve Saygın, 2016), hatta sperm yapısı bozulabilir. Kadın üreme sisteminde ise EMA maruziyeti

östrojen ve progesteron hormonlarının düzeylerini etkileyerek estrus döngüsünü bozabilir, folikül büyümesini yavaşlatabilir, kısırılığa ve/veya erken menopoza yol açabilir (Bakır, 2012). Burada tekrar edilmesi gereken husus, yukarıda sayılan üreme problemlerini doğrudan EMA'ya bağlamanın mümkün olmadığıdır. Ancak fertilizasyon süreci ile embriyonik ve fetal dönemin her türlü maruziyet için en hassas dönemler olduğu, bu dönemlerde özellikle tıbbi görüntüleme cihazlarından kaçınma zorunluluğu unutulmamalıdır (Aktaş, 2016).

Sistemik etkilerin ötesinde çok spekülâtif bir konu olarak EMA-kanser ilişkisi yer alır. ELF alanlarına ve radyofrekans dalgalarına maruziyet, IARC tarafından kanser riski açısından 2B sınıfında (muhtemelen kanserojenik) kaydedilmekteyse de, Chou (2016) tarafından yapılan kapsamlı derlemede bu kaydın riskle değil tahribatla bağlantılı olarak dikkate alınması gerektiği bildirilmiştir. Bu derlemede birçok farklı rapora dayanılarak özellikle cep telefonları-kanser ilişkisinin kanıtlanamadığı not edilmektedir.

Tekrar kaydetmek gerekir ki, EMA maruziyetinin kanser riskini arttırdığı kesin değildir. Son yıllarda özellikle baz istasyonları çerçevesinde medyada sürekli gündemde olan bu konuya özel araştırma geçmişinin 1977 Minnesota-Kuzey Dakota yüksek gerilim hattı projesine dayandığı düşünülürse (Aktaş, 2016) epidemiyolojik veri birikiminin henüz tamamlanmadığı sonucuna kolayca varılır.

Görece eski tarihli kaynaklarda (Cowan and Gidlestone, 1990; Savitz and Loomis, 1995) daha korkutucu bir yaklaşım izlenirken, sonraki dönemlerde örneklenen bazı araştırma ve kapsamlı derlemelerde (Ahlbom et al., 2000; Greenland et al., 2000; Zhu, 2003, Ahlbom et al., 2004; Kliukiene et al., 2004; Başoğlu ve Önal, 2009; Ledford, 2012; Bioinitiative Raporu, 2012; Chou, 2016; Makropoulou, 2016; Kheifets et al., 2016; EXPONENT, 2017; Vila et al., 2018) verilen bilgiler biraz rahatlatıcıdır. Ancak düşük yoğunluk/şiddette maruziyet-kanser ilişkisi halen açık değildir.

Risk gruplarına giren hamileler ve çocuklar üzerinde EMA etkileri geniş ölçüde ilgi çeken bir konudur. EMA maruziyetinin gebeliğin ilk üç haftasında

genellikle düşükle sonuçlandığı, devam eden gebeliklerde ise cinsiyet sorunları ve genetik anomalilerin ortaya çıktığı bildirilmiştir (Lilien et al., 2008). Günde ortalama 16 mG değerinin üzerindeki elektromanyetik alana maruz kalan kadınlarda düşük riskinin arttığı (Li et al., 2002); ayrıca haftada 20 saatten fazla bilgisayar başında çalışan hamilelerin normalden iki kat daha fazla düşük riski taşıdıkları da rapor edilmiştir (Radiation Protection, 2012).Çocuklarda lösemi görülme sıklığı ile düşük yoğunlukta/şiddette EMA maruziyeti arasında bağlantı olmadığı, fakat ortalama maruziyetin 3-4 mG'dan daha fazla olması durumunda zayıf ancak anlamlı bir istatistiksel bağlantıdan söz edilebileceği kaydedilmiştir (Ahlbom et al., 2000; Greenland et al., 2000).Sonraki bir araştırmada ise (Feizi and Arabi, 2007) yüksek gerilim hatlarına 500 metreden daha yakın yaşayan çocuklarda akut lösemi riskinin 8,8 kat arttığı bildirilmiştir.

Zhu (2003) elektrikli battaniye kullanma alışkanlığı olan kadınlarda meme kanseri görülme riskinin arttığını kaydetmiştir. Elektrik hatlarının yakınında yaşayan ya da çalışan Norveçli kadınların meme kanserine yakalanma oranları ortalamadan çok daha yüksektir (Kliukiene et al., 2004, Başoğlu ve Önal, 2009). Kanada'da yapılan bir epidemiyolojik araştırmanın sonuçlarına göre, iş gereği uzun süre 3-6 mG EMA maruziyetinde erkeklerde meme kanseri görülme sıklığı da belirgin biçimde artmaktadır (Grundy et al.,2016).

Kanser oranında 1990 sonrasında bir önceki on yıla göre gözlenen %100 artışı cep telefonu kullanımının yaygınlaşmasına bağlayan araştırmacılar varsa da (Ledford, 2012);diğer bazıları (Makropoulou, 2016) farklı kanserlerin çok değişik nedenlerle oluşabileceğini, tek bir nedene bağlanılamayacağını belirtirler, ama EMA maruziyetinin savunma mekanizmasını zayıflattığını kabul ederek, radyoterapinin zaten elektromanyetik alanların hücreler üzerindeki etkisinden yararlanılarak geliştirilmiş bir tedavi yöntemi olduğunu da yinelerler. Son epidemiyolojik araştırmalarda ise iş gereği EMA maruziyeti ile beyin tümörleri oluşma riski arasında net bir bağlantı bulunamadığı, ancak bu konudaki araştırmaların devam etmesi gerektiği bildirilmiştir (Vila et al., 2018).



Yukarıda örneklenen raporlarda izlendiği üzere ısı olmayan EMA etkileri hakkında henüz bilimsel ve yönetsel bir uzlaşma olmaması, EMA etki düzeyinin maruziyet süresi ve sıklığı ile değişeceği gerçeğini ve bazı meslek gruplarının taşıdığı özel riski ve temkinli yaklaşım gerçeğini değiştirmez. Genel anlamda radyasyon maruziyetinde olduğu gibi bu konuda da yarar/zarar optimizasyonu ve temkinli yaklaşım gereği, zaten *ALARA (As Low As Reasonably Achievable~Olabildiği Kadar Düşük, Mümkün Olduğunca En Az)* ilkesi genel anlamda kabul görmektedir.

EMA maruziyeti, halk sağlığı ile iş sağlığı ve güvenliği açısından ayrıca değerlendirilmelidir.

### **1.1.7. Halk Sağlığı ile İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından EMA**

Uluslararası deneysel çalışmalar ve bilimsel raporlar EMA-halk sağlığı ekseninde geniş tartışmalar yaratsa da, bu alanların aşağıda kaydedilecek olan sınır değerlerin dışında olması halinde çok yönlü problemler oluşturabileceği yönünde fikir birliği vardır.

Çalışma ortamında en yüksek risk oluşturan cihazların pek çoğu tıbbi görüntüleme ve tedavi amaçlı kullanılan cihazlardır. Örneğin herhangi bir elektrikli ev aletine göre neredeyse 1000 kat daha fazla radyasyon yayan bir MRI cihazı hem hasta, hem de sağlık çalışanları için ciddi sakıncalar doğurabilir. Tıbbi aygıtlar dışında radyo vericileri, baz istasyonları ve yüksek gerilim hatları önemli kaynaklardır.

Ancak maruziyet için mutlaka özel çalışma koşulları gerekmez. Çevredeki bir baz istasyonu, binanın yalıtımsız olması, alçak tavan nedeniyle ampullere yakınlık, iş merkezlerinin tavanlarına yerleştirilmiş baz antenlerinin yerlerinin zamanla kaybolması gibi durumlar da maruziyete yol açabilir. Riskli ortamlarda çalışan bireyler için ulusal ve uluslararası çalışma standartları oluşturulmuştur (Zamanian and Hardiman, 2005). Yukarıda çekincelerle birlikte özetlenen etkiler

düşünüldüğünde, genel anlamda iş sağlığı ve güvenliği kuralları ile EMA standartlarına uyulmasının önemi ortadadır (Çerezci vd., 2012).

#### **1.1.7.1. Uluslararası EMA Standartları**

EA ve MA şiddeti ile manyetik akı yoğunluğu ve güç yoğunluğu için genel halk sağlığı ile iş güvenliği ve sağlığı açısından farklı kuruluşlar tarafından getirilmiş uluslararası standartlar bulunmaktadır.

Farklı frekanslar için yaygın kabul gören değerler, çeşitli üniversiteler ve araştırma kurumlarında farklı bilim dallarına mensup araştırmacıların işbirliği ile çalıştığı, uluslararası bağımsız bir kuruluş olan ICNIRP tarafından getirilmiştir (Çizelge 1.6 ve 1.7). Bu değerlendirmeler için CENELEC standartları da kullanılmakta, bazı ülkeler ise kendi standartlarını belirlemeyi tercih etmektedir (Güler vd., 2010).

EMA konusunda bir diğer uluslararası düzenleme de AB Direktifleridir. 89/391/EEC sayılı direktif, çalışanlar ve gündelik yaşamda EMA'ya maruz kalanların korunması için asgari güvenlik önlemlerini konu etmiştir. Bu esas direktifin 16(1) Maddesi çerçevesindeki 18. 2004/40/EC sayılı bireysel direktif, elektromanyetik alanlardan kaynaklanan risklere karşı çalışanların korunmasına dair önlemleri içermektedir. Ancak burada EMA'nın olası uzun süreli etkileri konu edilmemiştir (ÇASGEM, 2014).

Avrupa Parlamentosunun A3-0238/94 sayılı kararıyla ALARA ilkesi kabul edilmiştir. 2013/35/EU sayılı direktifte de EMA maruziyetinin doğrudan ve dolaylı olarak oluşturduğu biyofiziksel etkiler ve dolaylı etkileri açıklanmaktadır (EU Directives, 2013).

**Çizelge 1.6.** ICNIRP'ye göre sürekli maruziyet durumunda halk sağlığı için türetilmiş sınır değerler (f: Frekans; Polat, 2017'den).

FREKANS		EA ŞİDDETİ (V/m)	MA ŞİDDETİ (A/m)	M. AKI YOĞUNLUĞU ( $\mu$ T)	GÜÇ YOĞUNLUĞU (W/m <sup>2</sup> )
Hz	>1	-	$3,2 \times 10^4$	$4 \times 10^4$	-
	1-8	10000	$3,2 \times 10^4 / f^2$	$4 \times 10^4 / f^2$	-
	8-25	10000	$4000 / f$	$5000 / f$	-
kHz	0,025-0,8	$250 / f$	$4 / f$	$5 / f$	-
	0,8-3	$250 / f$	5	6.25	-
	3-150	87	5	6.25	-
MHz	0,15-1	87	$0,73 / f$	$0,92 / f$	-
	10-400	28	0.073	0.092	-
	400-2000	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	$f/200$
GHz	2-300	61	0.16	0.20	10

**Çizelge 1.7.** ICNIRP'ye göre işyerlerinde sürekli maruziyet için türetilmiş sınır değerler (f: Frekans; Polat, 2017'den).

FREKANS (MHz)	EA ŞİDDETİ (V/m)	MA ŞİDDETİ (A/m)	M. AKI YOĞUNLUĞU ( $\mu$ T)	GÜÇ YOĞUNLUĞU (W/m <sup>2</sup> )
0,00082-0,065	610	24,4	30,7	-
0,065	610	$1,6 / f$	$2,0 / f$	-
1-10	$610 / f$	$1,6 / f$	$2,0 / f$	-
10-400	61	0,16	0,2	10
400-2000	$3 f^{1/2}$	$0,008 f^{1/2}$	$0,008-0,01 f^{1/2}$	$f/40$
2000-300000	137	0,36	0,45	50

Bilindiği üzere EMA etkilerine dair tartışmaların esas eksenini baz istasyonları ve halk arasında olası etkileri çok daha az bilinen cep telefonları oluşturur. GSM haberleşmesinde 900 MHz ve 1800 MHz frekansları kullanılır.

900 MHz daha uzun, 1800 MHz ise daha kısa menzilli frekans bantlarıdır. Türkiye de dahil birçok ülke 900 MHz için daha katı bir tutum izleyerek ICNIRP sınır değerlerinin daha altındaki değerleri kabul etmektedir (Çizelge 1.8). ABD ile diğer birkaç ülke haricinde alternatif akım frekansı olan 50 Hz için ICNIRP tarafından getirilen EA ve MA sınırlamaları ise Çizelge 1.9'da verilmiştir.

**Çizelge 1.8.** Bazı ülkeler tarafından 900 MHz için kabul edilen sınır değerler (Polat 2017'den yararlanılarak).

	<b>EA ŞİDDETİ (V/m)</b>	<b>MA ŞİDDETİ (A/m)</b>	<b>GÜÇ YOĞUNLUĞU (W/m<sup>2</sup>)</b>
<b>ICNIRP</b>	41,25	0,11	4,5
<b>İNGİLTERE</b>	46,4	0,12	5,7
<b>ABD</b>	41,25	0,11	4,5
<b>YUNANİSTAN</b>	32,9	0,087	2,87
<b>TÜRKİYE</b>	30,9	0,082	2,53
<b>ÇİN</b>	12	0,031	0,38
<b>BELÇİKA</b>	10,2	0,027	0,275
<b>İTALYA</b>	6,1	0,16	0,1
<b>POLONYA</b>	6,1	0,16	0,1
<b>BULGARİSTAN</b>	6,1	0,16	0,1
<b>RUSYA</b>	6,1	0,16	0,1
<b>MACARİSTAN</b>	6,1	0,16	0,1
<b>İSVİÇRE</b>	4,0	0,0105	0,042

**Çizelge 1.9.** 50 Hz frekanstaki alternatif akım için genel halk sağlığı ile iş sağlığı ve güvenliği açısından EA ve MA referans değerleri(ICNIRP, 2010'dan yararlanılarak). 1 mT=10G=10000mG;200 µT= 2G=2000mG.

PARAMETRE		EA ŞİDDETİ (mV/m)	MA YOĞUNLUĞU (T)
<b>HALK SAĞLIĞI İÇİN SINIR DEĞERLER</b>	Baş Bölgesi İçin Temel Sınır	20	-
	Tüm Vücut İçin Temel Sınır	400	-
	Sınır Değer	5	200 µT
<b>ÇALIŞANLAR İÇİN SINIR DEĞERLER</b>	Baş Bölgesi İçin Temel Sınır	100	-
	Tüm Vücut İçin Temel Sınır	800	
	Sınır Değer	10	1mT

#### 1.1.7.2. Türkiye’de EMA Standartları

Ülkemizde ilk EMA standartları Türk Standartları Enstitüsü tarafından 1996 yılında TS ENV 501666-2 sayıyla çıkarılan ve “*İnsanların Elektromanyetik Alanlara Maruz Kalması-Yüksek Frekanslar (10 Khz-300 Ghz)*” başlığını taşıyan belgede ve Çevre Bakanlığının 11 Mayıs 2000 tarihli genelgesinde yer almıştır.

Bunları, Telekomünikasyon Kurumu tarafından 12.07.2001 tarihli Resmi Gazetede yayınlanan “*10Khz-60Ghz Frekans Bandında Çalışan Sabit Telekomünikasyon Cihazlarından Kaynaklanan Elektromanyetik Alan Şiddeti Limit Değerlerinin Belirlenmesi, Ölçüm yöntemleri ve Denetlenmesi Hakkında Yönetmelik*” izlemiştir. Çevre ve Orman Bakanlığı ayrıca 2010 yılında “*İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyonun Olumsuz Etkilerinden Çevre ve Halkın Sağlığının Korunmasına Yönelik Tedbirlere İlişkin Yönetmelik*” çıkarmıştır.

2011 yılında ise Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu tarafından da “*Elektronik Haberleşme Cihazlarından Kaynaklanan Elektromanyetik Alan*

*şiddetinin Uluslararası Standartlara Göre Maruziyet Limit Değerlerinin Belirlenmesi, Kontrolü ve Denetimi Hakkında Yönetmelik*” düzenlenmiştir. Bu yönetmeliği diğer düzenlemelerden ayıran en önemli özellik, bu belgede tek bir cihaz için belirlenen sınır değerle ortamın toplam sınır değerinin birbirinden ayrılmasıdır. Bu ayrıma göre tek cihaz için verilen limit değer ortamın toplam limit değerinin %25’idir.

Bu yönetmelik 2015 yılında ICNIRP limit değerleriyle orantı kurularak güncellenmiştir. Buna göre yeni limit değerler tek bir cihaz için ICNIRP limit değerlerinin 2/9’u, ortam için de 3/4’üdür (Aktaş, 2016).

Yürürlükteki mevzuata göre hazırlanan EMA limit değerleri ile sürekli maruziyet durumunda halk sağlığı için türetilmiş limit değerler Çizelge 1.10 ve 1.11’de verilmiştir.

**Çizelge 1.10.** Mevzuata göre Türkiye EMA sınır değerleri (f: Frekans aralığı;Polat, 2017’den yararlanılarak).

Frekans (MHz)	LİMİT DEĞERLER			
	EA ŞİDDETİ (V/m)		MA ŞİDDETİ (A/m)	
	Tek Cihaz	Ortam	Tek Cihaz	Ortam
0,010-0,15	19,3	65,25	1,1	3,75
0,15-1	19,3	65,5	0,16/f	0,54/f
1-10	$19,3/f^{1/2}$	$65,25/f^{1/2}$	0,16/f	0,54/f
10-400	6,2	21	0,016	0,054
400-2000	$0,305f^{1/2}$	$1,03 f^{1/2}$	$0,00082 f^{1/2}$	$0,0027 f^{1/2}$
2000-60000	13,5	45,75	0,035	0,12

**Çizelge 1.11.** Sürekli maruziyet durumunda halk için türetilmiş sınır değerler (Polat, 2017’den yararlanılarak).

Frekans (MHz)	LİMİT DEĞERLER					
	EA ŞİDDETİ (V/m)		MA ŞİDDETİ (A/m)		GÜÇ YOĞUNLUĞU (W/m <sup>2</sup> )	
	Tek Cihaz	Ortam	Tek Cihaz	Ortam	Tek Cihaz	Ortam
900	9,16	30,09	0,024	0,082	0,22	2,56
1800	12,96	43,75	0,034	0,116	0,44	5,07

Özen vd. (2014) tarafından da belirtildiği gibi, 0,4  $\mu\text{T}$  (4mG) üzerindeki manyetik alan değerinin 6 yaş altındaki çocuklarda lösemi riskini artırdığından (Ahlbom et al., 2000) hareketle; İtalya ve Hollanda gibi bazı ülkelerde yerleşim yerlerinde yeni kurulacak hatlar için limitler 0,2-0,4  $\mu\text{T}$  (2-4 mG) düzeyine indirilmiştir. Ülkemizde ise sınır değer 100  $\mu\text{T}$  (1000 mG) olarak belirlenmiştir.

Günlük yaşamda kullanılan tüm elektrikli cihazlar 50-60 Hz frekansta çalışmaktadır. DSÖ ve ILO tarafından resmi olarak tanınan ve bağımsız bir kuruluş olan ICNIRP tarafından halk sağlığına yönelik olarak belirlenen 50 Hz frekanstaki limit değer Çizelge 1.12’de verildiği gibidir.

**Çizelge 1.12.** ICNIRP tarafından 50 Hz için halk sağlığı limit değerleri (Çerezci vd., 2015’den yararlanılarak).

EMA KAYNAĞI	EA ŞİDDETİ (V/m)	MANYETİK AKI YOĞUNLUĞU ( $\mu\text{T}$ )
Yüksek gerilim hatları, trafolar ve güç kaynakları	5000	200

ICNIRP tarafından, bir tam gün maruz kalındığı kabul edilerek belirlenen limit değerlere yönelik yasal düzenlemelerle limit değer ülkemizde de 2000 mG (=200  $\mu\text{T}$ ) iken, örneğin İsviçre’de 10 mG (=1  $\mu\text{T}$ ) olarak kaydedilmiştir. Bu örnekten de anlaşıldığı ve. Çizelge 1.13’te izlendiği gibi; farklı kurum, kuruluş ve

ülkelerin öneri ve standartları arasında büyük farklar vardır. Bu farkların ICNIRP vb. kuruluşlar tarafından getirilen sınırlarda ısıtma etkinin esas alınmasından kaynaklandığı düşünülür. Ancak ısıtma olmayan etkilerin çok tartışmalı kapsamı, limitlerin belirlenmesinde esas parametre olarak alınan ısıtma etkilerinin yetersizliğini ortaya koymaktadır (Çerezci vd., 2015).

**Çizelge 1.13.** Çok düşük frekanslı manyetik alanlar için belirlenmiş standartlar (Çerezci vd., 2015'den yararlanarak).

ÜLKE VE KURULUŞLAR	EMA (mG)
ACGIH	2000
DIN Genel Halk Sağlığı Standardı Mesleki Maruziyet Standardı	5000 4000
ICNIRP	2000
İsviçre	10
WHO	3-4 (muhtemelen kanserojen)
ABD Kongresi/EPA	2
Bioinitiative Raporu	1

Uluslararası ve ulusal düzenlemelere konu olan EMA maruziyeti ile üzerinde henüz uzlaşmamış da olsa etkilerinin, farklı çalışma ortamlarında iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirilerek veri birikiminin artırılması; risk öngörülerini ve risk yönetiminin daha iyi planlanmasını sağlayacaktır.

#### 1.1.8. EMA ve Biyoloji Laboratuvarlarının Özel Konumu

ABD'de NIEHS ile NIH tarafından ortak hazırlanan raporda (EMF, 2002), en yüksek MA maruziyetinin çalışma saatleri içerisinde gerçekleştiği kaydedilmiştir. En yüksek düzeyler sırasıyla elektrikli testere kullanan orman



işçilerinde, sac imalinde çalışanlarda ve trafo işçilerinde ölçülmüştür. Araştırmanın yapıldığı yıl dikkate alındığında, daha gelişmiş ve daha çok sayıda araç-gerecin kullanıldığı günümüzde maruziyet miktarının da daha yüksek olacağı sonucuna kolayca varılır. Bu raporda ayrıca hastanelerdeki maruziyetin hastalara, ziyaretçilere ve diğer personele göre sağlık çalışanlarında daha yüksek olduğu da kaydedilmiştir.

Hastane ortamında EMA maruziyetine dair yayın sayısı son yıllarda artış göstermiştir (Özen vd., 2014; Çal, 2016; Waard-Schalkx et al., 2015; Stam and Yamaguchi-Sekino, 2017; Ghazikhanlou-Sani et al., 2018). Özellikle tıbbi elektronik alet kullananlar ve hastane çalışanları risk grubunda olduğuna göre, hastanelerde çalışan biyologlar için gerekli düzenlemelerin yapıldığı ve önlemlerin alındığı varsayılır. Ama biyologlar sadece hastanelerde çalışmazlar. Çok özel ve görece pahalı aletler başta olmak üzere diğer çok sayıda aletin ortak kullanıma açıldığı, genellikle büyük üniversitelerde bulunan merkez laboratuvarları, yahut standart bir çalışma alanına göre çok daha fazla sayıda elektrikli ve elektronik alet bulunan çeşitli biyoloji, sitoloji, patoloji vb. araştırma laboratuvarları da biyologların çalışma alanlarıdır.

Bu özelleşmiş laboratuvarlarda bulunan bazı aygıtlar örneğin fizik ve kimya laboratuvarlarında kullanılan aygıtlardan farklıdır. Ayrıca laboratuvarda yapılan araştırmalar özelleştikçe kullanılan cihaz sayısı da özelleşerek artar. Üstelik yer darlığı nedeniyle bazı merkezlerde araştırmacılar laboratuvarı ofis olarak da kullanırlar. Bazı araştırmaların sürekli takip edilmesi gerekliliği, laboratuvarda kalma süresini bazen geceleri bile kapsayacak şekilde, çok uzatabilir.

