

**TC.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**RATLARDA; DÜŞÜK, ORTA VE YÜKSEK
DERECEDE GÜRÜLTÜNÜN STRES
PARAMETRELERİ VE SPERM
KALİTESİNDEKİ DEĞİŞİKLİKLER ÜZERİNE
ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Hazırlayan
Osman Sedat TANYERİ**

**Danışman
Prof. Dr. Abdurrauf YÜCE**

ELAZIĞ-2017

ONAY SAYFASI

Prof. Dr. Mustafa KAPLAN

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tez Yüksek Lisans Tezi standartlarına uygun bulunmuştur.


Prof. Dr. Mehmet ÇAY

Fizyoloji Anabilim Dalı Başkanı

Tez tarafımızdan okunmuş, kapsam ve kalite yönünden Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.


Prof. Dr. Abdurrauf YÜCE

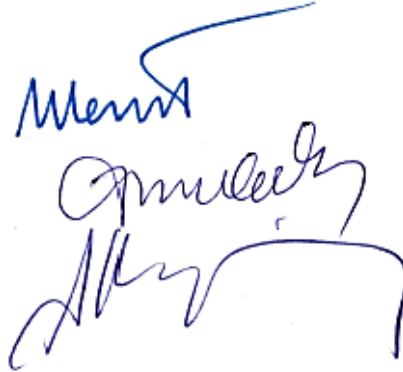
Danışman

Yüksek Lisans Sınavı Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Mesut AKSAKAL

Prof. Dr. Nurettin AYDİLEK

Prof. Dr. Abdurrauf YÜCE





ETİK BEYAN

Kendime ait çalışmalar ile bu tez çalışmasını gerçekleştirdiğimi, çalışmaların planlanmasından, bulgularının elde edilmesine ve yazım aşamasına kadar tüm aşamalarında etiğe aykırı davranışım olmadığını, bu tezdeki tüm bilgileri ve verileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışması içinde yer alan ancak bu tez çalışmasının bulguları arasında yer almayan verilere, bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi beyan ederim.

Osman Sedat TANYERİ

07.09.2017

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "OS" or similar, located below the date.

TEŞEKKÜRLER

Yüksek Lisans öğrenimim ve tez çalışmam süresince bana her konuda destek veren, deneysel çalışmalarda yardımlarını esirgemeyen, bilgi, birikim ve tecrübelerinden yararlandığım kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Abdurrauf YÜCE 'ye saygılarımı sunar, teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca, bu tez çalışmam esnasında, tez içeriğinin düzenlenmesinde bana yardımcı olan Prof. Dr. Mesut AKSAKAL hocama,

Tez çalışmam sürecinde, yorumları ve kritikleri ile bana yol gösterip, yardımcı olan Anabilim Dalı Başkanımız Prof. Dr. Mehmet ÇAY hocama,

Spermatolojik analizlerde ve sonuçların yorumlanmasında benden yardımlarını esirgemeyen Dölerme, Suni Tohumlama ve Androloji Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Gaffari TÜRK hocama,

Deneysel aşamalarda yardımcı olan Arş. Gör. Şeyma ÖZER KAYA ve Arş. Gör. Tutkucan ACISU 'ya,

Deneysel aşamalarda ve tez çalışması süresince bana yardımını esirgemeyen Arş. Gör. Gözde ARKALI, Gonca SARICI, Abdullah TOZ ve Mehmet YILMAZ arkadaşlarıma,

Desteklerinden dolayı Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne, Sağlık Bilimleri Enstitüsü'ne ve Deneysel Araştırma Merkezi'ne

Beni bugünlere getiren, tüm hayatım boyunca karşılıksız destek ve sevgileriyle her koşulda yanımda olan aileme ve eşim Esra TANYERİ 'ye en içten teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜRLER	iii
İÇİNDEKİLER	v
TABLolar	viii
ŞEKİLLER.....	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR	x
ÖZET.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GÜRÜLTÜ VE ÖZELLİKLERİ	2
2.1. Ses	2
2.2. Gürültü.....	2
2.3. Gürültü Kaynakları.....	2
2.3.1. Açık alanda oluşan gürültü kaynakları	3
2.3.2. Kapalı alanda oluşan gürültü kaynakları	4
2.4. Gürültü Kaynakları ve Oluşturduğu Gürültü Seviyeleri	5
2.5. Gürültünün Ölçülmesi	6
2.6. Gürültünün İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri	8
3. OKSİDATİF STRES VE SERBEST RADİKALLER.....	11
4. GÜRÜLTÜ VE OKSİDATİF STRES	16
5. SPERM VE ÖZELLİKLERİ.....	18
5.1. Erkek Üreme Fizyolojisi.....	18
5.2. Testisin Yapısı ve Spermatogenez.....	19
5.3. Testis Histolojisi.....	21
5.4. Spermatogenez	22

5.4.1. Mitoz.....	23
5.4.2. Mayoz Bölünme.....	24
5.4.3. Spermiyogenezis	244
6. GEREÇ VE YÖNTEM	27
6.1. GEREÇ	27
6.1.1. Kullanılan Cihazlar	28
6.1.2. Kullanılan Diğer Malzemeler	30
6.1.3. Kullanılan Kimyasal Maddeler	300
6.2. Yöntem	30
6.2.1. Kan Örneklerinin Alınması ve Hazırlanması.....	30
6.2.2. Eritrosit Hemolizatının Hazırlanması	30
6.2.3. Doku Örneklerinin Alınması ve Hazırlanması	31
6.2.4. Hemolizatta Lipit Peroksidasyon Tayini	31
6.2.5. Hemolizatta GSH-Px Tayini.....	32
6.2.6. Hemolizatta Redukte Glutasyon (GSH) Düzeyinin Tayini	32
6.2.7. Hemolizatta Katalaz Aktivitesinin Tayini	333
6.2.8. Spermatolojik Muayeneler.....	334
7. İSTATİKSEL ANALİZ	36
8. BULGULAR.....	37
8.1. MDA Düzeyleri.....	37
8.2. GSX Düzeyleri	38
8.3. GSX-Px Düzeyleri.....	38
8.4. CAT Düzeyleri	39
8.5. Üreme Organ Ağırlıkları	40
8.6. Spermatolojik Parametreleri	40
9. TARTIŞMA	43