Bütün bu nedenlerle biyologlar için EMA maruziyet riskinin standart ofislerde çalışanlara göre daha yüksek olması ve araştırma alanı ile araştırma temposuna göre artması, maruziyet süresinin de uzaması beklenir. Ancak tez çalışmasının başlangıcında da belirtildiği üzere ülkemizde bu konuda yapılmış bir değerlendirme yoktur. Erişilebilen kaynaklar içerisinde de özel olarak biyoloji laboratuvarlarını konu eden bir araştırmaya rastlanmaması, bu özel alanda veri

eksikliği olduğunu göstermektedir. Sunulan tezin ilk kısmında, araştırmacı biyologların iş sağlığı ve güvenliği kapsamındaki durumlarını EMA maruziyeti çerçevesinde bir ölçüde de olsa netleştirebilmek amaçlanmıştır.

Tezin ikinci kısmı ise aşağıdaki giriş kısmında izleneceği üzere, biyologların laboratuvarlar dışındaki esas çalışma alanları olarak arazide karşılaştıkları sorunların iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirilmesine ayrılmıştır.

## **1.2. Biyolojide Arazi Çalışmaları, Başlıca Tehdit Ve Riskler**

Doğa gözlemleri ve araştırmalarında üstlendiği görev ve sorumlulukların bilincinde olan bir biyolog için bütün arazi çalışmaları, planlanmasından sonuçlanmasına kadar özel yaklaşım gerektirir. Bu yaklaşım ana hatlarda çalışma öncesi, çalışma dönemi ve sonrasında oluşur. Çalışma öncesinde arazinin özel fiziki koşulları ve güvenlik anlamında bütün tehditler ve olası riskler belirlenmeli, çalışma alanının biyocoğrafyası mutlaka araştırılmalı, yerel yönetim ve güvenlik birimlerine bildirimde bulunulması gerekiyorsa özel izinler alınmalıdır.

Çalışma sırasında öngörülebilir riskler iş sağlığı ve güvenliği ilkeleri uyarınca önlenmeli, tüm önlemlere rağmen risk gerçekleşirse yapılabilecekler belirlenmelidir. Çalışma sonrasında ise tehdit ve risklerin uyarı amacıyla rapor edilmesi idealdir. Bütün arazi çalışmalarının bu genel çizgilere uygun biçimde planlanıp sürdürülerek tamamlanması istenmeyen pek çok olayı engelleyebilir.

Klasik olarak, araştırmanın yürütüleceği ortamda araştırmacıya ya da araştırma ekibine zarar verebilecek tüm tehlikeler tehdit; bu tehditler sonucu kişilerin zarar görme olasılığı da risk olarak tanımlanır. Bu tanımlar uzantısında arazide karşılaşılabilecek tehditler ve riskler aşağıda özetlenmektedir.

### **1.2.1. Arazi Çalışmalarında Başlıca Tehditler ve Kaynakları**

Tehditler öncelikle arazinin bulunduğu bölgeye, yapısına, çalışmanın yapılacağı mevsim ve zamana, ayrıca elbette çalışma amacına ve süresine bağlı olarak değişir. Çeşitli nedenlerle can güvenliği sorunu olan, özellikle yerleşim

bölgelerinden uzak arazilerde çalışmak yerel yönetim makamlarının ve güvenlik kuvvetlerinin iznine bağlıdır.

Arazi çalışması yapılmadan önce, hayvanla temas edecek araştırmacının Hayvan Deneyleri Etik Kurulu'ndan izin alması gerekmektedir. Ayrıca, araziye çıkılmadan önce Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma Şube Müdürlüğü'nden, çalışılacak bölge için araştırmacı izinleri alınmalıdır. Bahsedilen izinleri bulunmayan araştırmacıların çalışmaları cezai işlem uygulama suretiyle engellenmektedir. Bu durumlarla karşılaşmamak için yerel araştırmacı izni mutlaka alınmalıdır.

Araziye ulaşım için önce en güvenli yollar ve uygun araçlar seçilmelidir. Arazi koşullarına uygun olmayan taşıtlar öncelikle can güvenliğini tehdit eder, ayrıca çalışmanın amacına ulaşmayı da çok zorlaştırabilir. Ulaşım araçları genellikle kara taşıtları ile bot, tekne vb. su taşıtlarıdır. Bunların kullanılması deneyim ve soğukkanlılık ister. Uzun süreli çalışmalarda bu araçların her tür malzemeyi tehlikesizce taşıyabilecek boyut ve biçimde olması gerekir. Çünkü çalışma konusu uzantısında çok farklı aletler, malzemeler ve kişisel donanım kullanılacaktır. Bu alet ve malzemeler bazen sadece basit keçeler, kesici-kazıcı aletler, farklı türdeki canlıları tutabilmek için geliştirilmiş özel kıskaçlar, geçici incelemeler için içlerine canlıların konabileceği plastik vb. kaplar; fotoğraf makineleri, çizmeler, eldivenler, kamp malzemeleri, taşınabilir ocak; bazen değiştirilebilir botlar, kasık çizmeleri, farklı ağlar, dalgıç giysileri ve hava tüpleri, termometreler, taşınabilir pH metre ve oksijenmetre, örnekleme için kullanılacak çeşitli kimyasal çözeltiler ve bunların konulduğu kaplar, zehir şişeleri, dizüstü bilgisayarlar, hatta işaret fişekleri, drone, fotokapan, vb. olabilir.

Arazi yapısı başlı başına bir tehdit unsurudur, örneğin ıssız yüksek dağlardan, sarp kayalık araziden yahut debisi yüksek bir akarsudan, ya da göl ve denizlerden örnekleme yapmak özel donanım gerektirir ve bazen çok güçtür. Buna karşın ovalarda, yerleşim yerlerinde ve bu yerlere yakın bölgelerde çalışmak daha

kolaydır. Ancak her türlü arazi ve bitki örtüsü, aşırı duyarlı kişilerde alerjik reaksiyon tehdidi oluşturabilir.

Çalışma mevsimi ve günlük çalışma zamanı her gözlem ve/veya örnekleme için kendine özeldir. Bazen çetin kış şartlarında, bazen de çok sıcak yerlerde yapılacak araştırmalarda başta şapka, uygun giysi ve ayakkabılar ile eldiven ve gözlük olmak üzere kişisel koruyucu donanım kullanılması gereklidir. Arazide gecelenmesi ya da birkaç gün kalınması durumunda koşullara uygun ve özel kamp malzemelerinin, su ve besin maddelerin yetersizliği ya da yokluğu acil durumlarda yaşamsal riskler oluşturur. Özel bazı gözlemler ve örneklemler için gece çalışılması gerektiğinde, geceleri aktif olan bütün hayvanlar araştırma konusu olsun ya da olmasın özel tehdit kaynaklarıdır.

Çalışma amaçlarının bazen zehirli mikroorganizma, bitki ve hayvanlara yöneldiği düşünülürse, bunların toplanması ya da örneklenmesi için mutlaka özel donanım gerektiği açıktır. Bu donanımların bulunmaması ya da düzgün çalışmaması çok ciddi sağlık tehdidi oluşturur.

### **1.2.2. Başlıca Riskler ve Alınabilecek Önlemler**

Gerekliyse çalışma izinlerinin alınmaması ya da alınmış izin sınırlarının aşılması durumunda başta can güvenliği olmak üzere ciddi risk ve başka sorunlar çıkabilir. Önceden belirlenen rotanın dışına çıkılması her zaman risklidir. Ulaşım riskleri arazi koşullarında zaten daha yüksektir. Hem bu nedenle, hem de oluşabilecek diğer engellerin üstesinden gelebilmek amacıyla ekip çalışmalarında başta motorlu kara taşıtları olmak üzere bütün taşıtlar için en az iki ehliyetli kullanıcı olması tercih edilir.

Akarsu, göl ve nehirler, lagünler, longozlar ve bataklıkların riskleri kendilerine özgüdür. Bu bölgelerdeki örnekleme ve gözlem çalışmalarında özel önlemler alınması ve can yeleği vb. özel donanım kullanılması gerekir. Kişisel koruyucu donanım yokluğu ya da yetersizliğinden kaynaklanacak riskleri bertaraf edebilmek için en uygun donanım seçimi ve yedeklenmesi büyük önem taşır.

Kamp malzemesi seçiminde özenli davranılması da birçok riski engeller. Tehdit oluşturabilecek hayvanlardan kaynaklanabilecek riskler uygun güvenlik önlemleriyle bertaraf edilmelidir. Bu önlemler arasında ateş yakılması ilk akla gelendir, ancak yangın riski göze alınmayacak büyüklüktedir.

Özel örnekleme için, örneğin zehirli yılan, böcek vb. örnekleme amacıyla spesifik araç-gereç kullanılması pek çok ciddi riskten kaçınmayı sağlar. Aynı durum zehirli mikroorganizma ve bitkiler için de geçerlidir. Çeşitli amaçlarla taşınan çözeltilerden kaynaklanacak sağlık sorunlarından kaçınmak için de bu kimyasalların uygun biçimde muhafaza edilmesi gerekir.

Bütün bu bilgilere göre, arazide çalışan biyologlar başta düşme ve kayma nedeniyle travma, yaralanma, kanama ve kırık-çıkık riski taşırlar. Yüksekten düşme önemli bir risktir. Alerji ve sindirim sistemi problemleri, hava koşullarından kaynaklanabilecek güneş yanıkları ve üşütme başta olmak üzere zatürre vb. hastalıklar ile sıcak çarpmaları yaygın sorunlardır. Daha ciddi problemlere de zehirlenmeler ve anaflaktik şok örnek verilebilir. Eskiden, özellikle durgun akarsu ve göletlerde balık vb. hayvanları örnekleme için kullanılan ve *şoker* adı verilen elektrikli aletler nedeniyle elektrik çarpması olguları da bildirilmiştir. Yüksek rakımlı bölgelerde, ayrıca yüzme ve dalışta ortaya çıkabilecek ciddi tehlikeler unutulmamalıdır.

Birçok ülkede biyolojik arazi çalışmaları özel kurallara bağlanmıştır (UCEA, 2005; UTOEHS, 2011; DUDMOES, 2017; UCFEHS, 2017; OEHS, 2018). Türkiye’de ise coğrafya araştırmaları için kaydedilen bir kaynak dışında (Gürgen ve Çalışkan, 2009) herhangi bir rapora ulaşamamıştır. Çok zengin biyoçeşitliliği ile özel bir konumda olan ülkemizde biyolojik arazi çalışmalarının riskleri hakkında yapılmış özel bir araştırma bulunmamaktadır. Bu zenginliği gözleyecek, sınıflandıracak, kaydedecek ve koruyacak olan araştırmacı biyologların sağlıklı ve güvenli çalışmalarının sağlanabilmesi için özel iş sağlığı ve güvenliği yaklaşımları gerekmektedir. Bu yaklaşımda ilk hedef mevcut durumun net olarak ortaya konması, ikincil hedef de uygulamaların belli

standartlara bağlanması olmalıdır. Sunulan tezde ilk hedefe yönelik olarak, arazi çalışmalarına katılan araştırmacılara gönüllülük esasına dayalı özgün bir anket uygulanmış ve veriler istatistiksel anlamda değerlendirilmiştir.

İki ayrımdan oluşan tez konusuna dair genel bilgiler uzantısında planlanıp kullanılan materyal ve yöntem de aşağıda iki ayrı alt başlıkta verilmektedir.

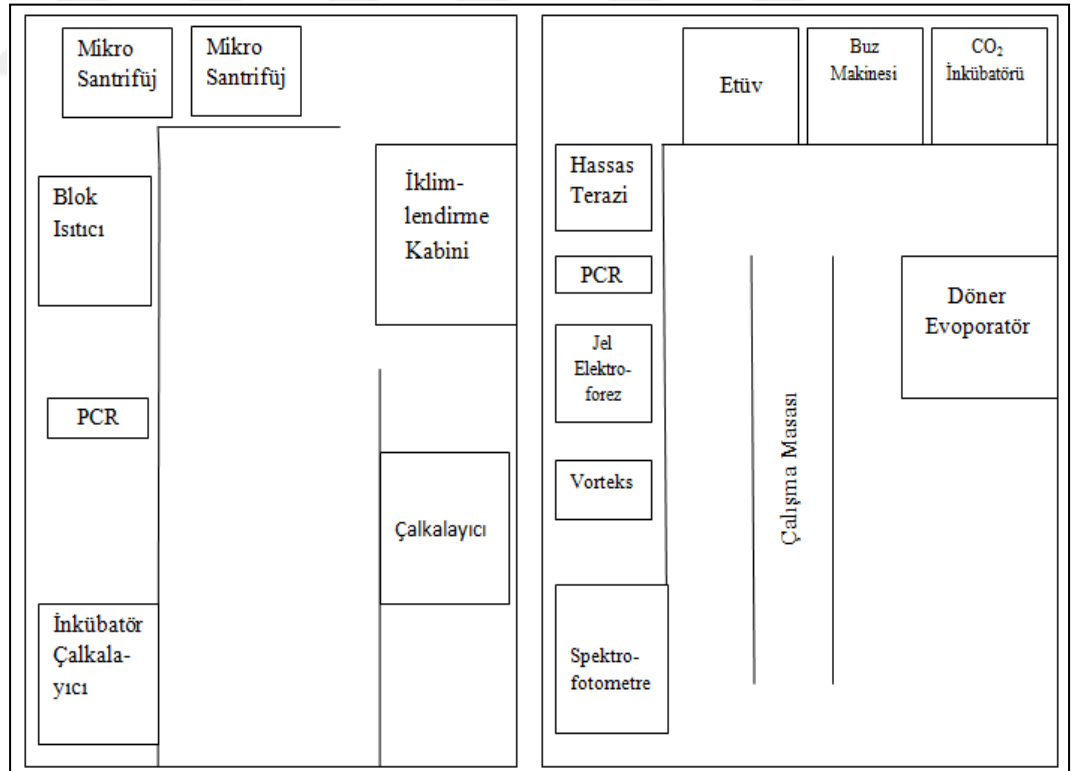


## 2. MATERYAL VE METOT

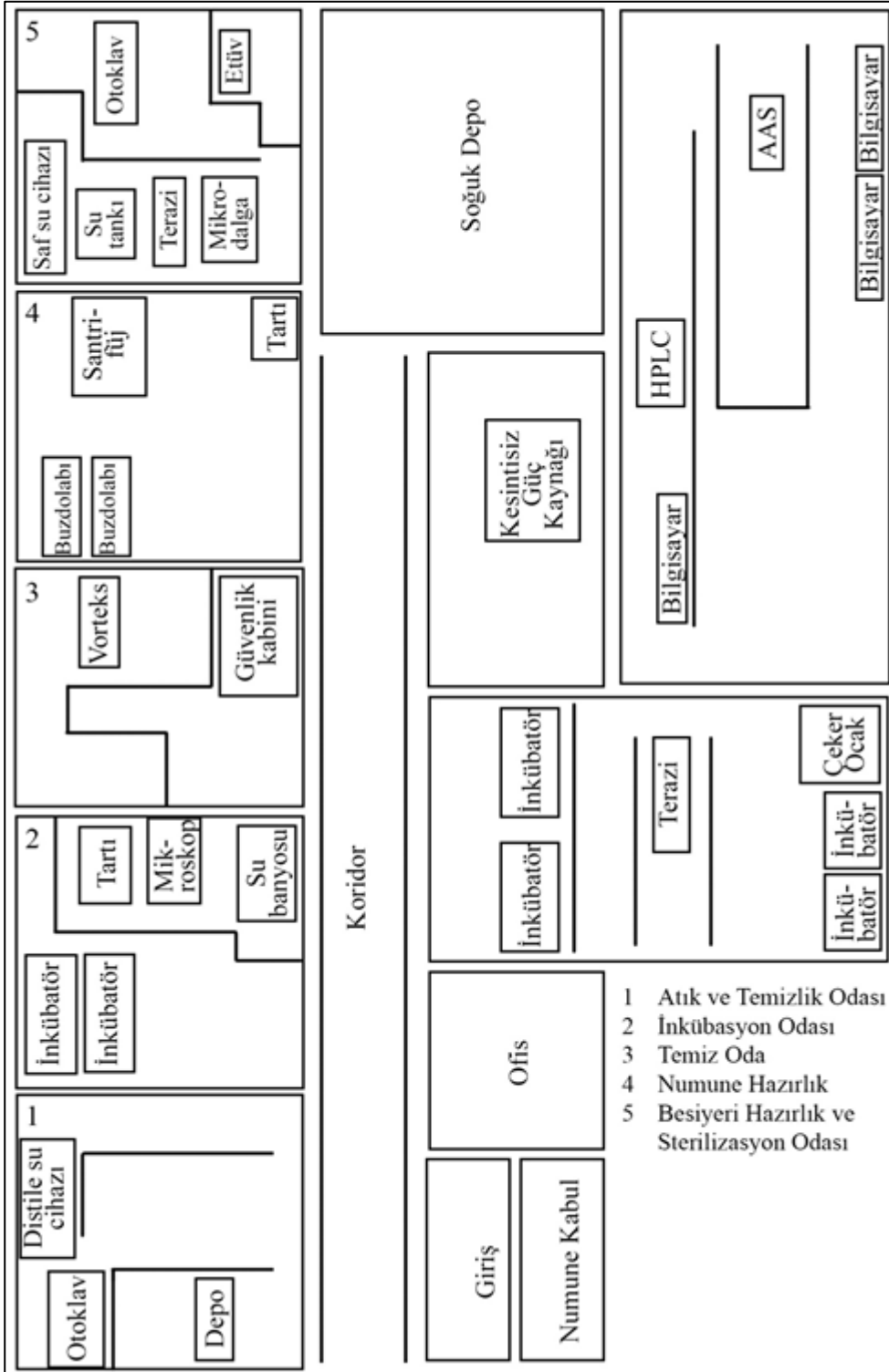
### 2.1. Laboratuvar Ortamında EMA Ölçümleri

#### 2.1.1. Laboratuvar Seçimi

EMA ölçümleri için Ege Üniversitesi Fen Fakültesi (EÜFF) Biyoloji Bölümünde, standart aygıtlara ek olarak her biri özel elektronik donanıma sahip üç farklı mikrobiyoloji ile mikrobiyolojik analiz ve genetik araştırma laboratuvarı seçilmiştir. Söz konusu laboratuvarlar aynı zamanda ofis olarak da kullanılmaktadır. EMA ölçümleri yapılarak karşılaştırmalı olarak değerlendirilen aygıtların ve ofislerin yerleşimi laboratuvarlar krokileri üzerinde gösterilmiştir (Şekil 2.1 ve Şekil 2.2).Cihazların arasında kalan bölgelerde çalışma alanlarının yer aldığı bu laboratuvarlarda bazı aygıtlar da araştırmacıların çalışma masaları üzerinde bulunmaktadır.



Şekil 2.1. Yan yana konumlandırılmış, EÜFF mikrobiyolojik analiz ve genetik araştırma laboratuvarlarındaki cihazların genel yerleşim planı



Şekil 2.2 EÜFF mikrobiyolojik analiz laboratuvarındaki cihazların genel yerleşim planı.



### 2.1.2. EMA Ölçümü

Ölçüm yapılan cihazlar marka ve modelleri özellikle kaydedilmeden, sadece ilgili grafiklerde kullanılmak için kod numarası verilerek, aynı amaca yönelik olanlar da kendi içlerinde gruplandırılarak listelenmiştir (Çizelge 2.1).

**Çizelge 2.1.** Ölçümlerin yapıldığı cihazlar ve kullanım amaçları.


KOD	CİHAZ ADI	KULLANIM AMACI
1	CO <sub>2</sub> İnkübatörü	CO <sub>2</sub> atmosferinde büyüyen doku kültürleri için sabit sıcaklık ve nem sağlanması.
2	İnkübatör-1	Mikroorganizmaların kültüre alınması, çoğaltılması ve karakterizasyon testleri.
3	İnkübatör-2	
4	İnkübatör-3	
5	İnkübatör-4	
6	İnkübatör-5	
7	İnkübatör Çalkalayıcı-1	Hücre büyümesi için gerekli besin maddelerinin kültür ortamı boyunca eşit dağıtılması.
8	İnkübatör Çalkalayıcı-2	
9	Spektrofotometre	Spektroskopik analiz yöntemiyle farklı materyallerin belirlenmesi
10	Jel Elektropherez	Batik yatay jeller kullanılarak nükleik asit-protein ayrıştırılması.
11	HPLC	Organik maddelerde saflaştırma, moleküllere ayırma gibi analizler.
12	Hassas Terazı-1	Besı yeri vb. ortamlarla diğeri bazı çözeltilerin yüksek analitik duyarlılıkta hazırlanması.
13	Hassas Terazı-2	
14	Hassas Terazı-3	
15	Su Banyosu	Laboratuvar materyallerinin sabit sıcaklıkta tutulması.

Çizelge 2.1. (devam ediyor) Ölçümlerin yapıldığı cihazlar ve kullanılış amaçları.

KOD	CİHAZ ADI	KULLANILIŞ AMACI
16	Santrifüj-1	Karışımındaki maddelerin yoğunluklarına göre birbirinden ayrılması.
17	Santrifüj-2	
18	Santrifüj-3	
19	Etüv-1	Ayarlanabilir sıcaklıklarda çeşitli ısıtma, kurutma, sterilizasyon işlemleri, mikroorganizma üretimi.
20	Etüv-2	
21	Otoklav	Yüksek sıcaklık ve basınç altında buharla sterilizasyon ve mikropsuzlaştırma.
22	PCR	Nükleik asitlerin yükseltgenme işleminin doğrudan gerçekleştirilmesi.
23	PCR	
24	pH metre	Deney öncesi ve sonrasında ortam pH'ının ölçülmesi.
25	Vorteks	Çözeltilerin belli hız ve sürede çalkalanarak homojen hale getirilmesi.
26	İklimlendirme Kabini	Isı, nem ve zaman parametreleriyle iklimlendirme sağlanması.
27	Blok Isıtıcı	Farklı deney kaplarında çeşitli analitik prosedürler için duyarlı bir ısıtma sağlanması.
28	Döner Buharlaştırıcı	Dönen bir balonla çözücülerin buharlaştırılması ve yoğunlaştırılması.
29	Buz Makinesi	Laboratuvar tipi kırık buz yapmak için kullanılır.
30	Güç Kaynağı	Elektrik kesintilerinde belirli güç ve voltajda çıkış sağlanması.

### 2.1.3. Ölçüm Aleti

EMA akı yoğunluğu ölçümlerinin yapıldığı PCE-EMF 823 Elektromanyetik Alan Ölçer ve bazı teknik özellikleri Şekil 2.3’de görülmektedir.

	Ölçüm aralıkları [T = Tesla] [Gs = Gauss]	20 $\mu$ T x 0,01 $\mu$ T / 200 $\mu$ T x 0,1 $\mu$ T / 2000 $\mu$ T x 1 $\mu$ T (1 $\mu$ T = 10 mGs) 200 mGs x 0,1 mGs / 2000 mGs x 1 mGs / 20000 mGs x 10 mGs
	Çözünürlük	0.01 $\mu$ T (20 $\mu$ T'ye kadar) 0.1 $\mu$ T (200 $\mu$ T'ye kadar ) 1 $\mu$ T (2000 $\mu$ T'ye kadar )
	Hassasiyet	$\pm 4$ % + 3 dijital (20 $\mu$ T'ye kadar) $\pm 5$ % + 3 dijital (200 $\mu$ T'ye kadar ) $\pm 10$ % + 5 dijital (2000 $\mu$ T'ye kadar )
	Bant genişliği	30 Hz'den 300 Hz'e
	Ölçüm sıklığı	1 Saniye

Şekil 2.3. PCE-EMF 823 Elektromanyetik Alan Ölçer ve bazı teknik özellikleri

([https://www.pce-instruments.com/turkish/oelcuem-teknolojisi/oelcuem- cihazlari/elektromanyetik-radyasyon-analizadoerue-kat\\_157161\\_1.htm](https://www.pce-instruments.com/turkish/oelcuem-teknolojisi/oelcuem- cihazlari/elektromanyetik-radyasyon-analizadoerue-kat_157161_1.htm). Erişim: 28.11. 2018)

### 2.1.4. Ölçüm Yöntemi

Cihazlar arasındaki bölgelerde çalışma alanının bulunması nedeniyle hem doğrudan cihazla, hem de cihazdan bağımsız çalışma sırasında EMA'ya maruz kalılabileceğinden, her bir cihaz için önden, sağdan ve soldan; 1 cm, 5 cm ve 50 cm mesafeden olmak üzere, üç farklı açıdan ve üç farklı mesafeden, toplamda dokuz ölçüm yapılması hedeflenmiştir. Ancak laboratuvarların fiziksel koşulları gereği birbirlerine ve duvara bitişik olarak konumlandırılmış olan bazı aygıtlar için sağ ve sol yandan ölçüm alınamamıştır. Bu cihazlar ilgili çizelgelerde işaretlenmiştir.