10. SONUÇ	46
KAYNAKLAR	46



TABLÖLAR

Tablo 1. Bazı Ses Kaynaklarının (dB cinsinden) Dereceleri.....	5
Tablo 2. Değişik Kaynakların Ses Seviyelerinin Karşılaştırılması	6
Tablo 3. Gürültü Açısından Etkenler	8
Tablo 4. Gürültülerin Sınıflandırılması	9
Tablo 5. Gürültü Seviyesindeki Değişime Toplumun Tepkisi.....	10
Tablo 6. Sıçan Yemi Bileşimi	28
Tablo 7. Kontrol ve Farklı Desibelde Gürültüye Maruz Kalmış Sıçanların Hemolizatlarındaki Malondialdehit (MDA) ve Glutasyon (GSH) Düzeyleri ile Glutasyon-Peroksidaz (GSH-Px) ve Katalaz (CAT) Aktivitelerine Ait Değerler	39
Tablo 8. Kontrol ve Farklı Desibelde Gürültüye Maruz Kalmış Sıçanların Üreme Organ Ağırlıklarına Ait Değerler	41
Tablo 9. Kontrol ve Farklı Desibelde Gürültüye Maruz Kalmış Sıçanların Spermatolojik Parametrelerine Ait Değerler	42

ŞEKİLLER

Şekil 1. Yankılanıma Göre Gürültü Kaynakları	3
Şekil 2. Antioksidan ve Serbest Radikal	14
Şekil 3. Erkek Üreme Sistemi (A) ve Testisin Yapısı (B)	18
Şekil 4. Seminifer Tübülün Enine Kesiti (A) ve Spermatogonyumdan Sperm Gelişmesine Kadar Olan Aşamalar (B)	20
Şekil 5. Testis ve Genital Kanalların Şematik Görünümü	22
Şekil 6. Spermatogenez	23

SİMGELER ve KISALTMALAR

SOR	: Serbest Oksijen Radikali
ROB	: Reaktif Oksijen Bileşenleri
MDA	: Malondialdehit
CAT	: Katalaz
GSH	: Glutasyon
GSH-Px	: Glutasyon Peroksidaz
ROO	: Peroksil
ROOH	: Hidroperoksit
GSSG	: Okside glutasyon
GSH	: Redükte glutasyon
NO	: Nitrik Oksit
NAT	: N-asetiltransferaz
O₂⁻	: Süperoksit
SOD	: Süperoksit Dismutaz
W	: Watt
Hz	: Hertz
dB	: Desibel
Leq	: Eşdeğer Gürültü Seviyesi
Lmax	: En Yüksek Ses Seviyesi
Lmin	: En Düşük Ses Seviyesi
MaxP	: En Yüksek Tepe Değeri
SPL	: Anlık Ses Seviyesi

ÖZET

Bu çalışma gürültünün hangi düzeyinin oksidatif strese neden olduğunu ortaya koymak ve gürültünün oluşturacağı oksidatif stresin sperm kalitesine ne derece etkisi olduğu araştırmak için yapılmıştır.

Çalışmada her grupta 7 olmak üzere 28 adet Wistar-Albino ırkı 2,5-3 aylık erkek ratlar kullanılmıştır. 1. Grup boş düzenekte bekletilen kontrol grubudur. 2. Grup 8.000 ile 32.000 hertz frekansta ve şiddeti 60 dB olan düşük seviyede gürültüye maruz bırakılan gruptur. 3. Grup 8.000 ile 32.000 hertz frekansta ve şiddeti 80 dB olan orta seviyede gürültüye maruz bırakılan gruptur. 4. Grup 8.000 ile 32.000 hertz frekansta ve şiddeti 100 dB olan yüksek seviyede gürültüye maruz bırakılan gruptur. Hayvanlar sese 60 gün boyunca akşam 7'den sabah 7'ye kadar 12 saat maruz bırakılmıştır. 60 gün sonunda kan ve sperma örnekleri alınarak incelenmiştir.

Kan örnekleri santrifüj edildikten sonra, elde edilecek hemolizatta lipid peroksidasyon göstergesi olan MDA antioksidan enzimlerinden GSH, GSH-Px ve katalaz enzimleri ölçülmüştür. Sperma örneklerinde motilite, yoğunluk ve anarmol spermatazon oranları tespit edilmiştir.

Yüksek derecede gürültü sonucunda lipid peroksidasyonunun göstergesi olan MDA düzeyinin artması, CAT düzeyleri ile GSH-Px aktivitesinin artmış olması oksidatif stres oluştuğunu göstermektedir. Düşük ve orta derecede gürültü sonucunda da CAT düzeyleri ile GSH-Px aktivitesi artmaktadır. Sonuç olarak özellikle yüksek derecede gürültü uygulaması ile oluşan oksidatif stres, başta lipid

peroksidasyonu olmak üzere hücre düzeyinde çeşitli hasarlara neden olabileceği kanısını taşımaktayız.

Gürültü sonucu oluşan oksidatif stresin sperm kalitesi üzerine etkisine bakıldığında, çalışmamızda orta ve yüksek derecede gürültüye maruz kalan sıçanların anormal spermatozoon oranı artmaktadır. Bu da sperm kalitesinin düştüğünü göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Gürültü, Oksidatif stres, Sperm kalitesi

ABSTRACT

EFFECT OF LOW, MEDIUM AND HIGH DEGREE NOISE ON STRESS PARAMETERS AND CHANGES IN SPERM QUALITY IN RATS

This study was undertaken to investigate which level of noise is responsible for oxidative stress and to investigate the effect of oxidative stress on sperm quality.

In the study, 28 male Wistar-Albino rats, 2.5-3 months old, were used in each group. Group 1 is the control group that is kept in the idle mode. Group 2 is the group exposed to low-level noise with a frequency of 8,000 to 32,000 hertz and a frequency of 60 dB. Group 3 is the group exposed to moderate noise with a frequency of 8,000 to 32,000 hertz and an intensity of 80 dB. Group 4 is the group exposed to high-level noise with a frequency of 8,000 to 32,000 hertz and a magnitude of 100 dB. The animals were exposed to SESE for 12 days from 7 pm to 7 am for 60 days. After 60 days blood and semen samples were taken and examined.

After blood samples have been centrifuged, GSH, GSH-Px and catalase enzymes from MDA antioxidant enzymes, which are lipid peroxidation indicators in the hemolysate to be obtained, have been measured. Motility, density and spermatozon ratio of anarmol were determined in sperm samples.

Increased levels of MDA, indicative of lipid peroxidation as a result of high-level noise, indicate increased oxidative stress resulting from increased CAT levels and GSH-Px activity. CAT levels and GSH-Px activity are also increased at low and moderate noise levels. As a result, we believe that oxidative stress caused

by high-level noise application can lead to various cell-level damages, especially lipid peroxidation.

When the effect of oxidative stress on the sperm quality of the noise outcome is examined, the ratio of abnormal spermatozoa in the rats exposed to medium and high grade noise is increased in our study. This indicates that the sperm quality is falling.

Key words: Noise, Oxidative stress, Sperm quality

1. GİRİŞ

Bilimsel olarak uzun zamandır tartışılan gürültü insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Gürültü canlılarda strese neden olarak birçok doku ve organın fonksiyonunu olumsuz yönde etkilediğine dair bilimsel olarak birçok makale bulunmaktadır (1-5). Gürültünün canlılarda ki olumsuz etkilerinden en önemli olanı, işitme duyusunda meydana gelen etkidir. Gürültü, sesin süresine ve düzeyine bağlı olarak çeşitli seviyelerde işitme kaybına neden olabilmektedir. İşitme kaybı yaşayanların daha çok gürültülü yerde yaşayan ya da gürültülü iş yerlerinde çalışanların olduğu belirtilmektedir (4). Sesin direkt olarak iç kulakta yaptığı hasarlanmaya bağlı olarak İşitme kaybı meydana gelmektedir (5). Gürültü sadece işitme sistemini olumsuz etkilememektedir. Ayrıca canlı organizmalarda birçok olumsuz etkiye de yol açmaktadır. Örneğin, gürültülü yerlerde yaşayanlarda gürültü kirliliğinin kardiyovasküler hastalıklar ve hipertansiyon üzerinde etkileri olduğu gösterilmiştir (1). Gürültü kirliliği kanser riskini artırmaktadır (2). Gürültünün performansı azalttığı, uyku düzensizliği yaptığı, noradrenalin ve adrenalin ile kortizon seviyelerinde artışa neden olduğu, anksiyete, baş ağrısı, bulantıya neden olduğu, çocukların öğrenme düzeyi ile fiziksel ve kognitif yeteneklerinde azalmaya neden olduğu, motivasyonu azalttığı, psikolojik rahatsızlıklara neden olduğu bilinmektedir (5). Ratlar üzerinde yapılan deneysel çalışmalarda gürültünün beyinde nörotransmitterler üzerinde azaltıcı etkisi olduğu saptanmıştır (3).

2. GÜRÜLTÜ VE ÖZELLİKLERİ

2.1. Ses

Sesin bir diğer karakteristiği şiddetidir. Sesin şiddeti birim saniyede bir metrekaare alandan geçen ses enerjisi miktarıdır. Birimi W/m^2 'dir. Kulağın algıladığı ses yoğunluğunun en düşüğü $10-12 W/m^2$ 'dir ve bu seviye işitme eşiği olarak adlandırılır (6,7). Ses seviyesini belirlemek için desibel (dB) kullanılır. Desibel, ses ve sinyal seviyesini ölçen logaritmik bir birimdir. Adını telefonu bulmuş olan Alexander Graham Bell'den alır. 1 Bell, 10 dB'e eşittir (9).