Ölçüm mesafeleri Türkkan ve Pala (2009) ile Sarıkahya (2014) tarafından verilen değerlerden yararlanılarak belirlenmiştir.

Araştırmacının laboratuvarda çalışırken cihazı açma-kapama, içerisine malzeme koyma ve alma, cihaz çalışırken çevresinden geçme... sırasında, yani ancak kısa sreler için aygıtlara 1 ve 5 cm mesafelerde bulunacağı açıktır. Buna karşın araştırıcının cihaz çevresinde daha fazla zaman geçirdiği, dolayısıyla daha uzun sürelerde EMA maruziyetine yol açabilecek normal çalışma mesafesi 50 cm olarak kabul edilmiştir.

Elektromanyetik Alan ler zeminden 125 cm yukarıda tutularak, en az 6 dakika süreyle ve aygıtlar çalışırken yapılan ölçümler haftada iki kez tekrarlanmıştır. Altı dakika içerisinde ölçülen minimum ve maksimum EMA değerlerinin ortalamaları, standart sapmalarla birlikte şekil ve izelge halinde verilmiş, 1 ve 5cm mesafelerde en yüksek ve en düşük EMA şiddeti ölçülen ilk beş aygıtta dair ölçümler, 50 cm mesafede bütün aletler ayrıca karşılaştırılmıştır.

## **2.2. Arazi alışmalarına İlişkin Araştırma Yöntemi**

Araştırmanın evreni ülkemizde laboratuvar ve arazide çalışan biyologlardır. Örnekleme, Ege niversitesi başta olmak üzere Celal Bayar niversitesi, Çanakkale Onsekiz Mart niversitesi ve İstanbul niversitesi lisans, yüksek lisans ve doktora öğrencileri ile arazi çalışması yapan ğretim yeleri ve Ankara'da biyoçeşitlilik, tür ve habitat koruma/izleme faaliyetleri gerçekleştiren özel bir şirketin çalışanları olarak, gönüllü katılım gösteren 150 kişiyle sınırlıdır.

Beş bölümden oluşan form şekil 2.4'de izlenmektedir.

## EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ İŞ GÜVENLİĞİ BÖLÜMÜ

### ANKET FORMU

*Sayın Katılımcı,*

*Bu anket Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İş Güvenliği lisansüstü programında sürdürülen bir yüksek lisans tez çalışması kapsamında, Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulunun 22.02.2018 tarih ve 48-2018 sayılı izniyle uygulanmaktadır.*

*Ankete katılım tamamen gönüllülük esasına dayalıdır. Çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan çıkma hakkına sahiptir. Çalışmayı yanıtlamanız, araştırmaya katılım için onam verdiğiniz biçiminde yorumlanacaktır. Size verilen formlardaki soruları yanıtlarken kimsenin baskısı veya telkini altında olmayın. Bu formlardan elde edilecek kişisel bilgiler tamamen gizli tutulacak ve yalnızca araştırma amacı ile kullanılacaktır.*

*İlgi ve desteğiniz için teşekkürler.*

#### BÖLÜM 1

Cinsiyetiniz  Kadın  Erkek

Yaşınız  25 ve altı  26-35  36-45  46-55  56 ve üstü

Eğitiminiz  Lisans  Yüksek Lisans  Doktora

#### BÖLÜM 2

1. Arazi çalışmalarına katılıyor musunuz?  Evet  Hayır
2. Araziye çıkmadan önce saha hakkında bilgi ediniyor musunuz?  Evet  Hayır
3. Arazi çalışması sırasında spesifik ekipman kullanıyor musunuz?  Evet  Hayır
4. Arazi çalışması sırasında kişisel koruyucu donanım kullanıyor musunuz?  Evet  Hayır
5. İş sağlığı ve güvenliği eğitimi aldınız mı?  Evet  Hayır
6. İlk yardım eğitimi aldınız mı?  Evet  Hayır
7. Saha çalışması öncesinde tıbbi değerlendirmeler/aşılammalar yapılıyor mu?  Evet  Hayır
8. Arazi çalışması planlanırken yerel yönetimlerden izin alma zorunluluğu var mı?  Evet  Hayır
9. Arazide kullanılan/karşılaşılan tehlikeli maddeleri/canlıları tanıyor musunuz?  Evet  Hayır

**Şekil 2.4.** Arazi çalışmaları için uygulanan anket formu.

## EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ İŞ GÜVENLİĞİ BÖLÜMÜ

### BÖLÜM 3

1. Arazide en çok hangi kişisel koruyucu donanımı kullanıyorsunuz? (Birden fazla seçenek işaretlenebilir.)

- Uygun ayakkabı                       Eldiven  
 Göz/yüz koruması                       Sıcak/soğuk hava koşullarına dayanıklı giysiler  
 Emniyet kaskları                       Solunum bölgesi koruyucuları  
 Diğer

2. Çalışma koşullarında hangi zorlukları yaşıyorsunuz? (Birden fazla seçenek işaretlenebilir.)

- Fiziksel zorluklar  
 Örnek (hayvan/bitki/mikroorganizma) bulmada zorluk  
 Örnek fotoğraflamada zorluklar  
 Alerjenlerden kaynaklanan zorluklar  
 Sağlık durum değişiklikleri  
 Diğer

### BÖLÜM 4

Aşağıdaki lütfen soruları 1( EN AZ) 5 (EN ÇOK) sıralamasında değerlendiriniz.

1. Arazi çalışmalarına katılma sıklığınız

- 1 [ ] 2 [ ] 3 [ ] 4 [ ] 5 [ ]

2. Arazi çalışması öncesi hazırlık eğitimi alma durumunuz

- 1 [ ] 2 [ ] 3 [ ] 4 [ ] 5 [ ]

3. Arazide karşılaşılabilecek zorluklar konusunda bilgilendirilme durumu

- 1 [ ] 2 [ ] 3 [ ] 4 [ ] 5 [ ]

4. Arazi çalışması sırasında kişisel koruyucu donanım kullanma sıklığımız

5. Arazi çalışması öncesinde risk değerlendirmesi yapılma sıklığı

- 1 [ ] 2 [ ] 3 [ ] 4 [ ] 5 [ ]

6. Arazide yönetim birimlerince denetim yapılma sıklığı

- 1 [ ] 2 [ ] 3 [ ] 4 [ ] 5 [ ]

7. Arazi çalışmalarında gerçekleşen kazaların bildirim sıklığı

- 1 [ ] 2 [ ] 3 [ ] 4 [ ] 5 [ ]

Şekil 2.4. (devam ediyor) Arazi çalışmaları için uygulanan anket formu.

## EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ İŞ GÜVENLİĞİ BÖLÜMÜ

### BÖLÜM 5

Geçmişte arazide herhangi bir riskle karşılaştınız mı/tanıktınız mı? Cevabınız evet ise lütfen hangileriyle karşılaştığınızı belirtiniz. (Birden fazla seçenek işaretlenebilir.)

- Evet**      **Hayır**
- Fırtına, yağmur, kar gibi zorlu hava koşulları
- Yangın, sel, tipi, çığ, heyelan gibi doğa olayları
- Basınç farklarından kaynaklanan sorunlar (solunum güçlüğü, hipoksi vb.)
- Tehlikeli/zehirli hayvanlar
- Zehirli bitkiler
- Kayma-düşme sonucu kırık-çıkık
- Kayma-düşme dışında nedenlerle yaralanma ( kesici-delici alet ya da ekipman vb. kaynaklı)
- Sıcak-soğuk çarpması
- Alerji
- Anafilaktik şok (aşırı duyarlılık nedeniyle solunumun-dolaşımın durması)
- Sindirim sisteminde ciddi sorunlar (ishal vb.)
- Zehirlenme
- Boğulma
- Diğer

**Şekil 2.4.** (devam ediyor) Arazi çalışmaları için uygulanan anket formu.

EÜ Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulunun 48-2018 Sayılı izniyle uygulanan anket formu mevcut yayınların ve çeşitli arazi çalışmaları sonrasında hazırlanan raporların incelenmesiyle hazırlanmış olup tamamen özgündür. Katılımcılar uygulama öncesinde gönüllülük ve kişisel bilgilerin korunması hakkında bilgilendirilmiştir.

Ankette kişisel sorular olarak cinsiyet, biyoloji eğitim durumu ve iş sağlığı-güvenliği eğitim durumu yer almaktadır. Bu sorulara verilen yanıtlar tezde sadece katılımcı profilini belirlemek amacıyla kaydedilmiştir.

Anket verilerinin değerlendirilmesinde SPSS programı kullanılmış, sayısal değerler yüzdeler dilimlerinde yuvarlanarak verilmiştir.

Bölüm 2-11. soru ile Bölüm 3'deki çok seçenekli sorularda birden fazla seçenek işaretlendiği için verilerin toplam frekansı örneklemden yüksektir.

Tez sınırlarını zorlayacak korelasyon analizlerinin ayrı bir rapor olarak sunulması planlanmıştır.



### 3. BULGULAR

#### 3.1. Laboratuvar Ortamında EMA Ölçümleri ve Değerlendirilmesi

Çizelge 3.1’de çalışma alanını oluşturan laboratuvarlarda mevcut otuz farklı aygıtın 1 cm, 5 cm ve 50 cm mesafede oluşturdukları ortalama EMA yoğunluğu değerleri ile standart sapmalar verilmektedir. Çizelgenin değerlendirilmesiyle varılan genel sonuç, yoğunluğun uzaklıkla bağlantılı olduğu ve beklenildiği üzere cihazdan uzaklaştıkça azaldığıdır. Her bir mesafe için bu çizelge esas alınarak yapılan değerlendirmeler ayrı alt başlıklarda kaydedilmiştir.

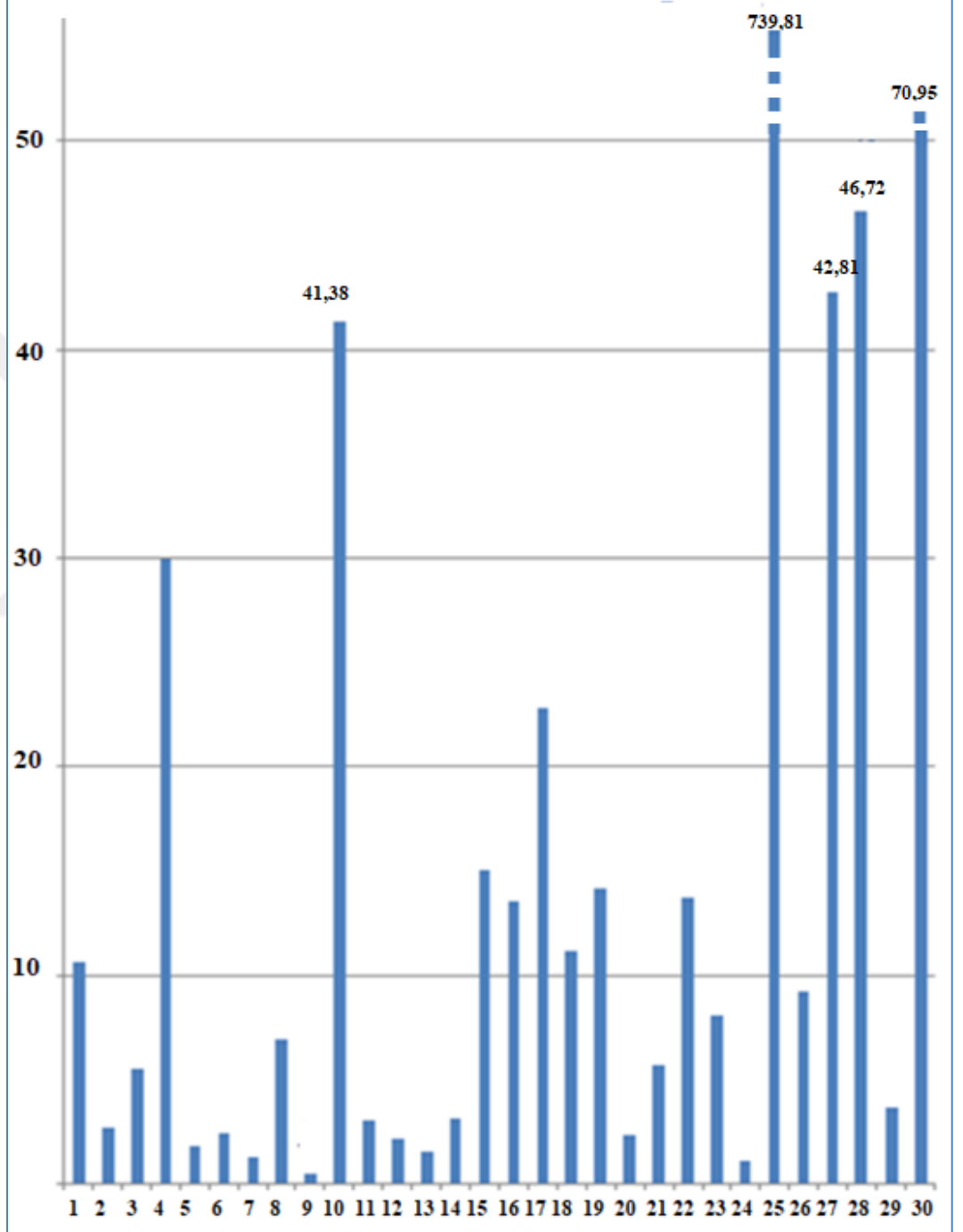
Çizelge 3.1. Laboratuvar cihazlarında farklı mesafelerde ölçülen EMA yoğunluğu değerleri ortalamaları ve standart sapmaları (SS). (\* sağ ve sol yanlardan ölçüm alınamamıştır).

EMA ŞİDDETİ (mG)						
ÖLÇÜM MESAFESİ	1 cm		5 cm		50 cm	
	Ortalama	SS	Ortalama	SS	Ortalama	SS
1	10,68	±1,70	6,02	±1,46	2,18	±0,75
2	2,76	±1,43	0,83	±0,18	0,52	±0,23
3	5,60	±2,07	0,32	±0,09	0,21	±0,06
4	29,98	±2,25	12,31	±1,09	2,25	±0,36
5	1,81	±0,44	0,91	±0,22	0,88	±0,19
6	2,47	±0,29	1,92	±0,98	1,23	±0,19
7	1,36	±0,46	0,67	±0,11	0,37	±0,05
8	6,95	±0,58	4,85	±0,48	0,38	±0,04
9*	0,55	±0,08	0,21	±0,04	0,15	±0,05

<b>10</b>	41,38	±1,81	26,42	±1,48	0,52	±0,05
<b>11</b>	3,08	±0,46	1,45	±0,31	0,21	±0,04
<b>12</b>	2,24	±1,63	1,76	±1,47	0,28	±0,13
<b>13</b>	1,57	±0,48	1,02	±0,40	0,43	±0,19
<b>14</b>	3,21	±0,12	0,97	±0,11	0,25	±0,08
<b>15</b>	15,06	±0,60	3,43	±0,48	1,39	±0,35
<b>16</b>	13,62	±0,74	3,22	±0,33	0,26	±0,06
<b>17*</b>	22,89	±8,96	5,48	±2,51	0,52	±0,17
<b>18*</b>	11,18	±0,72	1,66	±0,37	0,85	±0,22
<b>19*</b>	14,23	±2,11	10,09	±1,76	0,56	±0,21
<b>20*</b>	2,37	±0,20	0,52	±0,13	0,23	±0,08
<b>21</b>	5,70	±0,31	4,00	±0,23	0,81	±0,11
<b>22</b>	13,73	±6,31	2,15	±1,11	1,85	±0,23
<b>23</b>	8,12	±0,57	1,05	±0,27	1,1	±0,44
<b>24</b>	1,14	±0,12	0,85	±0,10	0,65	±0,08
<b>25</b>	739,81	±118,64	122,83	±33,24	13,86	±9,24
<b>26</b>	9,25	±1,12	0,49	±0,14	0,26	±0,07
<b>27</b>	42,81	±2,73	6,93	±0,56	0,31	±0,03
<b>28</b>	46,72	±1,25	19,73	±0,76	2,86	±0,19
<b>29</b>	3,75	±1,40	1,36	±0,42	0,66	±0,31
<b>30</b>	70,95	±2,55	55,94	±2,79	4,95	±0,46

### 3.1.1. Cihaza 1 cm Mesafede EMA Şiddeti

Şekil 3.1'de, cihaza 1cm mesafede ölçülen EMA şiddetine dair veriler grafik olarak izlenmektedir.



Şekil 3.1. Cihazlara 1 cm mesafedeki EMA ölçümleri (mG).

Bu mesafede en yüksek EMA şiddeti ölçülen ilk beş cihaz sırasıyla vorteks, güç kaynağı, döner buharlaştırıcı, blok ısıtıcı ve jel elektroforez aygıtıdır (Çizelge 3.2). Bu aygıtların hepsinde 1 cm mesafedeki EMA yoğunluk değerleri 40 mG'dan daha fazladır. İlk sıradaki vorteks ile ikinci sıradaki güç kaynağı arasında çok büyük fark vardır.

**Çizelge 3.2.** 1 cm mesafede en yüksek EMA yoğunluğu ölçülen ilk beş cihaz.

KOD	CİHAZ	ÖLÇÜM DEĞERİ (mG) ± SS
25	Vorteks	739,81±118,64
30	Güç Kaynağı	70,95±2,55
28	Döner Buharlaştırıcı	46,72±1,25
27	Blok Isıtıcı	42,81±2,73
10	Jel Elektroforez	41,38±1,81

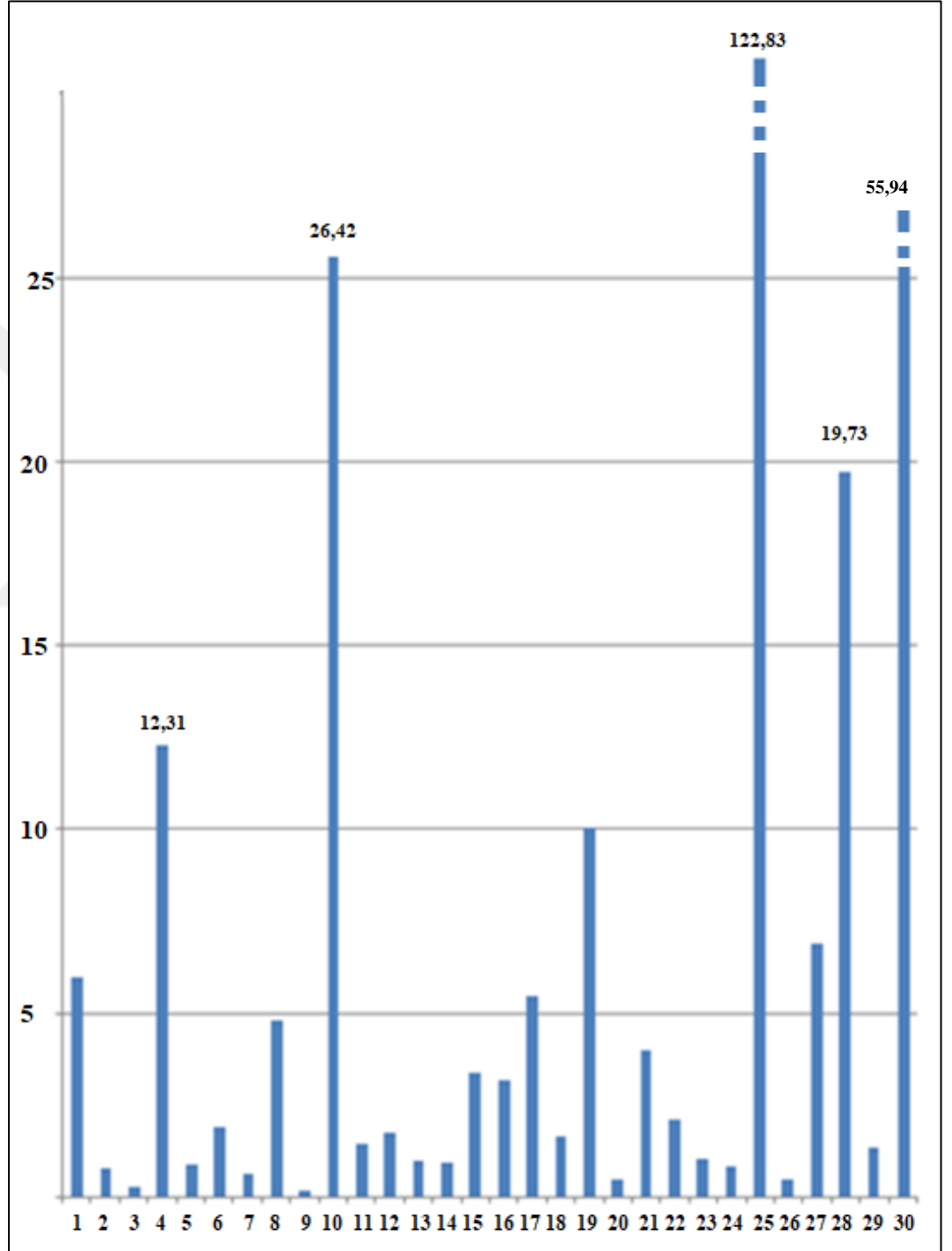
Cihaza 1 cm mesafede en düşük EMA şiddeti değerleri ise Çizelge 3.3'de izlendiği gibi sırasıyla spektrofotometre, pH metre, inkübatör çalkalayıcı-1, inkübatör-4 ve inkübatör-5'de ölçülmüştür.

**Çizelge 3.3.** 1 cm mesafede en düşük EMA yoğunluğu ölçülen ilk beş cihaz ( \* sağ ve sol yanlardan ölçüm alınmamıştır).

KOD	CİHAZ	ÖLÇÜM DEĞERİ (mG) ± SS
9	Spektrofotometre *	0,55±0,08
24	pH metre	1,14±0,12
7	İnkübatör Çalkalayıcı-1	1,36±0,46
5	İnkübatör-4	1,81±0,44
6	İnkübatör-5	2,47±0,29

### 3.1.2. Cihaza 5 cm Mesafede EMA Şiddeti

Cihaza 5 cm mesafede ölçülen EMA şiddetine dair veriler Şekil 3.2’de grafik olarak sunulmuştur.



Şekil 3.2. Cihazlara 5 cm mesafede EMA ölçümleri (mG).

Bu mesafedeki ölçümlere göre en yüksek EMA değerlerinde (Çizelge3.4) ilk iki sıra vorteks ve güç kaynağı olarak değişmemiş, ama bu iki alette de değerler 1 cm mesafeye göre oldukça azalmıştır. Üçüncü sırada jel elektroforez yer almaktadır. Bu üç alet için de EMA şiddeti değerleri 25 mG'dan yüksektir. Sonraki iki aygıt ise değerleri 10 mG'dan fazla ölçülen döner buharlaştırıcı ve inkübatör-3'tür.