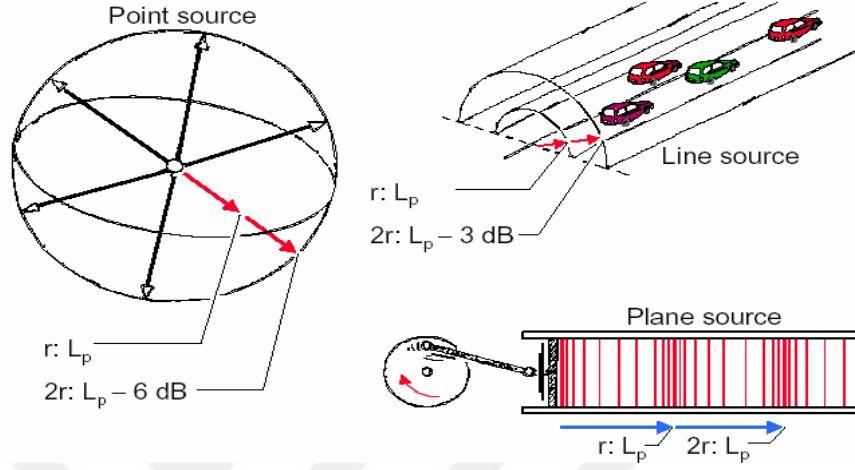
2.2. Gürültü

Gürültü, genellikle ses kirliliği ya da istenmeyen ses anlamıyla kullanılır. Gürültü, ses olarak anlamsız olan ve belli bir seviyeyi aşan sesler için kullanılır. Bu şekilde düşünüldüğünde seviyesi yüksek olan herhangi bir ses gürültü olarak adlandırılır. İnsanların hayatında çeşitli psikolojik ve fiziksel sorunların meydana gelmesinde etkisi olan bu sağlık ve çevre sorunu “gürültü kirliliği” olarak da isimlendirilmektedir (10).

2.3. Gürültü Kaynakları

Gürültüler başlıca taşıt, sanayi, inşaat, yerleşim alanları ve hava kaynaklı gürültülerden oluşmaktadır. Bunlar gürültü meydana getiren ortamlardır (11). Gürültü seslerin doğuş biçimlerine göre değişik yönlerden yayılabilir. Katı

ortamlarda ve havada oluşan gürültüler, şekil 1’deki gibi yankılanması düzlemsel, çizgisel ve noktasal kaynaklardan oluşabilir (12).



Şekil 1. Yankılanıma Göre Gürültü Kaynakları

Yankılanım yönünden kirlilik meydana getiren gürültüler; alıcıların ve kaynağın bir çevredeki yayılma yollarına ve konumuna göre iki grupta incelenebilir:

2.3.1. Açık alanda oluşan gürültü kaynakları

Kapalı ortamların dışında bulunan kaynaklardan meydana gelen ve hem kapalı ortamları hem de açık ortamları etkileyen gürültülerdir. Bunları şu şekilde adlandırılabiliriz:

- Ulaşım nedeniyle oluşan gürültüler (Demiryolu, denizyolu, karayolu, havaalanı ve uçak gürültüleri)

- Şantiye alanında oluşan gürültüler (Bina ve yol yapım işlerinin ve yapım makinelerinden oluşan gürültüler)
- Endüstri alanında oluşan gürültüler (Endüstride yer alan araç ve makineler ile oluşan gürültüler)
- Eğlence amaçlı gürültüler (eğlence yerleri, açık hava sinemaları, çeşitli reklâmlar, satıcı sesleri gibi)
- İnsanlardan oluşan gürültüler (Çocuk sesleri, bağırma, çeşitli spor alanlarından oluşan gürültüler, müzik sesleri vb.)

2.3.2. Kapalı alanda oluşan gürültü kaynakları

Kapalı ortamlarda yer alan kaynaklardan oluşan seslerdir.

- Konuşma ile oluşan gürültü
- Yürüme ile oluşan gürültü
- Kapı sesleri
- Yüksek sesle müzik dinleme
- Eşya sürtünmesi ve darbe sesleri
- Ev aletlerinin oluşturduğu gürültüler
- İş ortamı gürültüleri
- Asansör, tesisat gibi çeşitli donanımlardan oluşan gürültüler

2.4. Gürültü Kaynakları ve Oluşturduğu Gürültü Seviyeleri

Bazı gürültü türlerinin subjektif değerlendirilmeleri ve dB dereceleri Tablo 1 ve Tablo 2’de gösterilmektedir (12).

Tablo 1. Bazı Ses Kaynaklarının (dB cinsinden) Dereceleri

dB dereceleri	Bazı gürültü türleri	Sübjektif değerlendirmesi
0	İşitmenin başlangıcı	Çok az
8	İnsanın nefes alış-verişi	
20	Fısıltı	
40	Konutta düşük düzeyde çalınan müzik	Az
50	Büro gürültüsü	Düşük
62	Talı bir yolun gürültüsü	
62	Açık trafikli yol	
80	Okul, kantin gürültüsü	Orta
82	Fabrika gürültüsü	
90	Şehir cadde gürültüsü	
100	3 m uzaklıkta otomobil korna sesi	Yüksek
105	Kuvvetli rock müzik	Hasar verici
130	Ağrının başlangıcı	
140	Jet motoruna yakın	

Tablo 2. Değişik Kaynakların Ses Seviyelerinin Karşılaştırılması

dB	Evle ilgili	Trafik	Uçak	İnsan tepkisi
10				İşitme başlangıcı
20	Sessiz bahçe			
30	Saat tıkırtısı	Sessiz cadde		
40	Özel büro			
50	Konuşma	Tali yol trafiği		Normal konuşma
60	Yüksek sesle konuşma	Taşıt içinde		
70	Yüksek seviyede müzik	Ağır trafik		
80		Motor kornosu		
90		Metrodayken	Uçağın kabini	Yüksek konuşma
100		Hava basınçlı matkap		
110		Tank sesi	Jet uçağı	Bağırarak konuşma
120			Aero motor	
130			Jet motoru	Konuşma imkânsız
150				Şiddetli kulak ağrısı
160				Kulak hasarı

2.5. Gürültünün Ölçülmesi

Ölçüm yaparken uyulması gereken yöntemler şu şekildedir (12,13):

- Aletler kullanılmadan önce aletin kullanım kılavuzu incelenmelidir.

- Pil kontrolü yapılmalıdır.
- Alet fiziksel olarak kontrol edilmelidir.
- Ölçüm yapacak alet, 1,5 metre seviyede sesi yansıtan yüzeylere yakın olmamalıdır.
- Ölçüm yapacak alet, manyetik alanlardan, titreşimden, tozlu ortamlardan ve yüksek sıcaklıktan, uzak tutulmalıdır.
- Ölçüm yapılmadan önce ve ölçümler yapıldıktan sonra ortamın gürültüsü ölçülüp kontrol edilmelidir.
- Ölçümün sonrası aletin kalibrasyonu tekrar yapılmalıdır.

Gürültü ölçümü yapılırken, gürültünün, alıcılarda bıraktığı etkinin değerlendirilmesinde aşağıdaki parametreler kullanılmalıdır (8):

- *Eşdeğer Gürültü Seviyesi (L_{eq})*: Bir zaman diliminde, seste meydana gelen değişimlerde süreklilik gösteren ortalama ses düzeyidir.
- *En Yüksek Ses Seviyesi (L_{max})*: Ölçülen sesin en yüksek seviyesidir.
- *En Düşük Ses Seviyesi (L_{min})*: Ölçülen sesin en düşük seviyesidir.
- *En Yüksek Tepe Değeri ($MaxP$, $Peak$)*: En yüksek gürültü seviyesinin ölçüldüğü noktadır.
- *Anlık Ses Seviyesi (SPL)* : Bir ortamda ölçülen anlık gürültü düzeyidir.
- *Ses Etkilenim Seviyesi (SEL)*: Ölçümü yapılan sesin, 1 saniyelik ses düzeyidir.

2.6. Gürültünün İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Gürültü insanları birçok yönden olumsuz etkileyen bir sorundur. Gürültü seviyesi yüksek olan ortamlarda uzun süre bulunan insanlarda, işitme eşiğinde kalıcı değişimler olduğu araştırmacılar tarafından saptanmıştır. Kısa süreli etkilenmeler ya da daha düşük seviyelerde, işitme duyusuna yönelik belirgin bir zarar saptanmasa da gürültünün insan davranış biçimi, mutluluğu ve sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri bulunmaktadır. Gürültünün insan sağlığı üzerine etkileri başlıca işitme, psikolojik, fizyolojik ve performans etki başlıkları altında toplanmaktadır (11, 14-16).

Tablo 3. Gürültü Açısından Etkenler (12)

Psikolojik Etkiler	• Hoşnutsuzluk, tedirginlik duygusu • Aşırı tepkiler • Sinir sisteminde bozulmalar olur
Fizyolojik Etkenler	• Kalp atışının bozulması • Vücuttaki bozukluklar ve metabolizmada bozukluk • Halsizlik • Uyku bozukluğu
Fiziksel Etkenler	• İşitme Hasarı
Performans Etkileri	• Dinleme ve anlama güçlüğü • Dinlenmenin etkilenmesi • Konuşmanın kesilmesi • Konsantrasyon bozukluğu

Gürültüye karşı insan tepkileri iki gruba ayrılmaktadır. Birincisi, insanların duyularıyla açıkladığı psikolojik rahatsızlık, ikincisi ise; farklı ölçüm yöntemleriyle belirlenen fizyolojik rahatsızlıktır. Bu nedenle, insan sağlığı için gürültü kontrolü yapılmalıdır.

Gürültü insan sağlığı üzerinde, iletişimi engellemesi, can sıkması, duyma bozukluğu riski gibi çeşitli etkilere neden olmaktadır.

Gürültünün insan sağlığı üzerine etki bırakması için zamanı, miktarı, tipi ve süresi gibi dikkat edilmesi gereken birçok etken bulunmaktadır. Tablo 3'te gürültü açısından etkenler verilirken. Tablo 4'te gürültünün etkilerine ait bir sınıflandırma yapılmaktadır (12).

Tablo 4. Gürültülerin Sınıflandırılması

1. Derecedeki Gürültüler (30 dB ile 65 dB arası)	• Konsantrasyon bozukluğu • Konforda bozukluk • Sıkılma duygusu • Rahatsızlık • Sinirlilik • Uyku bozukluğu
2. Derecedeki Gürültüler (65 dB ile 90 dB arası)	• Nabızda değişim • Solunumun artması • Beyindeki basıncın düşmesi
3. Derecedeki Gürültüler (90 dB ile 120 dB arası)	• Baş ağrısı • Fizyolojik rahatsızlıklar
4. Derecedeki Gürültüler (120 dB ile 140 dB arası)	• İşitme bozukluğu
5. Derecedeki Gürültüler (140 dB' den fazla)	• Kulak zarının patlaması

Gürültünün oluşturduğu fizyolojik rahatsızlık kolaylıkla belirlenirken, psikolojik rahatsızlığı belirlemek oldukça zordur. İnsanların ve toplumların gürültüye karşı tepkileri değişim gösterebilmektedir. Tablo 5'te gürültü seviyesinin artmasına karşı toplumun etkilenmesi gösterilmektedir (12).

Tablo 5. Gürültü Seviyesindeki Değişime Toplumun Tepkisi

Gürültü Seviyesinde Değişim (dB)	Değişime Toplumun Verdiği Tepki	Gürültünün Etkisi
0	Algılanmaz	Yoktur
3	Değişim algılanır	Oldukça az
3-5	Fark algınabilinir	Az
5-7	Şikâyetler başlar	Orta
7	Rahatsızlık oluşur	Orta
7-10	Aralıklı şikayetler oluşur	Fazla
10-15	Şikayetler oldukça artar	Çok fazla
15-20	Grup tepkileri oluşur	Çok fazla

3. OKSİDATİF STRES VE SERBEST RADİKALLER

Canlıda yaşamın sürdürülmesi için enerji oluşumu sırasında metabolizma olayları meydana gelir. Metabolizma esnasında oksijen ürünlerinin fazla üretilmesi veya taşınmasının azalması durumunda hücrenin redoks durumu değişime uğrar. Serbest radikaller fazla olan enerjileriyle ve küçük boyutlarıyla hücresel makromolekülleri okside edebilirler. Çok fazla hücrenin kontrolsüz oksidasyonu gerçekleşirse oksidatif stres diye adlandırdığımız olay meydana gelir. Oksidatif stres ile beraber meydana gelen Reaktif Oksijen Bileşenleri (ROB) diye adlandırılan moleküller özellikle DNA, lipid ve protein gibi hücrelerin yapılarını olumsuz etkilerler (17–19).