**Çizelge3.4.** 5 cm mesafede en yüksek EMA şiddeti ölçülen ilk beş cihaz.

KOD	CİHAZ	ÖLÇÜM DEĞERİ (mG) ± SS
25	Vorteks	122,83±33,24
30	Güç Kaynağı	55,94±2,79
10	Jel Elektroforez	26,42±1,48
28	Döner Buharlaştırıcı	19,73±0,76
4	İnkübatör-3	12,31±1,09

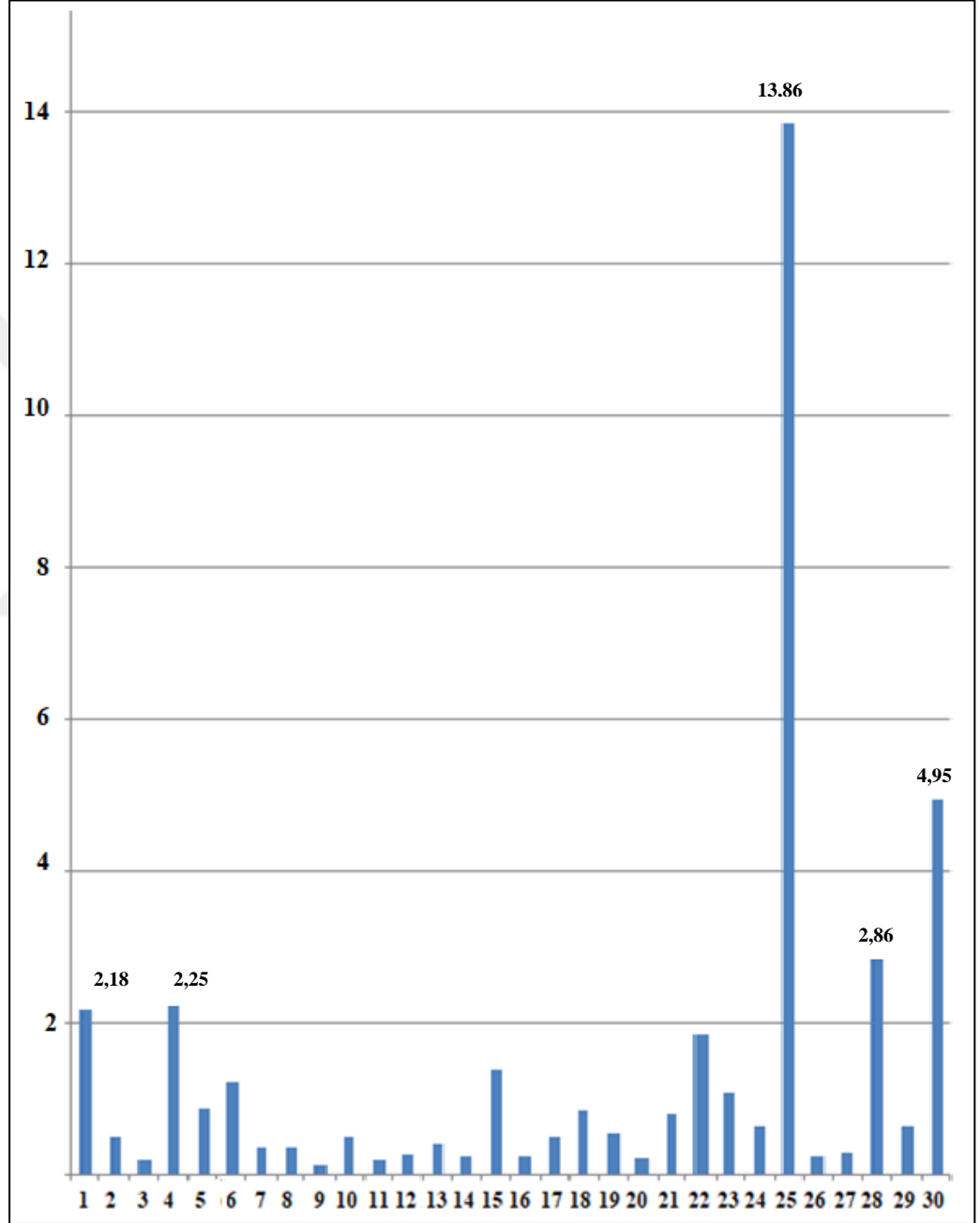
Bu mesafedeki en düşük EMA değerlerinde (Çizelge 3.5) yine ilk sırada olan spektrofotometreyi inkübatör-2 ve etüv-2 izlemektedir. Son iki sırada ise iklimlendirme kabini ve inkübatör-1 yer almaktadır.

**Çizelge 3.5.** 5 cm mesafede en düşük EMA şiddeti ölçülen ilk beş cihaz(\* sağ ve sol yanlardan ölçüm alınmamıştır).

KOD	CİHAZ	ÖLÇÜM DEĞERİ (mG) ± SS
9	Spektrofotometre*	0,21±0,04
3	İnkübatör-2	0,32±0,09
20	Etüv-2	0,52±0,23
26	İklimlendirme Kabini	0,49±0,14
2	İnkübatör-1	0,83±0,18

### 3.1.3. Cihaza 50 cm Mesafede EMA Şiddeti

Normal çalışma mesafesi olarak kabul edilen bu mesafeden ölçülen ve hepsi 14 mG'un altında olan EMA şiddeti değerleri Şekil 3.3'de verilmiştir.



Şekil 3.3.Cihazlara 50 cm mesafede EMA ölçümleri (mG).

En uzun süreli maruziyetin bu mesafede gerçekleşeceği düşünülerek, çalışma mesafesinde sadece en yüksek ve en düşük EMA yoğunluğu değerlerinin ölçüldüğü beşer cihaz yerine tüm cihazlara dair ölçümlerin verilmesi tercih edilmiştir. En yakın mesafede olduğu gibi çalışma mesafesinde de en yüksek değerler sırasıyla vorteks, güç kaynağı ve döner buharlaştırıcıda ölçülmüştür (Çizelge 3.6). Çizelgedeki tüm aletler için bu mesafede ölçülen değerler 1 ve 5 cm mesafede ölçülenlere göre elbette daha düşüktür.

**Çizelge 3.6.** Çalışma mesafesindeki (50 cm) en yüksek EMA şiddeti ölçülen ilk beş cihaz.

KOD	CİHAZ	ÖLÇÜM DEĞERİ (mG) ± SS
25	Vorteks	13,86±9,24
30	Güç Kaynağı	4,95±0,46
28	Döner Buharlaştırıcı	2,86±0,19
4	İnkübatör-3	2,25±0,36
1	CO <sub>2</sub> İnkübatörü	2,18±0,75

En yüksek değerlerin ölçüldüğü beş ilk beş cihazdan sonraki sıralama ise Çizelge 3.7’de izlenmektedir.

**Çizelge 3.7.** Diğer cihazların çalışma mesafesindeki (50 cm) EMA şiddeti değerleri (\* sağ ve sol yanlardan ölçüm alınamamıştır).

KOD	CİHAZ	ÖLÇÜM DEĞERİ (mG) ± SS
25	Vorteks	13,86±9,24
30	Güç Kaynağı	4,95±0,46
28	Döner Buharlaştırıcı	2,86±0,19
4	İnkübatör-3	2,25±0,36
1	CO <sub>2</sub> İnkübatörü	2,18±0,75
22	PCR-1	1,85±0,23
15	Su Banyosu	1,39±0,35
6	İnkübatör-5	1,23±0,19
23	PCR-2	1,10 ±0,44



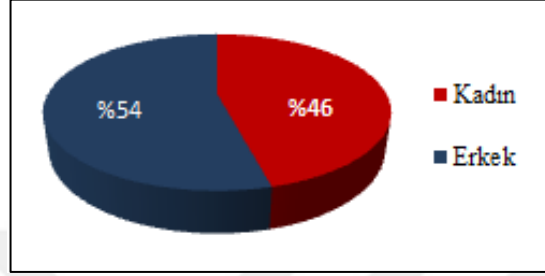
5	İnkübatör-4	0,88±0,19
18	Santrifüj-3*	0,85±0,22
21	Otoklav	0,81±0,11
29	Buz Makinesi	0,66±0,31
24	pH metre	0,65±0,08
2	İnkübatör-1	0,52±0,23
19	Etüv-1*	0,56±0,21
17	Santrifüj-2*	0,52±0,17
10	Jel Elektroforez	0,52±0,05
13	Hassas Terazi-2	0,43±0,19
8	İnkübatör Çalkalayıcı-2	0,38±0,04
7	İnkübatör Çalkalayıcı-1	0,37±0,05
27	Blok Isıtıcı	0,31±0,03
12	Hassas Terazi-1	0,28±0,13
26	İklimlendirme Kabini*	0,26±0,07
16	Santrifüj-1	0,26±0,06
20	Etüv-2*	0,23±0,08
3	İnkübatör-2	0,21±0,06
14	Hassas Terazi-3	0,25±0,08
11	HPLC	0,21±0,04
9	Spektrofotometre*	0,15±0,05

Laboratuvarların fiziksel koşulları gereği bazı aygıtlar için sağ ve sol yandan ölçüm alınmamakla birlikte aynı amaçla kullanılan aygıtlar için ölçülen değerlerin farklı olduğu açıktır. Örneğin 1 cm mesafe ile ölçülen İnkübatör-3 29,98±2,25 mG iken; İnkübatör-4 1,81±0,44 mG'dur. Aynı durum hassas teraziler, inkübatör çalkalayıcılar, santrifüjler, etüvler ve PCR'lar için de geçerlidir.

## 3.2. Arazi Çalışmalarına İlişkin Anket Verilerinin Değerlendirilmesi

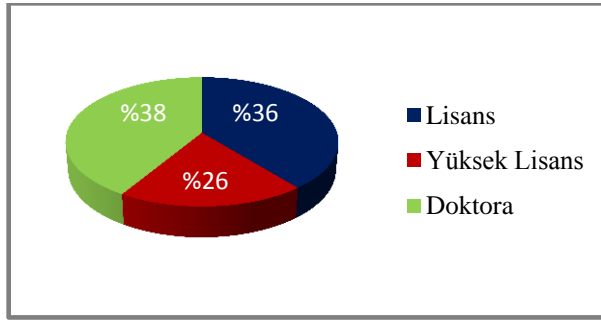
### 3.2.1. Kişisel Veriler

Şekil 3.4’de katılımcıların cinsiyete göre dağılımları verilmiştir. Erkek katılımcı yüzdesi daha yüksektir.



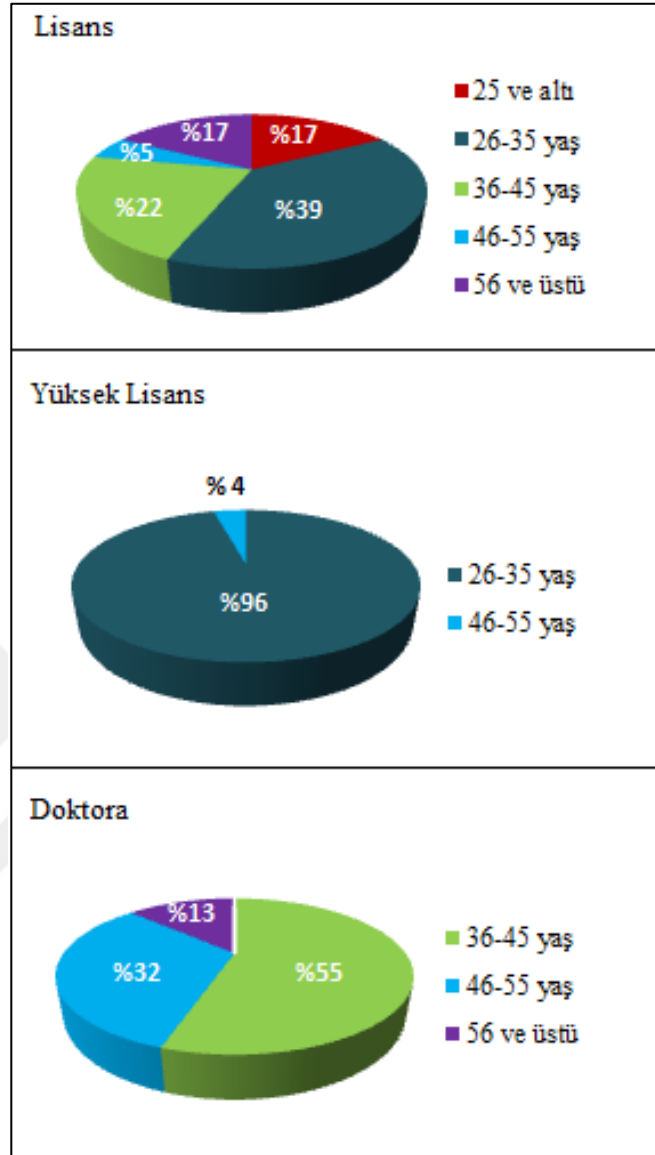
Şekil 3.4. Katılımcıların cinsiyet dağılımı

Ankete katılan gönüllülerin eğitim durumları Şekil 3.5’de, eğitim düzeyi/yaş karşılaştırmaları da Şekil 3.6’da izlenmektedir. Biyoloji eğitim durumunda dağılım homojen değildir, %38 ile en yüksek katılım oranı doktora düzeyindeki araştırmacılarıdır. Lisans eğitimini tamamlayanlar %36 ile ikinci, yüksek lisans düzeyinde eğitim almış olanlar da %26 ile son sıradadır.



Şekil 3.5. Katılımcıların eğitim durumu

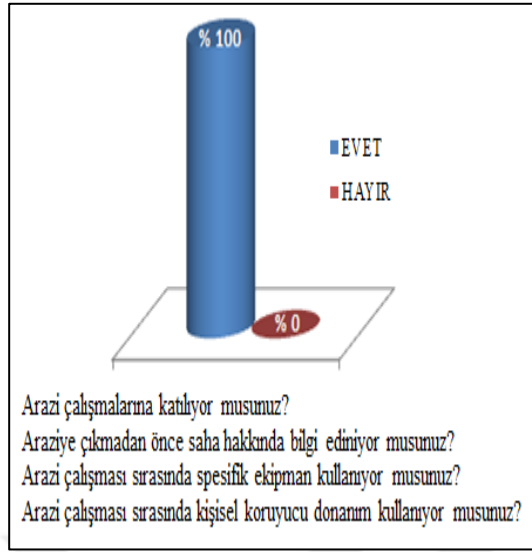
Lisans ve yüksek lisans düzeyinde eğitimli iki grupta ağırlıklı yaş dilimi 26-35 olarak belirlenmiştir. Doktora düzeyinde eğitimli araştırmacılar da ankete en yüksek katılım gösterenler 36-45 yaş arasındadır. Bu grupta 56 yaş ve üzerindeki katılımcı oranı %5 olarak, beklenildiği üzere en azdır.



Şekil 3.6. Katılımcıların eğitim düzeyi-yaş ilişkileri

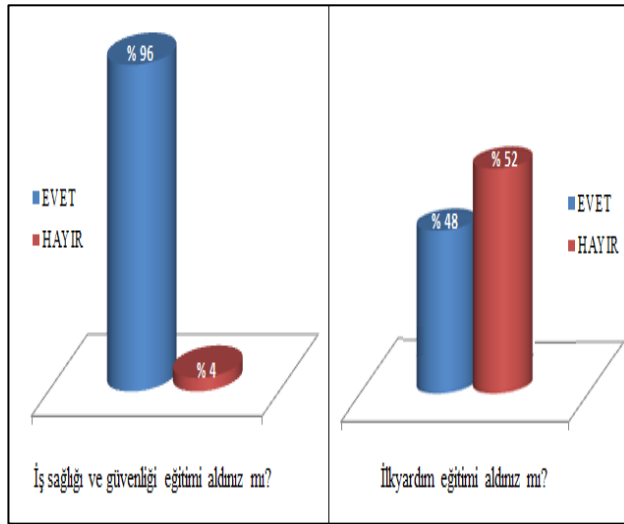
### 3.2.2. Arazi Çalışmalarına Katılım ve Özel Eğitimlere İlişkin Veriler

Anketin ikinci bölümünde yer alan ve evet/hayır şeklinde yanıtlanmak üzere hazırlanan toplam on sorudan, Şekil 3.7’de sırasıyla kaydedilen ilk dört soruya katılımcıların tümü evet yanıtı vermiştir.



**Şekil 3.7.** Katılımcıların arazi çalışmalarındaki genel durumu

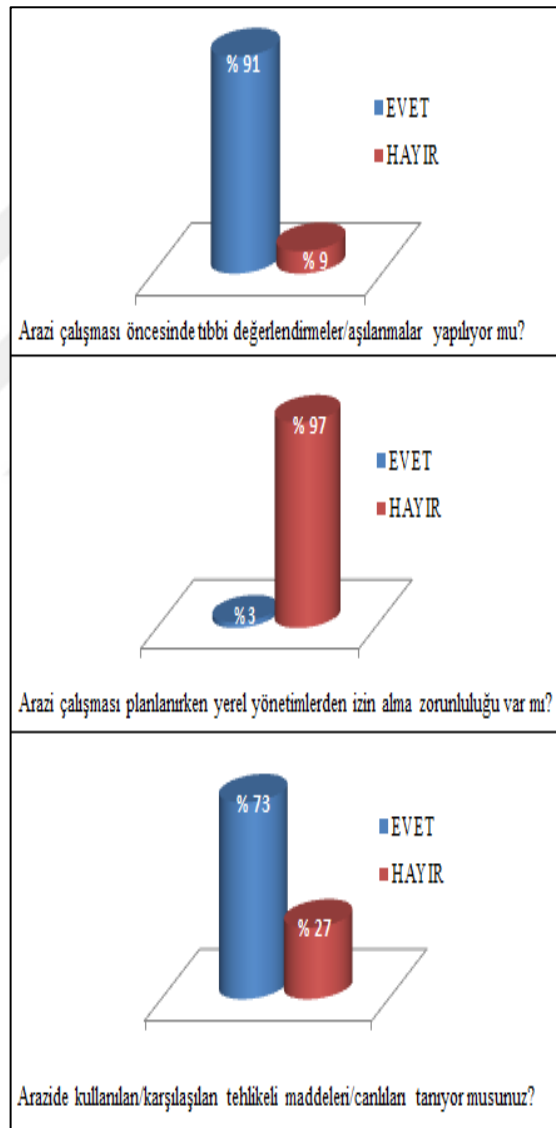
Şekil 3.8’de anketin aynı bölümünde bulunan 5 ve 6. sorulara verilen yanıtların yüzdesel değerleri izlenmektedir. Katılımcılar çok yüksek oranda olmak üzere iş sağlığı ve güvenliği eğitimi aldıklarını bildirmişlerdir. Ancak ilkyardım eğitimi aldığını kaydeden katılımcı oranı sadece %42’dir.



**Şekil 3.8.** Katılımcıların özel eğitim durumları

### 3.2.3. Arazi Çalışması Öncesindeki Sürece İlişkin Veriler

Anketin söz konusu bölümünde arazi çalışması öncesine dair durum 7-9. sorular arasında değerlendirilmiştir. Buna göre (Şekil 3.9) arazi çalışmaları öncesinde tıbbi değerlendirmeler ve aşılama yapıldığını, ayrıca yerel yönetim makamlarından izin alma zorunluluğu olduğunu bildiren katılımcıların yüzdeleri oldukça yüksektir. Katılımcıların %27'si ise arazide kullanılan ve/veya karşılaşılan tehlikeli madde ve canlıları tanımadıklarını bildirmiştir.

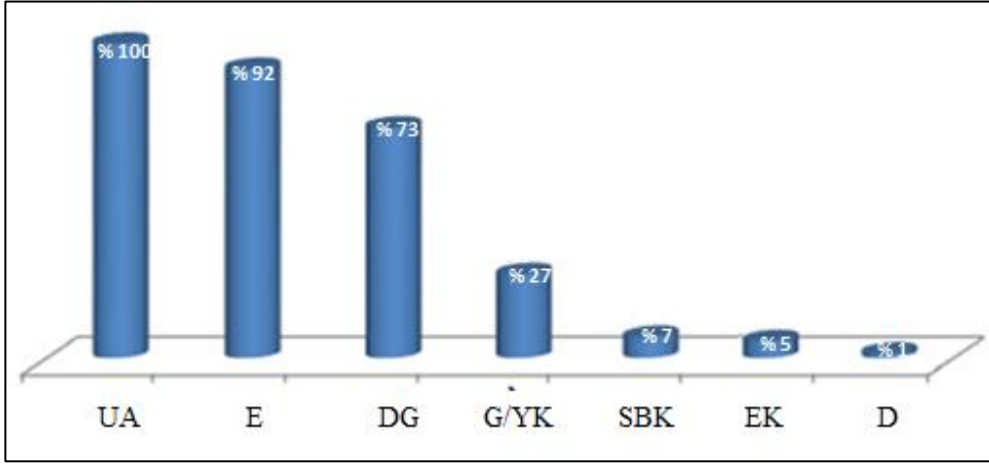


Şekil 3.9. Arazi çalışması öncesindeki süreçle ilgili bilgiler

### 3.2.4. Araziye Çalışılan Sürece İlişkin Veriler

Anketin üçüncü bölümünde yer alan ve yanıt olarak birden fazla seçeneğin işaretlenebileceği sorulardan sağlanan verilere göre (Şekil 3.10) katılımcıların hepsi araziye uygun ayakkabı kullandıklarını bildirmişlerdir.

En çok kullanılan KKD olarak eldiven ikinci sırada yer almakta, onu dayanıklı giysiler izlemektedir. Emniyet kaskı kullanımı %5 olarak çok düşüktür. Diğer spesifik donanım kullandığını bildiren katılımcı oranı da sadece %1 olarak belirlenmiştir.



**Şekil 3.10.** Arazi çalışmalarında kullanılan kişisel koruyucu donanımlar. UA: Uygun ayakkabı, E: Eldiven, DG: Dayanıklı Giysi, G/YK: Göz/Yüz Koruyucuları, SBK: Solunum Bölgesi Koruyucuları, EK: Emniyet Kaskları, D: Diğer.

Birden fazla kişisel koruyucu donanım kullanımına ilişkin değerlendirmelerin sunulduğu Çizelge 3.8’de görüldüğü üzere uygun ayakkabı ve eldivenin birlikte kullanım oranı en yüksekken, dörtlü kombinasyon olarak uygun ayakkabı, eldiven, dayanıklı giysi ve göz/yüz korumasının birlikte kullanımı en düşük orandadır.

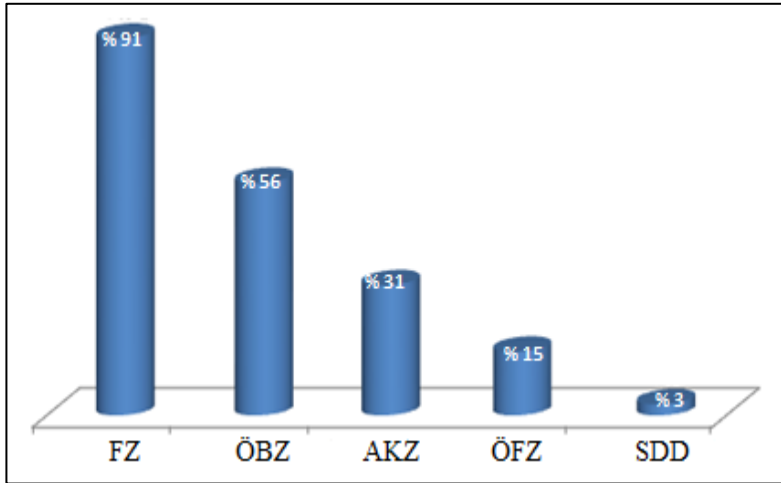
**Çizelge 3.8.** Arazide birden fazla KKD kullanımı. UA: Uygun ayakkabı, E: Eldiven, DG: Dayanıklı Giysi, G/YK: Göz/Yüz Koruyucuları, SBK: Solunum Bölgesi Koruyucuları, EK: Emniyet Kaskları, D: Diğer (f: frekans, %: yuvarlanmış yüzdesel değerler).

KKD	f	%
UA + E	138	92
UA + E + DG	91	61
UA + E + G/YK	40	27
UA + E + DG + SBK	10	7
UA + E + DG + EK	8	5
UA + DG	7	5
UA + E + DG + G/YK	2	1

### 3.2.5. Arazi Çalışmalarında Zorluklar, Riskler ve Denetim

Şekil 3.11’de görüldüğü gibi, araştırmacıların arazide en çok yaşadıkları zorlukların başında %91 oranıyla fiziksel zorluklar gelmektedir, hayvan/bitki/mikroorganizma bulma güçlükleri %56 oranıyla ikinci, alerjenlerden kaynaklanan zorlukları üçüncü sıradadır, sonra görüntüleme zorlukları ve en son sırada da sağlık durum değişiklikleri yer almaktadır.

Birden fazla zorluk yaşama durumu ayrıca değerlendirildiğinde (Çizelge 3.9) toplam sekiz kombinasyonun yedisinde kaydedilen ortak sorunun örnek bulma zorlukları olduğu görülmektedir.