Oksijen metabolizması esnasında oluşan ve ROB olarak adlandırılan bu bileşikler (20, 21).

- Süperoksit radikali (O_2^-),
- Hidrojen peroksit (H_2O_2),
- Hidroksil radikali (HO),
- Hipokloröz asit radikali (HOCl),
- Alkil radikali (R),
- Peroksil radikali (ROO),
- Organik peroksit radikali (RCOO),
- Perhidroksil radikali (HO_2),
- Alkoksil radikali (RO) olarak sıralanabilir.

Serbest radikaller canlılarda devamlı oluşur ancak bu moleküller antioksidan savunma sistemi aracılığıyla düzenli bir biçimde yok edilir. Serbest radikallerin oluşması ve antioksidan sistem aracılığıyla yok edilmesi arasında bir denge bulunmaktadır ki bu dengeye oksidatif denge denir. Oksidatif denge söz konusu olduğu sürece canlılar serbest radikallerden olumsuz etkilenmezler. Serbest radikallerin çoğalması ya da antioksidan savunma sisteminin yetmemesi durumunda oksidatif denge bozulur ve oksidatif stres meydana gelir (22). Serbest radikallerin az oluşması bazen faydalı olabilmektedir. Örneğin nötrofillerin oksijen radikalleri ile bakterileri öldürmesi. Ancak serbest radikallerin fazla oluşması sonucu meydana gelen oksidatif stres hücrede karbonhidratlar, proteinler, lipitler, DNA ve enzimlerin zarar görmesine neden olabilirler (23).

Lipitlerin oksidasyonu reaktif olan bir radikal aracılığıyla lipitlerin metilen gruplarındaki bir hidrojen atomunu kaybetmesi ile oluşur. Karbon odaklı radikal oluşumu ve ilaveten oksijen molekülünün bağlanması ile lipit hidroperoksitler oluşur. Lipit peroksidasyonunun, ilk aşamasını lipit hidroperoksitler oluşturur. Lipit hidroperoksitler yıkıma uğrayınca biyoaktif aldehitler meydana gelir. Bunlar hidroksialkenaller ve malondialdehittir (MDA). Bu yapılar ya difüzyon yoluyla diğer hücrelerde hasar oluştururlar ya da hücre düzeyinde metabolize olurlar. Metabolizma reaksiyonları esnasında, dış etkenler aracılığıyla oluşan oksijen kaynaklı radikaller, hücre zarındaki lipitlerde ve lipoproteinlerde oksidasyona yol açarlar.

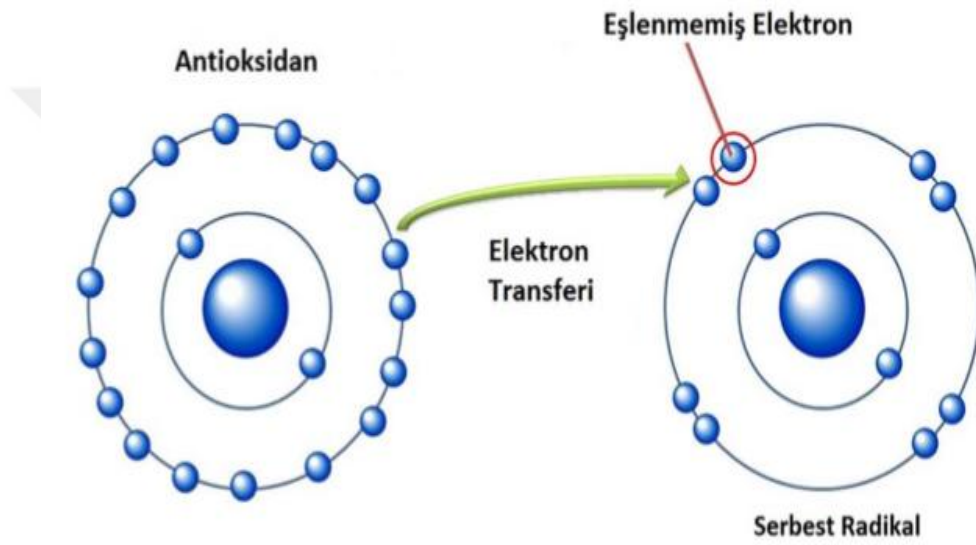
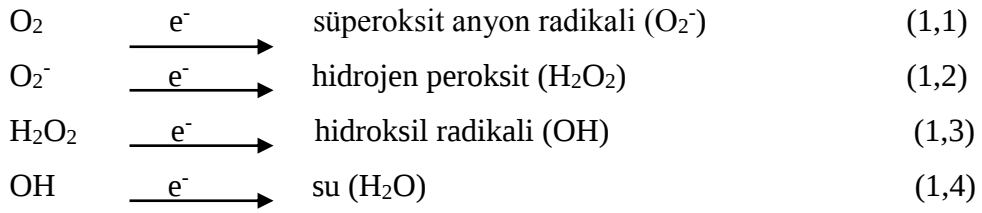
Proteinlerde oluşan oksidatif stres, protein karbonilleri ve peroksitleri meydana getirir. Proteinlerde yer alan aminoasitler ise serbest radikal hasarından ne derece etkilendiğine bağlıdır. Sülfür ve doymamış bağlar bulunduran

moleküller ile tirozin, histidin, sistein, fenil alanin, triptofan ve metiyonin gibi aminoasitleri içeren proteinler serbest radikallerden kolayca etkilenirler. İmmünoglobulinler gibi çok fazla disülfid bağı taşıyan proteinlerde oksidasyon sonucu proteinin üç boyutlu yapısı bozularak normal fonksiyonunu yitirir ve kükürt merkezli radikaller oluşur. Aminoasitlerden bazı polipeptit yapıda bulunan moleküller karbon atomlarından, hidroksil radikali etkisiyle bir hidrojen atomunun koparılması sonucunda karbon merkezli radikalleri meydana getirirler (24,25).

Serbest radikallerin yol açtığı hücre yaşlanması, bu yaşlanmaya bağlı olan dejeneratif hastalıkların (katarakt, ateroskleroz, nörodejeneratif hastalıklar, diyabet, immun sistem bozuklukları) ilerlemesinde önemli rol oynamaktadırlar. Oksidatif stres 50'ye yakın hastalıkla ilişkilendirilmiştir (17).

Canlı vücudundaki oksijen molekülünün % 95-98'i enzimatik yöntemlerle suya dönüşürken, geri kalan bölümü elektron eklenmesiyle hücre organellerinin fonksiyonlarını ve yapılarını değiştiren, hücre zarında oksidatif yıkıma yol açan reaktif oksijen türlerini oluştururlar. Oksijene bir elektron ilave edilirse süperoksit anyonu oluşur (reaksiyon 1), eğer iki elektron ilave edilirse hidrojen peroksit oluşur (reaksiyon 2), üç elektron ilave edilirse hidroksil radikali (reaksiyon 3) ve son olarak dört elektron ilave edilirse su oluşur (reaksiyon 4) (26).

Reaksiyon 1.1, 1.2, 1.3, 1.4



Şekil 2. Antioksidan ve Serbest Radikal (27)

Serbest radikaller temel olarak 3 yolla meydana gelir (28).

1. Kovalent bağın homolitik parçalanmasıyla; kovalent bağın her parçasında ortak elektronlardan biri kalır.

2. Normal olan bir molekülün elektronunu kaybetmesiyle; radikal özelliği taşımayan normal bir molekülden sadece bir elektron kaybetmesi sırasında dışında

çok elektron bulunan kısımda ortaklanmamış elektronun kalmasıyla radikal form meydana gelir.

3. Normal bir moleküle elektron eklenmesiyle; radikal bir özellik taşımayan molekülün dış orbitaline bir elektron transfer edilince ortaklanmamış elektron içeren radikal forma dönüşür.



4. GÜRÜLTÜ VE OKSİDATİF STRES

Gürültünün neden olduğu canlılar üzerindeki olumsuz etkileri araştırmaya yönelik yapılan çalışmaların birçoğu, işitme sistemi üzerindeki etkilerine bakılarak değerlendirilmiştir. Oysaki gürültü, serbest oksijen radikallerindeki artış yoluyla antioksidan enzim aktivitelerini değiştirebilir. Literatüre bakıldığında, gürültünün neden olduğu oksidatif stresin kandaki antioksidan enzimleri ne şekilde etkilediğine dair çok az çalışma bulunmaktadır (29).

Gürültü sonucunda canlılarda meydana gelen olumsuz etkiler, dokuları menfi yönde etkilemektedir. Bu sebeple, oksidatif stres başta olmak üzere, canlı organizmalarda oluşabilecek olumsuz değişiklikleri korumak için birçok eksojen antioksidan moleküller ve endojen savunma mekanizmaları bulunmaktadır. Yapılan çalışmalara bakıldığında gürültü maruziyeti sonucunda meydana gelen oksidatif stres, öncelikle lipid peroksidasyonuna ve hücre düzeyinde birçok hasara neden olduğu savunulmaktadır (29).

Yapılan bir çalışmada gürültünün insan eritrositlerindeki lipid peroksidasyonuna bağlı MDA düzeyini artırmaktadır. Buda gürültünün oksidan ve antioksidan dengeyi bozduğunu ve oksidatif strese neden olduğunu göstermektedir. (30)

Gürültünün oksidatif strese etkisi serbest oksijen radikallerindeki artış ile oluşmaktadır (31). Gürültüye bağlı olarak serbest radikallerdeki artış ise GSH-Px (glutasyon peroksidaz), CAT (katalaz), SOD (süperoksit dismutaz) gibi antioksidan enzim aktivitesinde artışa neden olmaktadır (32, 33). Serbest

radikallerdeki artış ayrıca, hücre membranındaki lipitlerde peroksidasyona neden olduğun için MDA (malondialdehit) gibi lipid peroksidasyon ürünlerinde artış meydana gelmektedir (34).