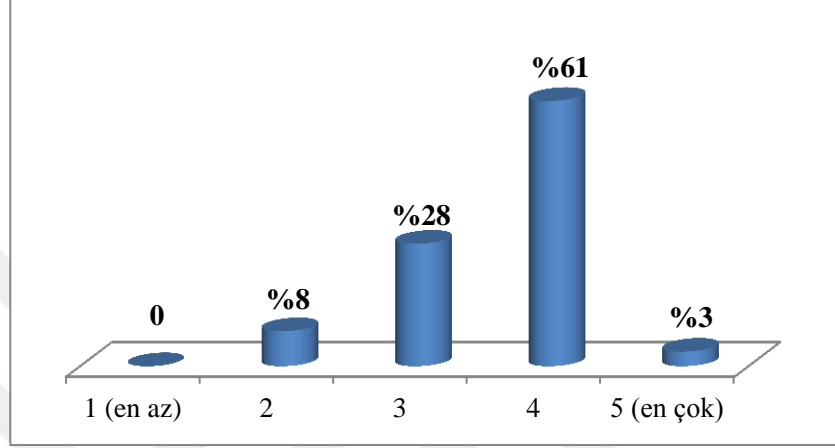
**Şekil 3.11.** Arazi çalışmalarında karşılaşılan zorluklar. FZ: Fiziksek Zorluklar, ÖBZ: Örnek (hayvan/bitki/mikroorganizma) Bulmada Zorluk, AKZ: Alerjenlerden Kaynaklanan Zorluklar, ÖFZ: Örnek Fotoğraflamadaki Zorluklar, SSD: Sağlık Durum Değişiklikleri.

**Çizelge 3.9.** Arazide yaşanan birden fazla zorluğa dair bildirimler. FZ: Fiziksek Zorluklar, ÖBZ: Örnek (hayvan/bitki/mikroorganizma) Bulmada Zorluk, AKZ: Alerjenlerden Kaynaklanan Zorluklar, ÖFZ: Örnek Fotoğraflamada Zorluklar, SSD: Sağlık Durum Değişiklikleri (f: frekans, %: yuvarlanmış yüzdesel değerler).

ZORLUKLAR	f	%
FZ + ÖBZ	68	45
FZ + ÖBZ + AKZ	28	19
FZ + ÖBZ + SDD	27	18
FZ + AKZ	25	17
FZ + ÖBZ + ÖFZ	22	15
FZ + ÖBZ + ÖFZ + SDD	14	9
FZ + ÖBZ + ÖFZ + AKZ	13	9
FZ + ÖBZ + ÖFZ	10	7

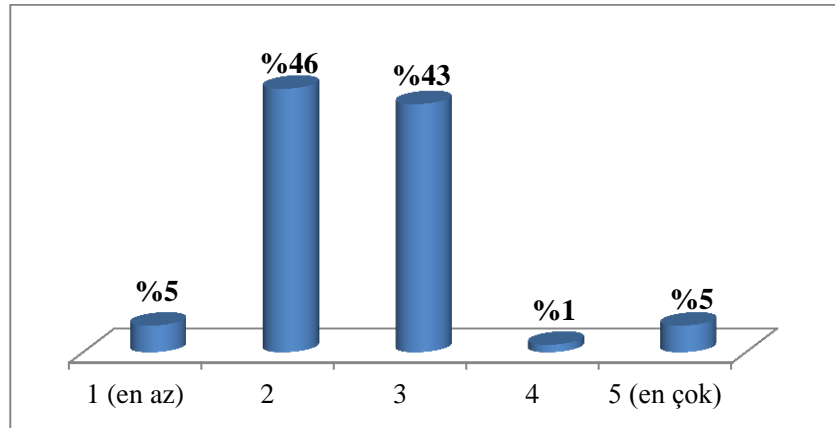


Anketin dördüncü bölümünde yer alan ve arazi çalışmalarına dair sıralama sorularına verilen yanıtlara göre; tümü arazi çalışmalarına katıldığını bildirmiş olan araştırmacılar arasında çok sık araziye çıkanların oranı %3, az çıkanların oranı da %8'dir. Ağırlıklı dağılım %61 ile "çok katılım" seçeneğindedir, bunu %28 ile orta düzeyde katılım izlemektedir (Şekil 3.12).

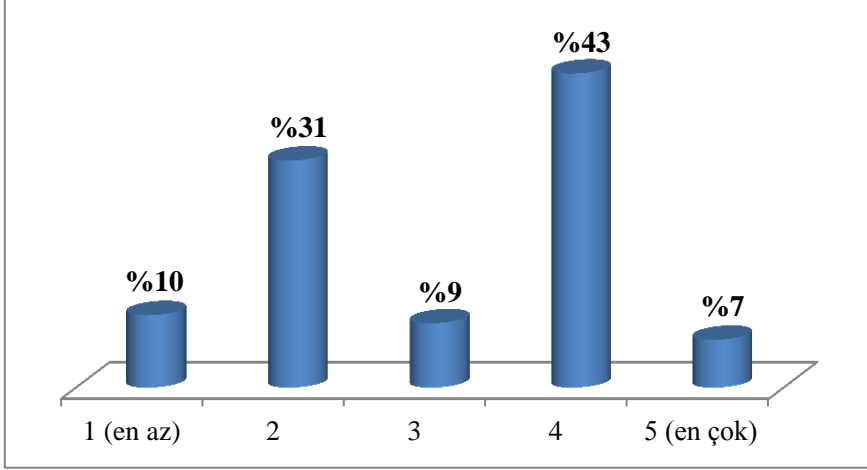


Şekil 3.12. Arazi çalışmalarına katılım sıklığı.

Katılımcılar arazi çalışmaları öncesindeki hazırlık eğitimlerinin yeterli olmadığını bildirdiklerinden (Şekil 3.13), arazide karşılaşılabilecekleri zorluklar konusunda "az" ve "en az" bilgilendirildiklerini ifade edenler toplamının % 41 (sırasıyla %31 ve %10) olması beklenebilir bir durumdur (Şekil 3.14). Ancak "çok" ve "en çok" bilgilendirildiklerini kaydeden katılımcı oranları toplamının %50 (sırasıyla %43 ve %7) olması dikkat çekmektedir (Şekil 3.14).



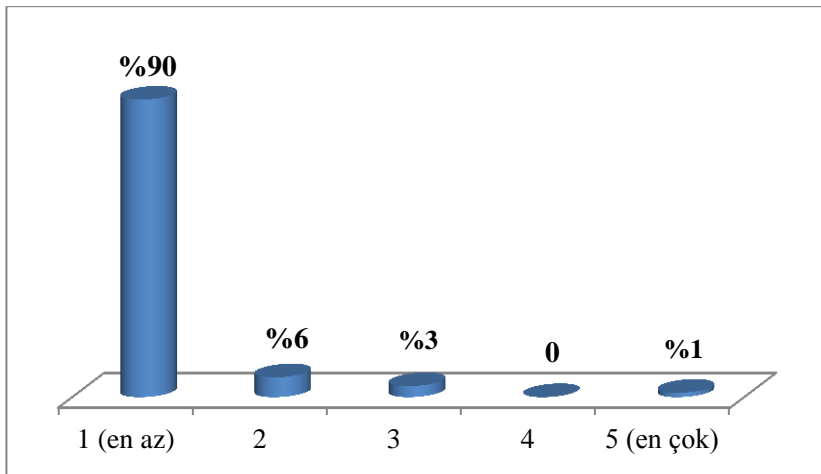
Şekil 3.13. Arazi çalışmaları öncesinde eğitim alma sıklığı.



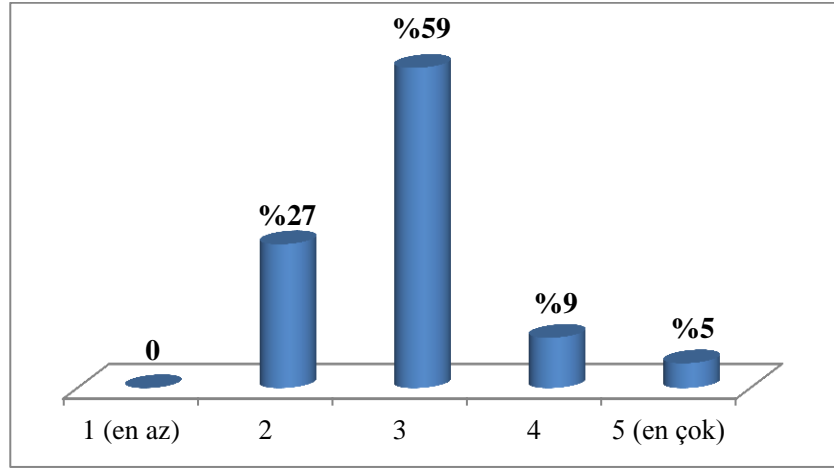
**Şekil 3.14.** Arazide karşılaşılabilecek zorluklar hakkında bilgilendirilme sıklığı.

Bu bilgilendirme oranına rağmen risk değerlendirmesi yapılma sıklığı çok düşük olarak beyan edilmiştir (Şekil 3.15).

İş sağlığı ve güvenliği bağlamında araziye çıkmadan önceki durumları hakkında yukarıdaki son üç soruda değerlendirmeler yapan katılımcıların, aynı bağlamda çalışma sırasında kişisel koruyucu donanım kullanma sıklıklarına ilişkin soruya verdikleri yanıtlar Şekil 3.16’da izlenmektedir. Buna göre kişisel koruyucu donanım kullanımında ağırlık %59 olarak “orta” sıklıktadır, kullanım sıklığını “en çok” olarak kaydedenlerin oranı yalnızca %5’dir.

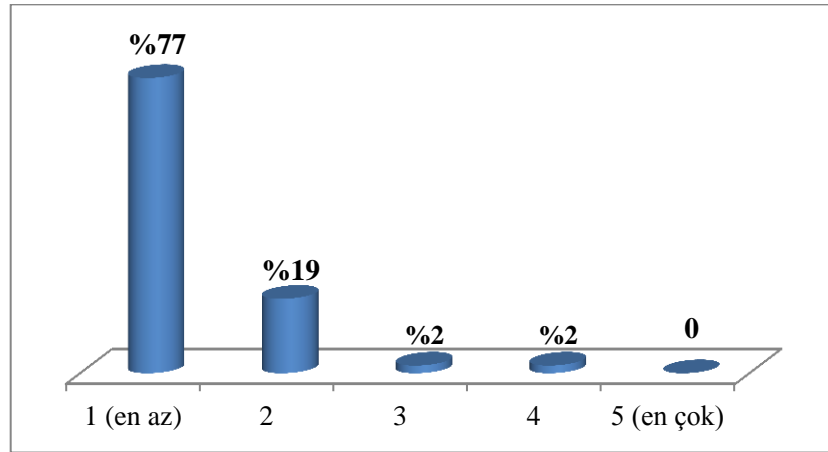


**Şekil 3.15.** Çalışma öncesinde risk değerlendirilmesi yapılma sıklığı.



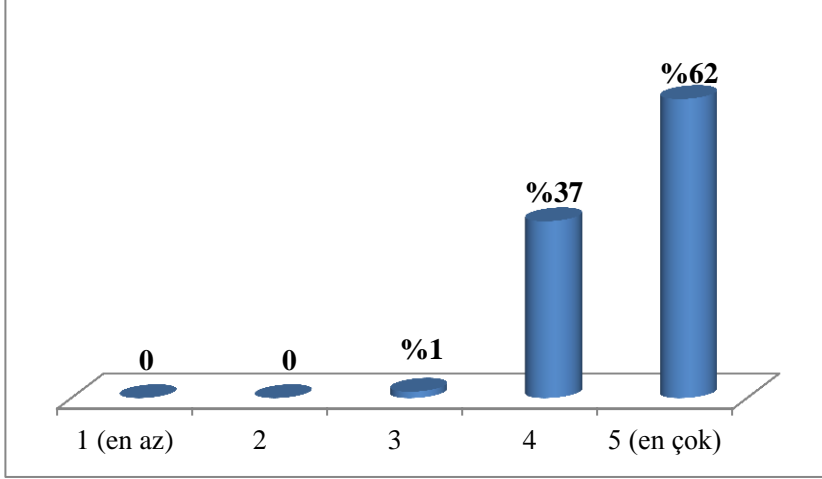
**Şekil 3.16.** Arazi çalışmasında kişisel koruyucu donanım kullanma sıklığı

Katılımcıların bildirimlerine göre arazi çalışmaları sırasında yönetim birimlerince denetim yapılma sıklığı çok düşüktür, bu soruyu “orta” derecede ve “çok” sık denetim yapıldığı yönünde yanıtlayanların oranı her biri için yalnızca %2’dir (Şekil 3.17).



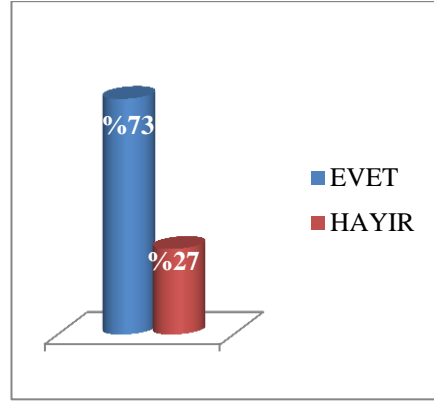
**Şekil 3.17.** Arazi çalışmalarında yerel yönetimlerce denetim yapılma sıklığı.

Arazi çalışmalarında gerçekleşen kazaların birim yöneticilerine ve diğer araştırmacılara bildirilme sıklığı yüksektir, katılımcılar “çok” ve “en çok” seçeneklerini sırasıyla %62 ve %37 olarak işaretlemişlerdir (Şekil 3.18).



**Şekil 3.18.** Arazi çalışmalarında gerçekleşen kazaların birim yöneticilerine ve diğer araştırmacılara bildirim sıklığı.

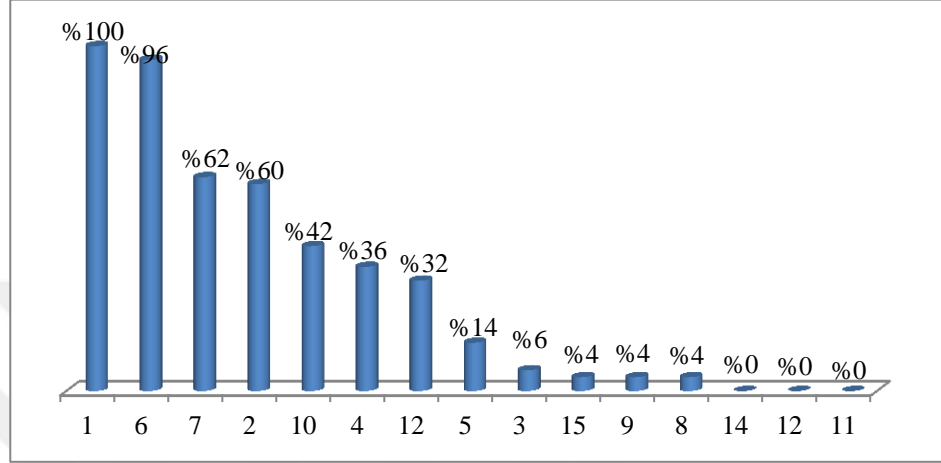
Arazi çalışmalarında gerçekleşmiş olan risk, zorluk ve kazalar anketin beşinci bölümünde yer alan sorulara verilen yanıtlar çerçevesinde ele alınmıştır. Katılımcıların %73'ü, geçmişte arazide bir riskle karşılaştığını yahut bir riske tanık olduğunu bildirmiştir. Hiçbir kişisel risk deneyimi ya da tanıklığı olmadığını bildirenlerin oranı da %27'dir (Şekil 3.19).



**Şekil 3.19.** Katılımcıların, "Geçmişte arazide herhangi bir risk, zorluk ve/veya kaza yaşadınız mı/yaşandığına tanık oldunuz mu?" sorusuna verdikleri yanıtların yüzdesel değerleri.

Şekil 3.20'deki grafikte, arazi çalışmalarında gerçekleşmiş olan risk, zorluk ve kazaların, anketin beşinci bölümünde yer alan ve yatay ekseninde sıra numaraları kaydedilmiş olan 15 soru uzantısındaki değerlendirmeleri izlenmektedir. Bu değerlendirmelere göre risk, zorluk ve/veya kaza

yaşadığını/gözlediğini kaydedenlerin hepsi zorlu hava koşullarını ilk sırada vermektedir, ikinci sırada %96 oranıyla kayma-düşme sonucu yaralanma gelmekte, bunu %62 ile ciddi bir sağlık sorunu olan kayma-düşme sonucu kırık-çıkık izlemektedir.



**Şekil 3.20.** Katılımcıların arazide karşılaştıkları/tanıd oldukları risk, zorluk ve kazalar (açıklama için lütfen metni izleyiniz).

Yangın, sel, tipi, çığ, heyelan gibi sık rastlanmayan doğa olaylarıyla karşılaştığını kaydeden katılımcı oranının da %60 olması dikkat çekicidir.

Alerji %42 oranındaki bildirimle tehlikeli-zehirli hayvanlarla karşılaşmış olmaktan (%36) daha önce yer almaktadır. Sindirim sistemi sorunları %32 oranında işaretlenmiştir. Bir risk olarak zehirli bitkilerle karşılaşma oranının (%14) tehlikeli-zehirli hayvanlarla karşılaşmaya göre yarıdan fazla düşük olduğu izlenmektedir. %10'dan düşük oranda işaretlenen seçenekler sırasıyla basınç farklarından kaynaklanan sorunlar (%6), “diğer” seçeneği olarak işaretlenenler ile sıcak-soğuk çarpmaları ve kayma-düşme dışında nedenlerle (kesici-delici alet ya da özel ekipman vb. kaynaklı) yaralanmalar (her biri %4) olarak kaydedilmiştir. Anafilaktik şok, ciddi sindirim sistemi sorunları ve boğulma olguları ise hiçbir katılımcı tarafından kaydedilmemiştir.

## 4. TARTIŞMA

Sunulan tezin ilk kısmı için EMA ölçümlerinin yapıldığı Ege Üniversitesi Fen Fakültesi (EÜFF) Biyoloji Bölümü çok kalabalık öğrenci, öğretim üyesi ve personel sayısı ile İSG araştırmaları için uygun bir çalışma ortamıdır. Çalışmanın yapıldığı dönemde toplam lisans öğrencisi sayısı 814 (örgün öğretimde 611 öğrenci, II. Öğretimde 202 öğrenci), toplam araştırmacı ve personel sayısı 90'dır. Bazı laboratuvar ve arazi araştırmalarına lisans öğrencileri de katılmaktadır. Bölüm laboratuvarlarında çok sayıda elektrikli ve elektronik cihaz mevcuttur. Tez çalışmasının ikinci basamağında kullanılan anket başta EÜ olmak üzere farklı üniversitelerde çalışan araştırmacılara uygulanmıştır.

İSG ilkeleri uzantısında planlanarak biyoloji laboratuvarlarındaki EMA şiddetlerinin ve biyolojik arazi çalışmalarındaki durumun belirlenmesi şeklinde iki ayrı alanda sürdürülüp tamamlanan bu tez çalışmasının sonuçlarına ilişkin tartışma ve değerlendirmeler de yine iki ayrı alt başlık altında verilmektedir.

### 4.1. Biyoloji Laboratuvarlarında EMA ve Etkileri

Bu konuda önce yöntemle dair değerlendirmelerin yapılması gerekmektedir. Öncelikle, sunulan tezde ölçüm mesafeleri Türkkan ve Pala'nın (2009) 3 cm, 30 cm ve 1 m olarak; Sarıkahya'nın ise (2014) 1 cm, 10 cm, 30 cm ve 1 m olarak kaydettiği mesafeler dikkate alınarak 1 cm, 5 cm ve 50 cm olarak belirlenmiştir. Özen vd. (2014) tarafından hastane merkez araştırma laboratuvarında yapılan ölçümlerde ise mesafeleri verilmemiştir, kullanılan fotoğrafların incelenmesiyle mesafenin 1-5 cm olduğu düşünülmüştür. Laboratuvar ortamında 1m ve hatta daha uzak mesafede EMA maruziyeti elbette sıklıkla mümkünse de aletlere 1 m mesafede çalışmak olası değildir. Ölçüm aralıklarının 1m mesafeye kadar daha sık olması ve hatta bu mesafenin ötesinde de ölçüm yapılması idealdir, ancak tez sınırlarının zorlayıcılığı nedeniyle sadece üç farklı mesafede ölçüm yoluna gidilmiştir.

İkinci olarak, ölçümler laboratuvarların çalışma saatleri içerisinde ve normal çalışma temposu sürerken alınarak kaydedilmiştir. Ghazikhanlou-Sani et al. (2018) tarafından Hamedan Üniversitesi Tıp Fakültesi ameliyathanelerinde EMA yoğunluğu belirlemeye yönelik araştırmada ise farklı ve daha kapsamlı bir yöntem kullanılmıştır. Buna göre cihazlara 10, 20, 50 cm. ve 1 m. mesafelerde önce her aletin EMA yoğunluğu diğer cihazlar kapalı durumda ve aletin sadece kendisi çalışırken; ayrıca ışıklar da dahil tüm alet ve sistemler kapalıyken; son olarak da farklı ameliyatlarda sırasında olmak üzere, üç ayrı tip ölçüm yapılmıştır.

Bu yöntem öncelikle her bir aygıt için özel ölçüm değerlerinin saptanması anlamında, ikincil olarak da tüm alet ve sistemler kapalıyken farklı kaynaklardan oluşan EMA yoğunluğunu belirlemek anlamında idealdir, üstelik farklı operasyonlar sırasında kullanılan farklı aletlerin EMA yoğunluklarının karşılaştırılmasına da olanak vermektedir. Sunulan tezde böyle bir yöntem uygulanması, çok farklı araştırmaların aynı anda sürdürüldüğü laboratuvarlarda herhangi bir aygıtın kısa süreli olarak dahi kapatılmasının ciddi sorun oluşturması nedeniyle mümkün değildi.

Bu durumda tezde kullanılan ölçüm yönteminin avantajı, ölçümlerin gerçek zamanlı ve gerçek durumlu olmasıdır, çünkü hiçbir laboratuvarında (ve hiçbir ameliyathanede) işlemler yürütülürken sadece tek bir aygıt çalışmaz. Dezavantajları ise laboratuvarların konumu ve standart donanımından (çevredeki baz istasyonları, elektrik-aydınlatma tesisatı vb.) kaynaklanabilecek EMA değerleri ile girişimden kaynaklanan farklılıkların belirlenememesi, ayrıca yerleşim uygunsuzluğu nedeniyle bazı aletlerden her yönde ölçüm alınamamasıdır.

Ölçümler konusunda ayrıca, Çal (2016) tarafından, uluslararası ve ulusal standartlar dikkate alınarak uygulanan yöntemin çok daha doğru olduğunun belirtilmesi gerekir. Sadece preliminere sonuçlara ulaşabilmek amacıyla, son derece kısıtlı maddi olanaklarla gerçekleştirilen bu tezde böyle bir yöntem uygulanması ne yazık ki mümkün olamadı.

Sunulan tezin ana sonucu, tüm mesafelerdeki EMA değerlerinin genel olarak ele alındığında, ölçüm yapılan aletlerin 2000 mG sınırını aşmadığı görülmüştür. Ancak yöntem sınırlamaları ve aşağıda detaylandırılacağı üzere maruziyet süresinin önemi asla unutulmamalıdır.

Karşılaştırmalarda bir ön fikir oluşturabilmek için sunulan Çizelge 4.1’de, günlük yaşamda kullanılan bazı elektrikli-elektronik aletler için WHO (1999) tarafından  $\mu\text{T}$  olarak verilen ölçümler mG’a dönüştürülmüş haliyle ( $1\mu\text{T}= 10\text{ mG}$ ) kaydedilmiş, ayrıca NIEHS-NIH tarafından (EMF, 2002) inç olarak ölçülen değerler de eklenmiştir.

Mesafe arttıkça EMA değerlerinin düştüğü bu çizelgede her mesafe için verilen en düşük ve en yüksek ölçüm aralıklarının çok geniş olması, ayrıca aynı tip aletler için yaklaşık aynı mesafelerde (5 cm ve 5,08 cm) ölçülen değerler arasındaki farklar çok dikkat çekicidir. Bu durum çok büyük olasılıkla farklı marka ve modeldeki çok sayıda cihazda ölçüm yapılmasından kaynaklanmıştır.

Çizelgeye göre en yüksek değerler saç kurutma makinesi ile tıraş makinesinde ölçülmüştür. Bu iki alet için de normal kullanım yani maruziyet sürelerinin dakikalarla ölçülecek kısalıkta olması bir avantajdır.



**Çizelge 4.1.** Günlük yaşamda sık kullanılan bazı ev aletlerinde farklı mesafelerde ölçülen en düşük ve en yüksek EMA şiddetleri. (\*) Alet kullanılırken oluşan EMA şiddeti ortamdaki EMA şiddetinden ayırt edilememiştir; (---) veri kaydedilmemiştir.

EN DÜŞÜK-EN YÜKSEK EMA ŞİDDETİ (mG)				
REFERANS→	WHO (1999)		EMF (2002)	WHO (1999)
MESAFE→	1 cm	5 cm	5, 08 cm	50 cm
CİHAZ			(2 inç)	
Saç Kurutma Makinesi	60-20.000	0,1-70	(*)-10	0,1-0,3
Tıraş Makinesi	150-15.000	0,8-90	(*)-10	0,1-0,3
Elektrik Süpürgesi	2.000-8.000	20-200	4-50	1,13-20
Floresan Lamba	400-4.000	5-20	(*)-8	0,2-2,5
Mikrodalga Fırın	730-2.000	40-80	1-30	2,5-6
Taşınabilir Radyo	160-560	10	---	<0,1
Fırın	10-500	1,5-0,5	(*)-1	0,1-0,4
Çamaşır Makinesi	8-500	1,5-3	(*)-6	0,1-1,5
Ütü	80-300	1,2-3	---	0,1-0,3
Bulaşık Makinesi	35-200	6-30	2-7	0,7-3
Bilgisayar	5-300	<0,1	1-3	-
Buzdolabı	5-17	0,1-2,5	1-10	<0,1
Renkli TV (tüplü)	25-500	0,4-20	(*)-8	0,1-1,5

Bilindiği, Çizelge 4.1’de görüldüğü ve Stam and Yamaguchi-Sekino (2017) tarafından da önemle kaydedildiği üzere, EMA maruziyeti öncelikle

kaynak cihazın maksimum çıkış gücü ve çalışma sırasında cihaza en yakın olunabilecek mesafe ile bağlantılıdır.

Sunulan tezde ölçüm yapılan her mesafede en yüksek EMA oluşturan ilk beş cihaz incelendiğinde ilk iki sıranın vorteks ve güç kaynağı olarak bütün ölçüm mesafelerinde değişmediği görülmüştür. Güç kaynağının (doğru akım) çıkış gücü 3000 VA (=3000W) olarak kaydedilmiştir ve elbette ki yüksektir. Nitekim Özen vd. (2014) tarafından da en yüksek EMA şiddeti 3-5  $\mu$ T (30-50 mG) olarak “pano odası duvarında” ölçülmüştür, araştırmacıların “pano” olarak elektrik panosunu kastettikleri düşünülmekte, fakat bu güç merkezine dair bilgi olmadığından herhangi bir karşılaştırma yapılamamaktadır. Aynı şekilde, ABD’de bir ilkokulda yapılan araştırmada (CPUC, 2016) sınıflarda 0,05  $\mu$ T (0,5 mG) olan EMA şiddeti elektrik kumanda odasında 1  $\mu$ T (10 mG) olarak ölçülmüştür. Ameliyathaneler için kullanılan yüksek voltajlı güç kaynağına 10 cm ve 50 cm mesafedeki EMA ise sırasıyla 46,75 mG ve 12,03 mG olarak, diğer aletler arasında ölçülen en yüksek değerdir (Ghazikhanlou-Sani et al., 2018). Kısaca güç kaynaklarının oluşturduğu EMA şiddetinin yüksek olması beklenen bir durumdur.

Ancak etiketinde çıkış gücü sadece 60 W olarak kaydedilmiş olan vorteks aygıtının her mesafede en yüksek EMA şiddeti kaynağı olması ilginç bir bulgudur. 1 cm mesafede en yüksek EMA yoğunluğunun ölçüldüğü vorteks aygıtı ile ikinci sıradaki güç kaynağı arasında çok büyük fark olması da dikkat çekmektedir. Vorteks için kaydedilen ölçümlerde standart sapmanın çok fazla olmasından da (Çizelge 3.1) anlaşıldığı üzere bu aygıtta değerler çok değişkendir. Özellikle çok yakın mesafede vorteks kullanımında çok daha dikkatli olunması gerektiği açıktır. Güç kaynağına çok yakın mesafede uzun süre bulunmamaya da dikkat edilmesi gerekmektedir.

Bu mesafede vorteks ve güç kaynağından sonraki sırada gelen döner buharlaştırıcı 5 cm mesafede dördüncü sıradayken, en uzak mesafe olan 50 cm mesafede yine üçüncü sıradadır. Muhtemelen ölçümler sırasında değişen girişimden kaynaklanan bu uyumsuzluk mevcut verilerle açıklanamaz.

Aletlere 5 cm mesafedeki ölçümlerde en yüksek değerler (Çizelge 3.4) sırasıyla yine vorteks ve güç kaynağında ölçülmüştür. Ancak vorteks için 5 cm mesafedeki değer 1 cm mesafeye göre neredeyse yedi kat azalması dikkat çekmektedir. Güç kaynağında ise azalma sadece 1.5 kattır. Bu durumda 1 cm-5 cm arasında kaynaktan uzaklaştıkça yoğunluğun azalması vorteks aygıtında güç kaynağına göre daha fazladır. 1 cm mesafede en yüksek EMA yoğunluğu sıralamasında (Çizelge 3.2) beşinci olan jel elektroforez burada üçüncü sıraya çıkarken, ilk sıralamada üçüncü olan döner buharlaştırıcı dördüncü sıraya inmiştir. Bu mesafede en yüksek değer ölçüldüğü beşinci alet ise inkübatör-3'tür.

Çalışma mesafesi olan 50 cm için en yüksek değerler yine sırasıyla vorteks ve güç kaynağına aittir (Çizelge 3.6) döner buharlaştırıcı üçüncü sıradadır. Vorteks için 50 cm mesafedeki değer 5 cm mesafede ölçülene göre neredeyse dokuz kat, güç kaynağı için de yaklaşık on bir kat daha azdır. Buna göre EMA şiddetinin bu iki mesafe arasında (5 cm-50 cm) düşmesi, bu kez güç kaynağında vortekse oranla daha fazladır. Ancak 1 cm-50 cm karşılaştırması yapıldığında vorteks EMA yoğunluğu 53 kat azalırken güç kaynağındaki azalma sadece 14 kattır. Döner buharlaştırıcı 5 cm mesafede  $19,73 \text{ mG} \pm 0,76 \text{ mG}$  EMA oluştururken 50 cm mesafede bu değer yaklaşık yedi kat daha azdır. En yakın mesafedeki sıralamada beşinci sırada olan inkübatör-3 çalışma mesafesinde yaklaşık beş kat azalan yoğunlukla dördüncü sıraya çıkmıştır. Son sıradaki CO<sub>2</sub> inkübatörü 1 cm mesafede en yüksek EMA oluşturan ilk beş alet arasında değildir, 5 cm mesafede oluşturduğu  $6,02 \pm 1,46 \text{ mG}$  EMA, mesafe 50 cm olunca yaklaşık üç kat azalmıştır.

Laboratuvarların fiziksel koşulları gereği birbirlerine ve duvara bitişik olarak konumlandırılmış olan bazı aygıtlar için sağ ve sol yandan ölçüm alınmadığını burada bir kez daha belirtmek gerekir. Bu sınırlama dikkate alınarak yapılan değerlendirmede, aynı amaçla kullanılan aygıtlar için çalışma mesafesinde ölçülen EMA değerlerinin farklı olduğu açıktır. Örneğin inkübatör-6 için ölçülen değer inkübatör-2 için ölçülenden yaklaşık altı kat daha fazladır. Hassas terazilerin 50 cm mesafede oluşturdukları EMA şiddetleri birbirlerine oldukça yakın ancak farklıdır. Her ikisinde de sağ ve sol yanlardan ölçüm alınamayan santrifüj-3 ve santrifüj-1 arasındaki fark yaklaşık 1,6 kattır. Aynı durumdaki etüv-

1, etüv-2'ye oranla 2,4 kat daha fazla EMA oluşturmaktadır. İSG açısından, farklı marka ve modeldeki cihazlar arasında tercih yapılırken EMA değerlerinin de göz önüne alınması önerilir.

Bir diğer sonuç, mesafe arttıkça EMA şiddetinde izlenen azalmanın bazı cihazlarda çok çarpıcı olmasıdır. Örneğin 1 cm mesafede  $42,81 \pm 2,73$  mG ile en yüksek EMA şiddeti oluşturan ilk beş cihaz içinde dördüncü sırada yer alan blok ısıtıcı, mesafe 5 cm olduğunda 6,93 mG ile ilk beşe girememektedir, 50 cm mesafedeki EMA şiddeti ise  $0,31 \pm 0,93$  olarak çok düşüktür.

Benzer durum 1 cm mesafede en yüksek değer ölçülen aygıtlar içerisinde  $41,38 \pm 1,81$  mG ile beşinci sırada yer alan jel elektroforez için de geçerlidir. Bu aygıtın EMA şiddeti 5 cm mesafede epeyce azalarak  $26,42 \pm 1,48$  mG'a düşmektedir. 50 cm mesafede ölçülen EMA şiddeti ise sadece  $1,48 \pm 0,52$  mG'dur.

Tüm mesafelerdeki ölçümler genel olarak ele alındığında da aynı amaçla kullanılan aygıtlar arasındaki farklılıklar bir kez daha dikkat çekmektedir. Örneğin inkübatörler arasında 1, 5 ve 50 cm mesafelerde en yüksek EMA ölçülen beş alet arasına sadece inkübatör-3 girmiştir. Oysa 1 cm mesafeden düşük ölçümlerin yapıldığı aletler inkübatör-4 ve inkübatör-5'dir. Üstelik inkübatör-2 de 5 cm mesafede en düşük değer ölçüldüğü aygıttır.

Mesleki EMA maruziyetinde sadece mesafenin değil diğer pek çok faktörün de mutlaka dikkate alınması gerekir. Giriş bölümünde de söz edildiği üzere, günlük yaşamda en yüksek maruziyet zaten işyerlerinde gerçekleşir, ABD'de 992 evde yapılan ölçümlere göre maruziyet ortalaması 0,9 mG olarak verilmiştir (EMF, 2002). Her 1,5 saniyede bir ölçüm yapan kişisel dozimetreye toplanan verilere göre, uyku sırasında sifıra yakın olan EMA yoğunluğu işe gidiş saatlerinde 7 mG'a çıkarak giderek yükselir, işyerinde öğle saatlerinde 13 mG civarındayken öğleden sonra 20 mG'a yaklaşır. Dönüş yolunda tekrar bir pik yapar ve giderek düşer. Yeraltı ve yerüstü elektrik hatlarını ile elektrikli ulaşım araçlarından yayılan EMA alanların etkisinde kalınan gidiş ve dönüş sırasında ölçülen değerler, dönüş için daha yüksek olmak üzere farklıdır (EMF, 2002). Ofis ortamında EMA maruziyeti hakkındaki bir diğer çalışmada ise (Silsüpür, 2014)

değerlendirmeler EA ölçümleri üzerinden yapıldığından tezdeki verilerle karşılaştırma olanağı bulunamamıştır.

Kısaca, herhangi bir işyerinde çalışmak evde oturmaya oranla zaten daha fazla EMA maruziyeti demektir. İşyerinin özelliğine göre değişen araç ve gereç kullanımı bu maruziyeti ayrıca etkileyecektir. Aynı rapora göre yine kişisel dozimetreye yapılan ölçümlerde, çalışma saatleri içerisinde sürekli elektrikli dikiş makinesi kullanan bir konfeksiyon işçisi için EMA maruziyeti ortalama 32 mG iken bir klimayı onaran elektrik teknisyeni için sadece 0,9 mG olarak verilmektedir. Devlet dairesinde çalışan bir memurun fotokopi makinesi kullanırken 15 mG'a yaklaşan, bilgisayarla çalıştığı saatlerde ise 50 mG'u geçen ortalama maruziyeti 9,1 mG'dur (EMF, 2002).

Sıradan bir iş gününde mutlaka bilgisayar kullanan araştırmacı biyologlar trafikte ve işyerinde zaten EMA'ya maruz kalırlar. Sunulan tezin materyalini oluşturan aygıtlar biyologların gün içerisinde ayrıca çok sık kullandıkları temel laboratuvar donanımlarıdır. Dolayısıyla biyologların laboratuvar ortamındaki EMA maruziyetlerinden kaynaklanan iş riskleri hem çalışmayanlara, hem de büro memurlarına göre daha fazladır.

Maruz kalınan EMA yoğunluğu maruziyet süresiyle birlikte değerlendirilmek zorundadır. Sıradan, günlük yaşamdaki maruziyette tıraş makinesi, saç kurutma makinesi, mikser, blender, elektrikli battaniye ve ütü dışındaki ev aletlerine genelde 1 cm mesafede bulunulacak süre sadece saniyelerle ifade edilen açma-kapama süresidir. Ayrıca ev aletlerinin ortalama kullanım süreleri yahut bir büro çalışanlarının mesai süresi sınırlıyken bir laboratuvarda sürekli alet başında ya da alet kullanmaksızın geçirilecek süre, yani mesleki maruziyet süresi çok daha uzun olabilir. Hatta bazı deneylerin 24 saat takip edilmesi gerekebilir. Üstelik mesleki maruziyet sadece bir aletten değil, o sırada çalışan tüm aletlerden ve genel çevreden kaynaklanır. Örneğin ölçüm yapılan laboratuvarların yakınında bulunan modemler, elektrik panoları, ölçümler sırasında çalışan çok sayıda cep telefonu; bina çevresinde yer alan baz istasyonları ve yüksek-alçak gerilim hatları da EMA kaynağıdır. Ancak sunulan

tezde elektromanyetik girişim ve toplamda maruz kalınan EMA hakkında bir değerlendirme yapılmamıştır.

ABD’de yapılan bir araştırmada (Zaffanella et al., 1997) nüfusun yaklaşık %76’sı için günlük ortalama maruziyet 1-2 mG olarak bildirilmektedir. Araştırma tarihi dikkate alındığında bu değer günümüzde daha yüksek olmalıdır, ancak ne kadar yüksek olursa olsun, laboratuvarında çalışma sırasında bunun çok üzerinde bir maruziyetin gerçekleştiği açıktır.

Üstelik, ICNIRP tavsiye limitlerinde alan şiddeti ve güç yoğunluğu için verilen referans düzeyleri, 6 dakikadan daha az maruziyet durumunda sınır değerlerdir (Güler vd., 2010). Biyologlar için bu süre de kesinlikle aşılmaktadır. Çünkü tezde ölçüm yapılan aletlerden bazılarının kullanım süresi dakikalarla ifade edilirken bazıları saatlerce ya da kesintisiz çalışmaktadır. Örneğin vorteks, pH metre, hassas teraziler ve spektrofotometre hemen sonuç veren, ancak yakın mesafede kullanılan cihazlardır. Buna karşın kesintisiz güç kaynağı, buz makinesi, inkübatör ve etüvler sürekli; otoklavlar genel olarak günde iki-üç kez, ikişer saat saat çalışır. Çalkalayıcı, jel elektroforez, PCR, HPLC, evaporatör, iklimlendirme kabini ve su banyosu ise yapılan araştırmada kullanılan materyale ve çalışma yöntemine göre bir-iki saatten birkaç güne kadar değişen sürelerde kullanılmaktadır. Ayrıca bazı cihazlarla birebir çalışılırken diğer bazı aygıtlara örnekler konur ve cihaz araştırmacıdan bağımsız olarak çalışmaya devam eder, başında beklenmesi gerekmez. Ama burada bir kez daha, bazı deneylerin günler ve hatta geceler boyu sürdüğünü hatırlatmak gerekir.

Özen vd. (2014) ölçüm yaptıkları hastane ortamında genel olarak manyetik alan dağılımının  $0,4 \mu\text{T}$  (4 mG) ve üzerinde olduğunu bildirmişlerdir, bu bulgu sunulan tezin bulgularıyla uygundur. Söz konusu araştırmacılar ölçüm mesafesini kaydetmemekle birlikte (1-5 cm olduğu tahmin edilmektedir) en yüksek değeri  $1-1,5 \mu\text{T}$  (10-15 mG) olarak santrifüj aletinde ölçmüşlerdir. Sunulan tezde 1 cm mesafede kod numarası 17 olan santrifüj aletinde 22,89 mG olan değer bundan daha yüksek, kod numaraları 16 ve 18 olan diğer iki santrifüjde ise sırasıyla 13,62 ve 11,18 mG olarak daha düşüktür. Ancak 5 cm mesafede ölçtüğümüz değerlerin

de hepsi Özen vd. tarafından ölçülenden çok daha düşüktür. Aynı amaca hizmet eden aletler arasında fark olduğu bir kez daha görülmektedir.

Giriş bölümünde özetlenen raporlara göre birçok kez vurgulandığı üzere elektromanyetik alanların sağlık etkileri hakkında henüz bir fikir birliği yoktur, ancak bu konuda temkinli olunması gerektiği de açıktır. Mesleki maruziyet açısından en fazla incelenen gruplar elektrik sektörü çalışanları ile sağlık çalışanlarıdır, ancak diğer meslek gruplarının riskleri de önemsiz değildir. Tezde sunulan verilere göre biyologlarda EMA maruziyetinin, örneğin büro personeline oranla daha yüksek olduğu açıktır. Bu maruziyet elektrik üretim-dağıtım-bakım-onarım sektöründe ve sağlık sektöründeki kadar yüksek şiddette olmamakla beraber sürekli dir.

İş gereği EMA maruziyetinin etkileri hakkında Kheifets et al., (2016) tarafından yayımlanan derlemede mevcut 104 raporun kapsamlı analizi yapılmıştır. Bu derlemenin temel sonucu, daha önce de birçok kez söz edildiği gibi, konuyla ilgili araştırma sonuçlarının uyumsuz ve çelişik olduğudur.

Örneğin çalışanlarda EMA maruziyetinin aritmiyle bağlantılı kardiyovasküler hastalıklara yol açabileceği öne sürülmüşse de (Savitz et al., 1999) meta-analiz verileri bunu doğrulamamaktadır. Benzer biçimde işyerinde sürekli EMA maruziyetinin Alzheimer ve ALS (amiyotrofik lateral sklerosis) hastalıkları için risk oluşturduğu yönündeki raporlar (Sobel et al., 1995; Sobel and Davanipour, 1996) sonraki yıllarda bazı araştırmacılar tarafından doğrulanmış olsa da (Feychting et al., 2003; Hakansson, 2003); meta-analiz sonuçlarında nörodejeneratif hastalıklarla, özellikle ALS ile EMA arasındaki bağlantı hakkında daha ayrıntılı çalışmalar gerektiği kaydedilmektedir. Derlemede, verilerin EMA-Parkinson hastalığı bağlantısını da doğrulamadığı bildirilmektedir.

Bu analitik çalışmada kadın ve erkeklerde EMA maruziyeti sonucu melatonin salgısının baskılanmasıyla meme kanserleri oluşabileceğine yönelik görüşlerin de kesinleştirilemediği, diğer kanser türleri ile EMA maruziyeti arasında doğrudan bağlantı olmadığı vurgulanmaktadır. Ancak lösemi ve beyin

kanserleri için küçük bir risk artışının göz ardı edilemeyeceği de belirtilmiştir. EMA-beyin tümörleri konusunda da daha ileri araştırmalar gerektiğini ayrıca Vila et al. (2018) da belirtmektedir.

Meta-analiz verilerine göre iş ortamında sürekli elektromanyetik alana maruz kalanların depresyon düzeylerinde anlamlı bir artış olduğunu gösteren çalışmalar da (Wijngaarden et al., 2000) yeterli değildir.

Görüldüğü üzere iş sağlığı ve güvenliği açısından EMA etkileri daha uzun yıllar tartışılacak gibi durmaktadır, ama ALARA ilkesiyle ifade edilen temkinli yaklaşım, olası etkileri engelleyebilmek için mutlaka belli önlemlerin alınmasını gerektirir. İş sağlığı ve güvenliği anlamında biyologların özel çalışma koşullarından kaynaklanan pek çok risk vardır. Bunlar içerisinde en az incelenen ve veri birikimi yok denecek kadar az olan risk, laboratuvar ortamında EMA maruziyetidir.

#### **4.2.Biyolojik Arazi Çalışmalarında Başlıca Tehdit Ve Riskler**

Ülkemizde bu konuda daha önce yapılmış herhangi bir araştırma olmaması nedeniyle tezin ikinci bölümünde yapılan ve bir ilk olma özelliği taşıyan anketin sonuçları da kendi içerisinde karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalar için öncelikle örneklemin tamamının arazi çalışmalarına katılmakta olduğunu (Şekil 3.7) ve korelasyon analizlerinin ayrı bir raporda değerlendirileceğini hatırlatmak isteriz.

Kişisel veriler açısından bakıldığında katılımcıların cinsiyet dağılımı (Şekil 3.4) beklenildiği gibidir. Diğer pek çok ülkede olduğu gibi ülkemizde de erkek araştırmacıların araziye daha fazla çıktığı bilinen bir gerçektir.

Katılımcıların eğitim düzeyleri ele alındığında en yüksek oranda araziye çıkan araştırmacıların doktora eğitimini bitirmiş oldukları, ikinci sırada olmaları beklenen yüksek lisans düzeyindeki araştırmacıların son sırada buldukları belirlenmiştir (Şekil 3.5). Bu veriler doktoralı araştırmacıların, kendi denetimlerinde yüksek lisans yapmakta olan araştırmacılarla birlikte araziye çıktıkları düşündürmektedir. Doktora eğitimini bitirmemiş katılımcı oranı



toplamının (%36+%26=%62), doktorasını tamamlamış katılımcı oranından (%38) fazla olması, eğitim düzeyi yükseldikçe ve doğal olarak yaş arttıkça sahaya çıkışın azaldığını göstermektedir.

Her üç eğitim düzeyindeki katılımcıların yaş dağılımları (Şekil 3.6) bu sonucu genel anlamda doğrular niteliktedir. Örneğin lisans eğitimini bitirmiş olanlardan en fazla araziye çıkanlar %39 ile 26-35 yaş dilimindeki katılımcılardır. Bunlara %17 oranı ile en genç yaş dilimi olarak belirlenen 25 yaş ve altındakiler eklendiğinde genç araştırmacılarda sahaya çıkışın daha fazla olduğu açıktır. Benzer durum yüksek lisans eğitimini tamamlamış olanlarla doktora eğitimini bitirmiş olanlar için de geçerlidir. Arazi çalışmalarına katılım sıklığının verildiği Şekil 2.12 bu çerçevede değerlendirildiğinde “çok sık” (%61) ve “orta derecede sık” seçeneklerinin ağırlıklı olduğu, kısaca araziye çıkış sıklığının, doğal olarak yaşla bağlantılı olduğu bir kez daha anlaşılmaktadır.

Ancak Şekil 3.5'e, lisans eğitimini bitirmiş olanlara dönüldüğünde, yukarıda kaydedilen genel doğrulamadan sapan bir veri dikkat çekmektedir: Bu grupta en düşük oran %5 ile en yüksek yaş dilimi olan 56 yaş ve üstünde değil, bir alt dilim olan 46-55 yaş grubunda kaydedilmiştir. Bu durumun, örneklem içerisinde yer alan özel şirket çalışanlarından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Bir diğer deyişle 55 yaş ve üzerinde, lisansüstü eğitimini de bitirmiş olan araştırmacıların üniversitelerde özel sektöre göre daha fazla sayıda olması, buna karşın özel sektör çalışanlarının çoğunlukla 55 yaş altında ve lisans mezunu olmaları beklenebilir bir olgudur. Katılımcılara çalıştıkları kurumlar sorulmadığı için sadece bir yaklaşım olarak değerlendirilen bu olgu, yüksek lisansını bitirmiş katılımcılar arasında 56 yaş ve üzerinde kimsenin olmamasıyla da desteklenmektedir.

Tartışmanın başlangıcında da belirtildiği üzere örneklemin tümü arazi çalışmalarına katılmaktadır. Ayrıca yine tüm örneklemin araziye çıkmadan önce saha hakkında bilgi edindikleri, spesifik ekipman ve kişisel koruyucu donanım kullandıkları (Şekil 3.7), iş sağlığı ve güvenliği eğitimi alma oranının da çok yüksek, %96 olduğu (Şekil 3.8) kaydedilmiştir. Ama özellikle sıralama sorularına

verilen yanıtlar durumun aslında böyle olmadığını, eğitimle içselleştirme arasında ciddi farklar bulunduğunu ortaya koymaktadır. Örneğin Şekil 3.13'te izlenmiş olduğu üzere çalışmalar öncesinde eğitim alma sıklığı “az” (%46) ve “orta” (%43) düzeylerde yoğunlaşan bir dağılım göstermektedir, üstelik en az seçeneği de %5 oranında işaretlenmiştir. Oysa çıkılacak arazi hakkında bilgi edinmek çalışma öncesi eğitimin olmazsa olmaz bir parçasıdır. Benzer biçimde Şekil 3.14'te verilmiş olan, arazide karşılaşılabilecek zorluklar hakkındaki bilgilendirilme sıklığının dağılımı da Şekil 3.7'deki verilerle uyumsuzdur. Katılımcıların tümü araziye çıkmadan önce saha hakkında bilgi ediniyorlarsa, bu bilginin her şeyden önce karşılaşılabilecek zorlukları kapsaması gerekir. Dolayısıyla zorluklar hakkında bilgilendirme sıklığında “en az” (%10) ve “az” (%31) seçeneklerinin tercihi açıklanamaz.

Saha hakkında bilgi edinme olgusu ayrıca Şekil 3.15'deki verilerle de uyumsuzdur, çünkü bu verilere göre çalışma öncesinde risk değerlendirilmesi yapılma sıklığı toplamda %96 olarak “en az” (%90) ve “az” (%6) seçeneklerinde yoğunlaşmıştır.

Daha da önemlisi Şekil 3.14 ile 3.15'teki verilerin birbirleriyle çelişmesidir. Arazide karşılaşılabilecek zorluklar hakkında (Şekil 3.14) katılımcıların toplam %59'u sırasıyla “en çok” (%7) “çok” (%43) ve “orta” (%31) sıklıkta bilgilendirildiklerini ifade etmişlerdir. Ancak risk değerlendirmesi yapılma sıklığı (Şekil 3.15), %90 oranında “en az” olarak işaretlenmiştir ve bir önceki veri setiyle hiçbir şekilde örtüşmemektedir. Halbuki “karşılaşılabilecek zorluk” kavramı “olası risk” kavramından bağımsız düşünülemez. Bu uyumsuzluğun temelinde de büyük olasılıkla, iş sağlığı ve güvenliği eğitiminin bu çok özel konudaki yetersizliği yatmaktadır.

Risk analizi çeşitli arazi koşullarında gerçekleştirilecek araştırmalar sırasında potansiyel tehditlerin belirlenmesi, bu tehditler neticesinde ortaya çıkacak risklerin yönetilebilir olup olmadığının değerlendirilmesidir (Gürgen ve Çalışkan, 2009). Türkiye'de risk analizi göreceli olarak yeni bir kavramdır, yasal düzenlemelerle zorunlu tutulan çalışma alanları dışında çoğunlukla

önemsenmemekte, hatta bazen zaman kaybı olarak görülüp yapılmamaktadır. Tezin konularından birini oluşturan biyolojik arazi çalışmaları, öncesinde risk analizi yapılması zorunlu olmamakla birlikte çok özel bir iş alanıdır. İş sağlığı ve güvenliği açısından ele alındığında, bu çok özel iş öncesinde katılımcıların tümü sahaya dair bilgi edindiklerini bildirmişlerdir, ancak bu bilgilerin risk analizinde kullanılmadığı, dolayısıyla bilgi edinmenin çok da anlamlı olmadığı anlaşılmaktadır. Kısaca, “arazi öncesi saha hakkında bilgi edinmek” ve “karşılaşılabilecek zorluklar ve risklerin değerlendirilmesi” kavramlarının sağlam bir temele oturmadığı, içselleştirilmediği, genel iş sağlığı ve güvenliği eğitiminin bu özel alan için ne yazık ki yeterli olmadığı sonucuna bir kez daha varılır.

Arazi öncesi özel eğitimin eksiklikleri ve belli standartlara bağlanmamış olması mesleki anlamda ciddi bir sorun olarak kaydedilmiştir. Çalışanların sağlığı ve güvenliği için, lisans döneminde zorunlu seminerler düzenlenerek biyolojik arazi çalışmaları hakkında özel eğitim verilmesinde büyük yarar bulunmaktadır.

Çok önemli bir diğer konu da, tümü araziye çıkan katılımcıların ilkyardım eğitimi alma oranının sadece %48 olmasıdır (Şekil 3.8). Yerleşim alanlarından, sağlık kuruluşlarından uzak, bazen yolu olmayan ıssız bölgelerde günlerce, haftalarca, farklı araçlarla yahut yürüyerek dolaşmayı ve kalmayı, bazen yüzme ve dalmayı da gerektiren koşullar düşünüldüğünde ilkyardım eğitimi almış olmanın hayati önemi tartışılmaz. İdeal olan, arazi çalışmalarına katılımın ilkyardım eğitimi alma koşuluna bağlanmasıdır, ancak uygulamadaki zorluklar düşünüldüğünde çalışma ekibinde bu eğitimi almış en az bir kişinin bulunması yoluna gidilebilir.

Saha çalışması öncesindeki sürece dair Şekil 3.9’da sunulmuş olan verilerde, tıbbi değerlendirme ve aşılınmaların yapılma oranının (%91) yüksekliği memnuniyet, çalışma öncesinde yerel yönetim birimlerinden izin alma zorunluluğu olmadığını bildiren katılımcı oranının %97 olması ise endişe vericidir. Oysa yerel yönetim birimlerince, sahada araştırmacıların bulunduğunun bilinmesi de yaşamsal önem taşır. Günümüz iletişim koşullarında bu durumun çok önemli olmadığını düşünmek yanıltıcıdır, araştırmacılar cep telefonlarının

“çekmediği” durumlarla çok sık karşılaşırlar. Bu nedenle çalışma öncesinde ilgili birimlere tarih aralığı ve olası güzergâh hakkında mutlaka bilgi verilmesinin ve dönüşte de bildirim yapılmasının sağlanması gerekir. Yerel yönetim birimlerine, can güvenliği tehdidi bulunan çok özel bölgeler dışında herhangi bir bilgilendirme ve bildirim yapılması zorunlu olmadığından, arazi çalışmaları sırasında bu birimlerin denetim yapma oranı da çok düşüktür (Şekil 3.17).

Bu süreçteki duruma dair ilginç bir diğer sonuç, katılımcıların %27’sinin arazide kullanılan/karşılaşılan tehlikeli maddeleri/canlıları tanımadıklarını bildirmeleridir (Şekil 3.9). Bu bildirim hem genel anlamda lisans eğitimiyle, hem de özel anlamda iş sağlığı ve güvenliği eğitimi ile arazi çalışmaları öncesi alınan eğitimlerin yetersizliği ile bağlantılı olmalıdır.

Katılımcıların arazide çalıştıkları sürece dair veriler değerlendirildiğinde çalışma sırasında kullanılan kişisel koruyucu donanımların başında araziye uygun ayakkabı gelmektedir, bu seçeneği tüm katılımcılar işaretlemiştir (Şekil 3.10). Ancak karasal arazide sürekli yürüme-dolaşma, çoğunlukla tırmanma vb. eylemlerin gerçekleştiği düşünüldüğünde, “uygun ayakkabı” tanımının çok geniş anlamda ve halk arasındaki tanımıyla “spor ayakkabısı” olarak değerlendirildiği anlaşılmaktadır. Çünkü özel koşullara gerçekten uygun, örneğin tabanı kaymaları önleyen, burnu takviyeli, ayak bileğini yeterince destekleyen... ayakkabılar tercih edilmiş olsaydı, arazide gerçekleşmiş olan risk, zorluk ve/veya kazaların başında %96 ile kayma-düşme sonucu yaralanmanın, ikinci sırada da kayma-düşme sonucu kırık-çıkık olgularının (Şekil 3.20) gelmemesi beklenirdi. Tüm kayma-düşme olgularının elbette ki ayakkabılardan kaynaklanmadığı gerçeği, araziye özel ayakkabı seçiminin önemini azaltmaz.

Kişisel koruyucu donanımların başında gelen uygun ayakkabı seçeneğinden yola çıkılarak başka sonuçlara da varılabilir: Katılımcıların hepsi araziye uygun ayakkabı kullandığını bildirmişken, kullanım sıklığını “en çok” olarak kaydedenlerin oranı yalnızca %5’tir, kişisel koruyucu donanım kullanımında ağırlık %59 olarak “orta” sıklıktadır (Şekil 3.16). Bu veri seti, katılımcıların büyük olasılıkla “kişisel koruyucu donanım” tanımı içerisine uygun

ayakkabıyı dahil etmediklerini ve “donanım” sözcüğünü çok daha spesifik olarak algıladıklarını, yani iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin yeterli olmadığını düşündürmektedir. Ancak bu düşünce doğru olmayabilir, çünkü uygun ayakkabı hem Şekil 3.10’da, hem de Çizelge 3.8’de kişisel koruyucu donanım arasında sayılmıştır ve Çizelge 3.8’de görüldüğü üzere 150 katılımcıdan 138’i de, uygun ayakkabıyı eldivenle birlikte kullandığını bildirmiştir. Üstelik uygun ayakkabı seçeneği bütün kişisel koruyucu donanım kombinasyonları içerisinde yer almaktadır (Çizelge 3.8). Dolayısıyla %100 olan uygun ayakkabı kullanım oranıyla, ağırlıklı dağılımı %59 ile “orta” olan, dahası, %27 ile “az” şeklinde bildirilen kişisel koruyucu donanım kullanma sıklığı arasındaki uyumsuzluk ve çelişkiler açıklanamamaktadır.

Kişisel koruyucu donanım kullanımı bu çelişkiler dışında değerlendirildiğinde göz/yüz ve solunum bölgesi koruyucuları ile emniyet kaskları kullanımının (sırasıyla %27, %7 ve %5) oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu durum büyük olasılıkla çalışma yapılan bölgelerin coğrafi nitelik ve özellikleriyle bağlantılı olmalıdır. Çalışmalar çoğunlukla karasal ve açık arazide yapılmaktadır, örneğin mağaralarda, yüksek ve tehlikeli dağlarda yahut açık denizde, yeraltı gölleri ve nehirlerinde, bataklıklarda ya da su altında yapılan, yahut ekstrem koşullarda yaşayan organizmalara yönelik araştırmalar çok daha az sayıdadır. Nitekim hem Şekil 3.10’da dalgıç giysileri vb. gibi çok özel donanımı kapsayan “diğer” seçeneğini işaretleyenlerin oranı sadece %1’dir; hem de Çizelge 3.8’de dörtlü kombinasyonları işaretleyen araştırmacı sayıları çok düşüktür.

Çalışmalar sırasında karşılaşılan zorlukların (Şekil 3.11) başında %91 oranıyla fiziksel koşulların gelmesi şaşırtıcı değildir, arazi koşullarının zorlayıcılığı ortadadır. İkinci sırada gelen ve %56 oranında işaretlenen örnekleme güçlükleri de doğanın biyolojik organizasyonu ile bağlantılı olarak yine kolayca tahmin edilebilir bir zorluk olarak Çizelge 3.9’da sıralanan çoklu kombinasyonların biri hariç hepsinde yer almaktadır.

Saha çalışmalarında karşılaşılan zorluklar arasında alerjenlerden kaynaklanan sorunlar için hesaplanan %31 oranı, son yıllarda toplumun hemen

her kesiminde alerjik reaksiyonların arttığına dair genel bilgilerle örtüşmektedir. Örnekleri fotoğraflamada yaşanan zorluk ilk planda teknik bir sorundur, ancak zorlu fiziksel koşullarda, özellikle çok hızlı hareket eden, bazıları saldırgan davranışlar sergileyebilen canlılardan görüntü almaya çabalarken ciddi iş kazaları olabileceği hiçbir zaman unutulmamalıdır.

Son sırada %3 oranıyla sağlık durum değişikliklerinin yer alması ise büyük olasılıkla katılımcıların göreceli genç yaşlarıyla bağlantılıdır.

Uygulanan anketin son bölümünde değerlendirilen veriler, riskle karşılaşan ya da risk yaşandığına tanık olan katılımcı oranının %73 olduğunu ortaya koymakta (Şekil 3.19) ve biyolojik arazi çalışmalarının iş sağlığı ve güvenliği anlamında özel olarak ele alınmaları gerektiği yönündeki düşünceleri doğrulamaktadır.

Bu verilere göre (Şekil 3.20)günümüz teknolojisinde hava durumuna dair uzatılmış tahminlere ulaşmak son derece kolayken arazide zorlu hava koşullarıyla karşılaşmayan katılımcı yoktur. Ama araziye çıkış takvimleri çok farklı özellikteki canlıların hayat çevrimleri, doğada gözlenebilme zamanları, ayrıca araştırmacının çalışma takvimi, eğitim-öğretim dönemleri... gibi birçok değişken dikkate alınarak planlanmak zorundadır, yani zorlayıcı hava koşullarından kaçınmak olası değildir. Bu durumda uygun kişisel koruyucu donanımın, özellikle uygun ayakkabı ve dayanıklı giysi seçimin önemini bir kez daha vurgulamak gerekir.

Kayma-düşme sonucu yaralanmalar (%96) ve kırık-çıkıkların (%62) çok sık rastlanan sağlık sorunları olması uygun ayakkabı seçiminin önemini tekrar hatırlatmaktadır. Araştırmacıların baton vb. destekler kullanmasının kayma ve düşmeleri önlemede yararlı olabileceği açıktır. Yaşanması hiç istenmeyen bu ciddi sağlık sorunlarından kaçınma konusunda saha çalışmaları için özel eğitimin, risk değerlendirmesinin ve bilhassa ilkyardım eğitimin önemi tartışılmaz.

Bu çerçevede şaşırtıcı bir bulgu yangın, sel, tipi, çığ, heyelan gibi sık rastlanmayan doğa olaylarıyla karşılaştığını bildiren katılımcı oranının %60 olmasıdır ve herhangi bir şekilde açıklanamamaktadır. %42 oranıyla

Alerjenlerden kaynaklanan sorunlar Şekil 2.11’de %31 oranında bildirilmiş, bu oran Şekil 3.20’de %42’ye çıkmıştır. Ancak bu artış uygulanan anket tekniğinden kaynaklanmaktadır, Şekil 2.11’de bizzat karşılaşılan sorunlar dikkate alınırken Şekil 2.20’de buna tanık olunan olgular da eklenmiştir. Çok tehlikeli bir anafilaktik şok tablosu uzantısında ölüme bile yol açabilecek alerji sorununun; eldiven, göz/yüz ve solunum bölgesi koruyucularının kullanımıyla bir ölçüde engellenebileceği asla unutulmamalıdır.

Zehirli hayvan ve bitkiler, çeşitli hastalıklara neden olabilecek bakteriler, mantar ve polen gibi alerjik reaksiyonlara sebep olabilecek bitkiler ve kene, sülük gibi bir arazi çalışmasında karşılaşılmaması çok muhtemel olan parazitler biyolojik tehditlerdir (Gürgen ve Çalışkan, 2009). Sunulan tezde tehlikeli-zehirli hayvanlarla karşılaşan araştırmacıların oranı %36 olarak hesaplanmıştır, ama Şekil 3.9’da, arazide kullanılan/karşılaşılan tehlikeli maddeleri/canlıları tanımayan katılımcı oranı da %27’dir. Dolayısıyla çok açık, tartışmasız tehditler dışında tehlikeli-zehirli hayvan tanımının bilgi yetersizliği uzantısında kişisel deneyime bağlı olabileceği akla gelmektedir. Zehirli bitkilerden kaynaklanan riskler için de benzer bir yaklaşım getirilebilir. Diğer riskler ve kazalar oldukça düşük oranlarda kaydedilmiştir.

Son olarak, arazi çalışmalarında gerçekleşen kazaların birim yöneticileri ve diğer araştırmacılara bildirilmesi sıklığının toplamda %97 ile çok yüksek olan (Şekil 3.18) olması, deneyimlerin aktarılmasının İSG anlamında olumlu olduğunun göstergesidir.

Bütünsel bir değerlendirmeyle, sunulan anket çalışmasının Türkiye’de biyolojik arazi çalışmalarıyla ilgili ilk veri setini, dolayısıyla konuya dair farklı yaklaşımlar için başlangıç noktasını oluşturduğu düşünülmektedir. Diğer ülkelerdeki durumla karşılaştırıldığında bilhassa ülkemiz üniversitelerinde bu konuyla özel anlamda ilgilenilmediği açıktır.

Üniversitemizde arazi çalışmalarına çıkış işlemleri üniversite personeli ve lisansüstü öğrenciler için genel görevlendirme/izin kurallarına bağlıdır. Genel

kural personel için görevlendirme yapılması, lisansüstü öğrenciler için de bağlı buldukları lisansüstü eğitim enstitülerinden izin alınmasıdır. Dolayısıyla örneğin bir bilimsel toplantıya katılım için görevlendirme/izin ile araziye çıkmak için görevlendirme/izin arasında bir fark yoktur. Arazi çalışmaları için yapılan görevlendirmelerde ekip sorumlusunu bildirme zorunluluğu yoktur, eğer çalışma bir bilimsel araştırma tezi/projesi kapsamında ise sadece tez/proje yürütücüsü belirtilmektedir. Tez/proje kapsamında olmayan araştırmalarda ekip üyelerinin sıralaması sadece akademik unvan gözetilerek yapılmaktadır.

Oysa ABD, Kanada, İngiltere gibi ülkelerde arazi çıkış işlemleri ve arazi çalışmasındaki sorumluluklar, çalışmanın planlamasından başlayarak çok daha katı kurallara bağlıdır. Örneğin UTOEHS (2001) belgesinde sorumlular başta dekan/bölüm başkanı olmak üzere akademik yönetici, ekip lideri ve ekip üyeleri olmak üzere sıralanmıştır. Risk değerlendirmesi yapmak, gerekli izinleri almak, ekibi zincirleme olarak bilgilendirmek ve bir üst sorumluya yazılı bir çalışma planı sunmak üniversitenin özel biriminde iş sağlığı ve güvenliği eğitiminden geçmiş olması gereken akademik yöneticinin sorumluluğundadır. Ekip lideri araziye uygun güvenlik ekipmanından, güvenlik prosedürlerinden ve tıbbi önlemlerden sorumludur, arazide ortaya çıkabilecek herhangi bir güvenlik sorununu çözecek, üst sorumlularla sürekli iletişimde olacak, tüm kaza, hastalık ve diğer acil durumları derhal bildirecektir. Takım üyeleri arazi çalışmasının riskleri hakkında bilgi edinmek, üst sorumlular tarafından belirlenen uygun donanımı kullanmak, hem kendilerini hem de ekibin diğer üyelerini tehlikeye atmayacak şekilde çalışmak zorundadır. Üyeler kişisel bakım ve sağlık için gerekenleri (sigorta ve aşı belgeleri, ilk yardım kiti, yiyecek-içecek, kişisel koruyucu donanım, kalmak için gerekli donanım vb) taşımak, kişisel sağlık ve aşılama durumlarını belgeyle beyan etmek; herhangi bir hasar, kaza, hastalık, acil durumu derhal yazılı olarak üst sorumlulara rapor etmek zorundadırlar. Belgede ancak çok gerekli ve zorunlu durumlarda gerçekleşebilecek tek başına çıkışların büyük risk taşıdığı da belirtilmiştir.



UCEA (2005) belgesi hem sosyal bilimlerde hem de fen bilimlerinde kampüs dışında yapılacak araştırmaları ele almıştır ve planlama, risk değerlendirmesi, yönetim, sürdürme, kişisel koruyucu donanım, iş sağlığı ve güvenliği anlamında çok daha ayrıntılıdır. Araştırmacılarından varsa özel engellerini (işitme-görme sorunları, eklem problemleri, kronik ağrılar vb) kişisel sağlık durumlarını (solunum-dolaşım problemleri, kan hastalıkları, astım, diyabet, epilepsi, sindirim sistemi sorunları, psikolojik sorunlar...) tüm detaylarıyla bildirmeleri talep edilmektedir. Ekipte en az bir kişinin ilkyardımdan eğitimi almış olması kuvvetle tavsiye edilmektedir.

UCFEHS (2017) belgesinde de arazi çalışmalarında bölüm başkanından başlayarak takım lideri ve takım üyelerinin sorumlulukları sıralanmış; gereken ilkyardımdan ve tıbbi bakım malzemeleri, tehlikeli hayvanlar ve hastalıklar hakkında genel bilgi verilmiş; çok zorunlu olmadıkça araziye yalnız çıkılmaması, iş sağlığı ve güvenliği açısından en az iki kişi olması gerektiği vurgulanmıştır.

DUDMOES (2017) ve ASUEHS (2018) düzenlemelerinde kazalara, ilkyardımdan ve tıbbi bakım bilgilerine vurgu yapılmakta, OEHS (2018) belgesinde de olduğu gibi baş araştırmacı ve proje lideri olarak kademeli sorumluların da belirtildiği bir arazi çalışmaları güvenlik planı yer almaktadır.

Verilen örneklerde izlendiği üzere diğer ölkelerde arazi çalışmaları ayrıntılı prosedürler çerçevesinde gerçekleştirilmektedir.

## 5. SONUÇ

Bu çalışmanın ilk kısmında ölçümü yapılan aygıtların oluşturduğu elektromanyetik alan yoğunluğunun ülkemizde kabul edilen güvenlik limitinin altında olduğu görülmektedir. Fiziksel yer sıkıntısı nedeniyle fazla sayıda aygıtın çok yakın konumlandırılmış olmasından, ayrıca laboratuvarlarda kullanılan standart aydınlatmalardan, sıva altı elektrik donanımlarından, araştırmacıların bilgisayar, tablet ve cep telefonu gibi kişisel elektrikli ve elektronik aygıtlarından ve civardaki baz istasyonlarından kaynaklanan ve bu çalışmada ölçülemeyen girişimler de söz konusudur. Bütün bunlar çalışma ortamlarının EMA yoğunluğunu ve şiddetini artıracak faktörlerdir.

EMA etkisi ile ilgili standartların birbirleriyle uyumsuzluğu ve yeterince kesin olmaması, hiçbir kesin risk olmadığına kanıtı değildir; tüm riskler için temkinli yaklaşım benimsenmelidir.

İlk kısım için varılan genel sonuç, biyologların laboratuvarlarda görece yüksek EMA'ya, uzun süreli maruz kaldıklarıdır.

Tezin ikinci kısmı için yapılan değerlendirmelere göre, araştırmacıların arazi çalışması öncesinde hazırlık eğitimi alarak olası riskler konusunda bilgi edinme oranı düşüktür. Saha çalışmaları sırasında ise öncelikle, kullanılması gereken KKD hakkındaki bilgilerin ve bunların doğru kullanımının tam olarak edinilemediği ve sağlanamadığı; yeterli risk değerlendirmesi ve denetimi yapılmadığı, ancak gerçekleşen risklerin bildiriminin tam olarak sağlandığı anlaşılmaktadır.

İkinci kısmının genel sonucu ise ülkemizde biyolojik arazi çalışmalarının iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirilmediği; risk öngörüsü, planlaması ve değerlendirilmesi konularının içselleştirilmediği, diğer ülkelerle karşılaştırıldığında prosedürün son derece yetersiz olduğudur.

## 6. ÖNERİLER

### 6.1. Laboratuvar Ortamında Maruz Kalınan Elektromanyetik Alanlara Yönelik Öneriler

İş güvenliği açısından çalışma alanları az tehlikeli, tehlikeli ve çok tehlikeli olmak üzere üç şekilde gruplandırılmaktadır. Ölçümlerin yapıldığı Ege Üniversitesi Biyoloji Bölümü laboratuvarları okul kapsamında değerlendirildiğinden, az tehlikeli çalışma alanları içerisinde yer almaktadır. Bu alanlarda her türlü risk denetiminin 6 yılda bir yenilenmesi gerekmektedir.

Bu tez çalışması çerçevesinde iş sağlığı ve güvenliği açısından EMA maruziyetinden ve olası etkilerinden mümkün olduğunca kaçınmak için öneriler aşağıdadır:

- 1) Laboratuvar riskleri içerisinde değerlendirilen EMA etkilerinin belirlenmesi hukuki ve tıbbi bir zorunluluktur. 2004/40/EC sayılı AB direktifi, EMA'ya maruz kalan işçilerin risk değerlendirmesine tabi tutulup, sağlık durum değişikliklerinin incelenmesi ve eğitimlerinin verilmesi gerektiğini belirtmektedir (İlhan, 2008).
- 2) Buna göre araştırmacıların periyodik olarak muayeneleri yapılmalı ve sağlık testlerinden geçirilmeleri sağlanmalıdır.
- 3) Profesyonel ekipler tarafından çok daha detaylı biçimde yapılacak EMA ölçümleri de periyodik olarak tekrarlanmalıdır.
- 4) Mevcut durumda alınabilecek temel önlem bütün araştırmacıların EMA maruziyeti konusunda bilgilendirilmeleridir. Araştırmacılara kullandıkları cihazların teknik özellikleri ile birlikte EMA düzeyleri ve potansiyel riskler konusunda eğitim verilmelidir. Bu eğitimlerde kendilerini korumak için alabilecekleri basit önlemlerin neler olduğu ve çalışma sırasında cihazla olan çalışma mesafesinin ne kadar önemli olduğu mutlaka belirtilmelidir.

- 5) Hamileler özel risk grubundadır. Temkinli yaklaşım gereği, gebelik sırasında laboratuvarlarda bulunulacak sürenin olabildiğince kısa olmasında yarar vardır.
- 6) Risk değerlendirmesini sürekli hatırlatmak ve kolaylaştırmak için laboratuvarlarda ve/veya cihazların üzerinde, uygun boyutlarda hazırlanan, EMA düzeyleri ile ilgili bilgilendirme afişleri ve etiketleri bulundurulmalıdır. Bu notlarda mutlaka ALARA ilkesine gönderme yapılmalıdır.
- 7) Ölçümlerin yapıldığı laboratuvarlardaki bazı cihazlar birbirlerine bitişik; çalışma-dinlenme alanları da cihazlara yakın konumlandırılmıştır. Her laboratuvar için cihaz sayısının azaltılması ve alanların olabildiğince genişletilmesi yoluna gidilebilir.
- 8) Cihazların en çok EMA yaratan bölgeleri olan arka yüzleri mutlaka kullanılmayan alana dönük olacak şekilde konumlandırılmalıdır.
- 9) Laboratuvarda çalışılacak sürelerin olabilecek en kısa biçimde planlanmasına, özellikle cihazlar prize takılı ve/veya çalışır durumdayken yakın mesafede bulunulmamasına dikkat edilmelidir. Cihazlar prize takılıyken sürekli elektrik alanı oluşturduğundan, kullanılmayan cihazların fişlerinin prizlerden çıkarılmış olması gereklidir.
- 10) Araştırması yapılacak olan materyale ve çalışma metoduna göre cihazın çalışması sağlandıktan sonra, birebir cihazla çalışmak gerekmiyorsa mümkün olduğunca uzağında durulmalı ve çalışma tamamlandıktan sonra eğer cihaz kullanılmayacaksa mutlaka kapatılmalı ve elektrik bağlantısı kesilmelidir.
- 11) Güç kaynağı ve vorteks gibi yüksek EMA yayan ve sürekli çalışma halinde bulunan cihazlardan mümkün olduğunca uzak durulmalı, bu tip cihazların çevresi çalışma-dinlenme alanı olarak tercih edilmemelidir.
- 12) Laboratuvarların ofis olarak da kullanımı kesinlikle engellenmelidir.
- 13) Yeni alınacak cihazların teknik şartnamelerinde EMA değerlerine dair veriler özellikle eklenmeli, CE logosuyla yetinilmeyerek ölçüm yapılacağı kaydedilmelidir.

14) Yeni bina ve laboratuvar projelendirmelerinde EMA maruziyeti mutlaka dikkate alınmalı, ofisler laboratuvarlara bitişik konumlandırılmamalıdır. Laboratuvarların yeterli genişlikte olmasına, iki cihazın arası veya cihazların bulunduğu tezgahların çalışma alanı olarak planlanmamasına özen gösterilmelidir.

## 6.2. Biyolojik Arazi Çalışmaları İçin İş Güvenliği Önerileri

- 1) Öncelikli öneri, biyolojik arazi çalışmalarında tüm akademik kurumların hiç değilse asgari koşulların sağlanması için ortak bir zeminde buluşmasıdır. Arazi çalışmalarına çıkışta ve çalışmaların sürdürülmesi sırasında uygulanacak özel kurallar ancak bu buluşma gerçekleşirse getirilebilir.
- 2) Böylece İSG için sorumlular ve sorumluluk sınırları belirlenebilir, özel planlamalar ve özel risk değerlendirmeleri yapılabilir, kişisel koruyucu donanım kullanımı sıkı kurallara bağlanabilir, ilkyardım eğitiminde gözlenen eksiklik giderilebilir, sonraki araştırmalara yol gösterecek olan bildirimlerin resmi belgelerle yapılması sağlanabilir. Bu amaçla tüm biyologlar lisans eğitimi süresinde genel anlamda, lisansüstü eğitimde de çok daha özel biçimde bilgilendirilmelidir.
- 3) Ortak esaslar belirlendikten sonra her birim kendi arazi çalışması esaslarını belirleyerek titizlikle uygulamalıdır.
- 4) Arazi çalışmaları planlama aşamasından sonuç raporuna kadar yazılı belgelere bağlanmalıdır.
- 5) Çalışmada sorumluluk sırası ve sınırları mutlaka belirlenmelidir.
- 6) Her arazi için farklı coğrafya ve topografya, farklı bitki örtüsü ve hayvan popülasyonu söz konusu olduğundan, her özel çalışma için özel bir risk planlaması yapılmalı ve gereken makamlara sunulmalıdır.
- 7) Katılımcılar çalışma öncesinde riskler konusunda geniş olarak bilgilendirilmeli, bu bilgilendirme belgeye bağlanmalıdır.

- 8) Kişilerin güvenliğini sağlayacak önlemlere paralel olarak doğal çevrenin güvenliği de gözetilmeli, alandaki hiçbir canlıya zarar vermeyecek bir program ve risk yönetim biçimi belirlenmelidir.
- 9) Risk bildirim zorunluluğuna kesinlikle uyulmalıdır.
- 10) Kısa vadede ekipte hiç değilse bir kişinin ilkyardım eğitimi almış olması sağlanmalı, orta ve uzun vadede ise tüm katılımcılar için ilkyardım eğitimi zorunluluğu düşünülmelidir.

Kaynak bilgileri, yöntem, veriler, tartışma, sonuç ve öneriler kısmıyla takdim edilen bu tezin, özel çalışma koşulları ülkemizde daha önce incelenmemiş olan araştırmacı biyologların, laboratuvarlarda ve arazide iş sağlığı ve güvenliği kapsamındaki konularını daha keskin çizgilerle belirlemeye katkıda bulunması umulmaktadır.

## KAYNAKLAR DİZİNİ

**Ahlbom, A., Day, N., Feychting, M., Roman, E., Skinner, J., Dockerty, J., Linet, M., McBride, M., Michaelis, J., Olsen, J.H., Tynes, T., and Verkasalo, P.K.,** 2000, A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia, *British Journal of Cancer*, Vol. 83, No.5, 692–698pp.

**Ahlbom, A., Green, A., Kheifets, L., Savitz, D., Swerdlow, A., ICNIRP (International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection) Standing Committee on Epidemiology,** 2004, Epidemiology of health effects of radiofrequency exposure, *Environmental Health Perspectives*, 112(17), 1741-1754 pp.

**Aktaş, B.,** 2016, Bir Elektrik Dağıtım Firmasında Elektromanyetik Alan Ölçümü ve Çalışanlar Üzerindeki Olası Etkilerinin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi, T.C. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Yüksek Lisans Tezi

**ASUEHS (Arizona State University, Environmental Health and Safety),**2018, Safety Guidelines for Field Researchers, 33p.

<https://www.asu.edu/ehs/documents/field-researchers-manual.pdf> (Erişim tarihi: 10.10.2018)

**Bakar, K.,** 2012, Nükleer Tıp Alanında Çalışan Personelin Maruz Kaldığı Radyasyonun Fiziksel Dozimetre ile Belirlenmesi ve Radyasyonun İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri, T.C. Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

**Başoğlu, F., ve Önal, A.E.,**2009, Çevresel etkenlerin genler üzerine etkisi ve genetik analiz yöntemleri, *İstanbul Tıp Fakültesi Dergisi*, 72 (3): 108-111 s.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

**Bioinitiative Report**, 2012, A Rationale for Biologically-based Public Exposure Standards for Electromagnetic Fields (ELF and RF), <https://www.bioinitiative.org/table-of-contents/> (Erişim Tarihi: 09.01.2019)

**Carpenter, D.O.**, 2010, Electromagnetic Fields and Cancer: The Cost of Doing Nothing, *Reviews of Environmental Health*, V.25, No.1, 75-80pp.

**Cowan, D., and Gidlestone. R.**, 1990, *Safe as Houses*, Getaway Boks, Bath, UK. Environmental Protection Agency (EPA), Evaluation of the Potential Carcinogenicity of Electromagnetic Fields, Washington DC, USA.

**CPUC (California Public Utilities Commission)**, 2016, Electromagnetic Field Investigation, Appendix G, EMF Survey and Exposure Assessment for Alpine Elementary School, Alpine, California. Panorama Environmental Incorporation, San Francisco, CA, USA. 154-178 pp.

[http://www.cpuc.ca.gov/environment/info/aspen/sunrise/Alpine%20Electromagnetic%20Field%20Investigation%20Report\\_Appendices.pdf](http://www.cpuc.ca.gov/environment/info/aspen/sunrise/Alpine%20Electromagnetic%20Field%20Investigation%20Report_Appendices.pdf)

**Çal, S.** 2016, Sağlık Sektöründe Çalışanların Elektromanyetik Alan Maruziyetinin Belirlenmesi ve Çözüm Önerilerinin Geliştirilmesi, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, <https://www.ailevecalisma.gov.tr/media/1521/selimcal.pdf> (Erişim Tarihi: 07.01.2019)

**ÇASGEM (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim ve Araştırma Merkezi)**, 2014, Çalışma Mevzuatı ile İlgili Avrupa Birliği Direktifleri, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Ankara, Yayın No. 11

**Çerezci, O., Kartal, Z., Pala, K. ve Türkkan, A.**, 2015, Elektromanyetik Alan ve Sağlık Etkileri, Bursa Nilüfer Belediyesi Yayınları, Bursa, 21-23 s.



## **KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

**DUDMOES (Duke University and Duke Medicine Occupational and Environmental Safety Office)**, 2017 SafetyGuidelines for Fieldwork, 27 pp.[https://www.safety.duke.edu/sites/default/files/I\\_8FieldworkSafety.pdf](https://www.safety.duke.edu/sites/default/files/I_8FieldworkSafety.pdf)(Erişim tarihi: 10.10.2018)

**Düzgün, S.** 2009, Elektromanyetik Alanların İnsan Sağlığı Üzerindeki Zararlı Etkileri, T.C. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 14s.

**EMF (Electric and Magnetic Fields)**, 2002, Associated with the Use of Electric Power.[https://www.niehs.nih.gov/health/materials/electric\\_and\\_magnetic\\_fields\\_associated\\_with\\_the\\_use\\_of\\_electric\\_power\\_questions\\_and\\_answers\\_english\\_508.pdf](https://www.niehs.nih.gov/health/materials/electric_and_magnetic_fields_associated_with_the_use_of_electric_power_questions_and_answers_english_508.pdf). (Erişim Tarihi: 27.11.2018)

**EXPONENT**, 2017, Electric and Magnetic Fields and Health: Review of the Scientific Research from March 1, 2012 to December 31, 2016, Vancouver, Canada, 120 p.

**EU Directives**, 2013,EU of the European Parliament and of the Council Official Journal of the European Union, 2013/35/EU Directive, <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:179:0001:0021:EN:PDF> (Erişim Tarihi: 09.01.2019)

**Feizi, A., and Arabi, M. A.**, 2007, Acute childhood leukemias and exposure to magneticfields generated by high voltage over head powerlines-A Risk Factorin Iran. Asian Pacific Journal of Cancer Prevention, 8(1): 69-72 pp.

**Feychting, M., Jonsson, F., Pedersen, N.L., and Ahlbom, A.**, 2003, Occupational magneticfield exposure and neurodegenerative disease, Epidemiology, 14(4): 413-419 pp. <http://www.jstor.org/stable/3703790>.(Erişim Tarihi: 09.01.2019)

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

**Greenland, S., Sheppard, A.R., Kaune, W.T., Poole, C., and Kelsh, M.A.,** 2000, A Pooled Analysis of Magnetic Fields, Wire Codes, and Childhood Leukemia. Childhood Leukemia-EMF Study Group. *Epidemiology* 11: 624-634 pp.

**Grundy, A., Harris, S. A., Demers, P. A., Johnson, K. C., Agnew, D. A., Canadian Cancer Registries Epidemiology Research Group, & Villeneuve, P. J.,**2016, Occupational exposure to magnetic fields and breast cancer among Canadian men, *Cancer Medicine*, 5(3), 586-596pp.

**Güler, İ., Çetin, T., Özdemir, A. R. ve Uçar, N.,** 2010, Türkiye Elektromanyetik Alan Maruziyet Raporu, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, Sektörel Araştırma ve Stratejiler Dairesi Başkanlığı, Ankara, 50 s.

**Gürgen, G.,ve Çalışkan, O.,**2009, Arazi çalışmalarında güvenlik-sağlık sisklerinin analizi ve yönetimi, *e-Journal of New World Science Academy*, Ankara, 4(3): 70-82 s.

**ICES (International Committee on Electromagnetic Safety),** 2002, IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Electromagnetic Fields 0 to 3 kHz. Piscataway, NJ: IEE, 27 p.

**ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection),** 2010, Fact Sheet on Guidelines for Limiting Exposure to Time- Varying Electric and Magnetic Fields (1 Hz to 100 kHz).

<https://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPFactSheetLF.pdf>. (Erişim Tarihi: 10.01.2019)

**İlhan, N.M.,** 2008, Bir Tıp Fakültesi Hastanesinde Elektromanyetik Alan Haritası Çıkarılması ve Sağlık Çalışanlarında Sağlık Etkilerinin Belirlenmesi, T.C. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Halk Sağlığı Anabilim Dalı, İş Sağlığı Doktora Tezi, Ankara, 15 s.

## **KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

**Kheifets, L., Bowman, J.D., Checkoway, H., Feychting, M., Harrington, J.M., Kavet, R., Marsh, G., Mezei, G., Renew, D.C., van Wijngaarden, E.,**2016, Future needs of occupational epidemiology of extremely low frequency electric and magnetic fields: Review And Recommendations, <http://oem.bmj.com/> Erişim Tarihi: 20.01.2019.

**Kliukiene, J., Tynes, T., and Andersen, A.,** 2004, Residential and occupational exposures to 50-Hz magnetic fields and breast cancer in women: A Populationbased Study, *American Journal of Epidemiology*, Vol. 159(9): 852-861 pp.

**Ledford, B.,** 2012, Cell Phones, Electromagnetic Radiation and Cancer: A Study of Author Affiliation, Funding, Bias, and Results, <http://www.ipsonet.org/proceedings/wp-content/uploads/2012/07/Paper-11-Cell-Phones-Electromagnetic-Radiation-and-Cancer.pdf> (Erişim tarihi: 08.12.2017)

**Li, D.K., Odouli, R., Wi, S., Janevic, T., Golditch, I., Bracken, T.D., Senior, R., Rankin, R., and Iriye, R.,** 2002, A Population-Based Prospective Cohort Study of Personal Exposure to Magnetic Fields During Pregnancy and The Risk Of Miscarriage <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11805581> (Erişim tarihi: 08.04.2018)

**Lilien, J.L., Dular, P., Sabariego, R.V., Beauvois, V., Barbier, P.P., and Lorphèvre, R.,** 2008, Effects of Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields (ELF) on Human Beings: An Electrical Engineer View Point, [http://orbi.ulg.be/bitstream/2268/17297/1/effects\\_ELF\\_SRBE\\_nov2008.pdf](http://orbi.ulg.be/bitstream/2268/17297/1/effects_ELF_SRBE_nov2008.pdf) (Erişim tarihi: 08.11.2017)

**Makropoulou, M.,** 2016, Cancer and Electromagnetic Radiation Therapy: Quo Vadis?, National Technical University of Athens, <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1602/1602.02077.pdf> (Erişim tarihi: 13.11.2017)

## **KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

**MEB**,2011, Radyoloji, Radyasyonun Zararlı Etkileri, [http://www.megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Radyasyonun%20Zararlı%20Etkileri.pdf](http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Radyasyonun%20Zararlı%20Etkileri.pdf) (Erişim tarihi: 11.04.2017)

**Merhi, Z.O.**, 2012, Challenging cell phone impact on reproduction: A Review, *Journal of Assisted Reproduction and Genetics*, 29(4): 293–297 pp.

**National Academy of Sciences**, 1993, Assessment of the Possible Health Effects of Ground Wave Emergency Network - Effects of Electromagnetic Fields on Organs and Tissues, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK208983/> (Erişim tarihi: 12.03.2017)

**OEHS**, 2018 (Office of Environment, Health & Safety, University of California, Berkeley), Safety Guidelines for Field Researchers, <https://ib.berkeley.edu/courses/bio1b/field/pdf/SafetyGuidelinesforFieldResearchers.pdf> (Erişim tarihi: 10.10.2018)

**Özen, Ş., Helhel, S., Kahya, G., Çakır, M., ve Yalçın, S.**, 2014, Hastane ortamlarında manyetik alan seviyeleri ve mesleki maruz kalmanın değerlendirilmesi, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20(8), 300-303s.

**Polat, B.** 2017, Sinop İl Merkezinin Elektromanyetik Alan Kirlilik Haritasının Çıkarılması, T.C. Sinop Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Disiplinlerarası Çevre Sağlığı Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 13-30 s.

**Rifai A.B., and Hakami, A.M.**, 2014, Health hazards of electromagnetic radiation, *Journal of Biosciences and Medicines*, 2, 1-12 pp.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

**Rööslı, M., Frei P., Mohler E.,and Hug, K.,** 2010, Systematic review on the health effects of exposure to radiofrequency electromagnetic fields from mobile phone base stations. Bulletin of the World Health Organization 88:887-896F. doi: 10.2471/BLT.09.071852.

**Sarıkahya, N. M.** 2014, Bir İşyerinde Elektromanyetik Alan Ölçümü Yapılması ve Sonuçlarının İş Sağlığı ve Güvenliği Yönünden Değerlendirilmesi, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, 6-96 s.

**Savitz, D.A., Liao, D., Sastre, A, Kleckner, R.C, and Kavet, R., and Robert Kavet,** 1999, Magnetic field exposure and cardiovascular disease mortality among electric utility workers, American Journal of Epidemiology, 149:135–142 pp.

**Savitz D.A., and Loomis D.,** 1995, Magnetic field exposure in relation to leukemia and brain cancer mortality among electric utility workers, American Journal of Epidemiology, 141:123–134pp.

**Sevgi, L.,** 2000, EM Kirlilik, Cep Telefonları ve Baz İstasyonları, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Bülteni, Haziran, İstanbul, 21-26 s.

**Silsüpür, G.B.** 2014, Farklı İşyerlerinde Elektromanyetik Alan Değerlerinin Ölçülerek Sağlık Etkilerinin İncelenmesi, T.C. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 48-112 s.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

**Sobel, E., and Davanipour, Z.,** 1996, Electromagnetic field exposure may cause increased production of amyloid beta and eventually lead to Alzheimer's Disease, American Academy of Neurology, 47(6): 1594-1600; DOI: 10.1212/WNL.47.6.159

**Sobel, E., Davanipour, Z., Sulkava, R., Erkinjuntti, T., Wikstrom, J., Henderson, V.W., Buckwalter, G., Bowman, J.D., Lee, P.J.,**1995, Occupations with exposure to electromagnetic fields: A possible risk factor for Alzheimer's Disease, American Journal of Epidemiology, 142(5):515-524 pp.

**Stam, R.,**2014, The revised electromagnetic fields directive and worker exposure in environments with high magnetic flux densities, Annual Occupational Hygiene, 58, 529-41 pp.

**Stam, R., Yamaguchi-Sekino, S.,** 2017, Occupational Exposure to Electromagnetic Fields from Medical Sources, Industrial Health 56(2): 96-105 pp.

**Tamam C., Evrensel M., Tamam Y.,** 2016, Elektromanyetik alanların insan sağlığı üzerine etkisi, Bilimsel Tamamlayıcı Tıp, Regülasyon ve Nöralterapi Dergisi, Cilt 10, Sayı 3, 1-7 s.

**TEMKODER(Elektromanyetik Kirliliği Önleme, Ölçme, Araştırma ve Eğitim Derneği)** 2014, Elektromanyetik Alanların İnsan Sağlığına Etkileri Çalıştay Sonuç Raporu, Cem Veb Ofset Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti., Ankara

**TMMOB EMO İzmir Şubesi,** 2016, Elektromanyetik Alanların Etkileri, [http://www.emo.org.tr/ekler/99bb08f940d7461\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/99bb08f940d7461_ek.pdf) (Erişim tarihi: 11.08.2017)

**Türkkan, A., Pala, K.,**2009, Çok Düşük Frekanslı Elektromanyetik Radyasyon ve Sağlık Etkileri, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 14, Sayı 2, 12-19 s.

## **KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

**UCEA**, 2005, (Universities and Colleges Employers Association) Guidance on Safety in Fieldwork, The University Safe and Health Association, 2005, London, 51p.

[http://www.qub.ac.uk/safetyreps/sr\\_webpages/safety\\_downloads/UCEAH&SFieldwork.pdf](http://www.qub.ac.uk/safetyreps/sr_webpages/safety_downloads/UCEAH&SFieldwork.pdf)

**UCFEHS**, 2017, (University of Central Florida, Environmental Health & Safety) Field Research Safety Guidelines, 5 p.

<http://www.ehs.ucf.edu/biosafety/FieldResearchSafetyGuidelines.pdf> (Erişim tarihi:10.10.2018)

**UTOEHS**, 2011, (University of Toronto, Environmental Health & Safety) Guidelines on Safety in Field Research, 11 p. <https://ehs.utoronto.ca/wp-content/uploads/2015/10/Guidelines-on-Safety-in-Field-Research.pdf>

**Waard-Schalkx, I., Stam, R., van der Schaaf, M., and Bijwaard, H.**, 2015, Recent developments in medical techniques involving ionising or non-ionising radiation: Update 2014. RIVM Report 2014-0070, National Institute for Public Health and the Environment, Bilthoven, 3-57 pp.

**Vila, J., Turner, M.C., Gracia-Lavedan, E., Figuerola, J., Bowman, J.D., Kincl, L., Richardson, L., Benke, G., Hours, M., Krewski, D., McLean, D.**, 2018, Occupational exposure to high-frequency electromagnetic fields and brain tumor risk in the INTER OCC study: An Individualized Assessment Approach, Environment International, 119:353-365 pp.

**Wijngaarden, E., Savitz, D.A., Kleckner, R.C., Cai, J., and Loomis, D.**, 2000, Exposure to electromagnetic fields and suicide among electric utility workers: A Nested Case-Control Study, Occupational Environmental Medicine, 57: 258–263 pp.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

**WHO**, 2007, Electromagnetic Fields and Public Health, Exposure to Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields, <https://www.who.int/peh-emf/publications/facts/fs322/en/> (Erişim tarihi: 07.01.2019).

**WHO**, 2018, About Electromagnetic Fields, <https://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/en/index1.html> (Erişim tarihi: 07.01.2019).

**WHO**, 2018, EMF Project, [https://www.who.int/peh-emf/project/EMF\\_Project/en/index2.html](https://www.who.int/peh-emf/project/EMF_Project/en/index2.html) (Erişim tarihi: 07.01.2019).

**Yakıncı, Z. D.**, 2016, Elektromanyetik Alanın İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri, T.C. İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Dergisi, 5(8), 1-11 s.

**Yalçın, A., Saygın, M.**, 2016, Elektromanyetik Alanların Üreme Sistemi Üzerine Etkileri, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 4(2): 105-124 s.

**Zaffanella, L.E., Kavet, R., Pappa. J.R, Sullivan, T.P.**, 1997, Modeling Magnetic Fields in Residences: Validation of the Resicalc Program. Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology, 7: 241-259pp.



## ÖZGEÇMİŞ

1991 yılında İstanbul'da doğdu. Reha Necla Midilli İlköğretim Okulu'nu ve Cemil Midilli Anadolu Lisesi'ni tamamladıktan sonra 2010 yılında eğitim görmeye başladığı Ege Üniversitesi Biyoloji Bölümü'nden 2015 yılında mezun oldu. 2016'da Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İş Güvenliği Bölümü'nde yüksek lisans eğitimine başladı.