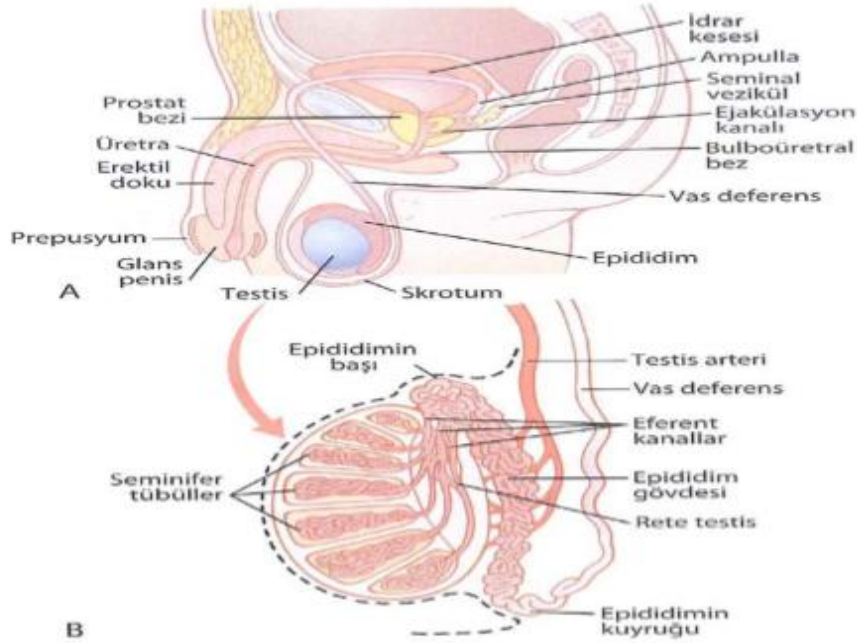


5. SPERM VE ÖZELLİKLERİ

5.1. Erkekte Üreme Fizyolojisi

Erkek üreme sistemi iki testis, spermli depolayan ve dışarı taşıyan bir kanallar sistemi, bu kanallara boşalan bezler ve penisten oluşur (35).

Erkekte esas üreme fonksiyonu sperma hücrelerini testis oluşturur. Testis ayrıca erkek cinsellik hormonu olan testosteron'u yapar. Testis iki ayrı doku taşır; birisi tubuli seminiferi'den oluşur ve sperma hücrelerini meydana getirir; diğeri interstisyel hücrelerden oluşur ve testosteron hormonunu meydana getirir (şekil 3). Spermatogenezis için testosteron hormonuna ihtiyaç vardır (36).



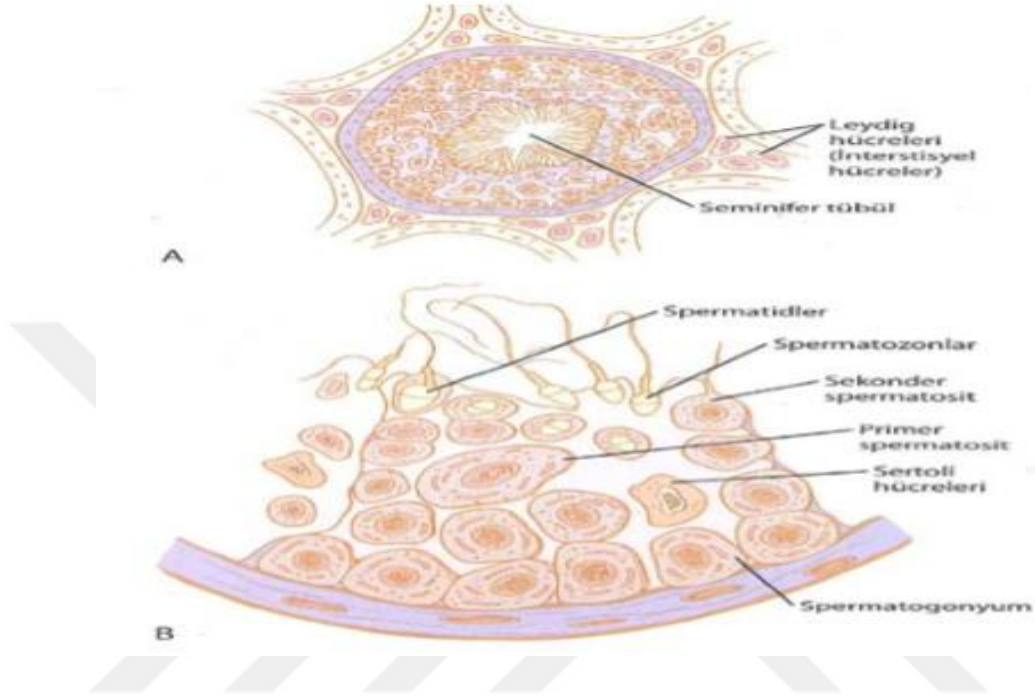
Şekil 3. Erkekte Üreme Sistemi (A) ve Testisin Yapısı (B) (37)

5.2. Testisin Yapısı ve Spermatogenezis

Testis birçok tubuli seminiferi'den yapılmıştır. Bu tubuller testisin ortasındaki rete testis adı verilen ağ manzarasındaki borulara açılırlar. Tubuli seminiferi'de oluşan spermatozoa rete testise, buradan epididimis borularına geçerler. Epididimisin bir baş bir de kuyruk kısmı vardır. Kuyruk kısmı ductus deferens'e eklidir. Spermatozoa ejakülasyon esnasında epididimisten ductus deferens'e, buradan ejakülasyon borusu yoluyla prostat içinden uretraya geçerler. Tubuli seminiferi arasında Leyding'in interstisiyel hücreleri bulunur ki, bu hücreler erkek cinsiyet hormonu olan testosteron'u salgılar.

Testisi besleyen arterler (arteria testicularis) ve venalar (vena testicularis) birbirine paralel seyrederek; içlerinden akan kan birbirinin aksi yöndedir. Böylece arterler ve venalar arasında ters akım alış-veriş sistemi kurulmuştur; ısı ve testosteron alış-verişi sağlanır. Testisin interstisiyel hücrelerince salınan testosteron venalara girer, ters akım yoluyla venadan arterlere geçer, vücuda dağılır, testis ve özellikle skrotum sıcaklığı 32 °C'de (genellikle 33 °C – 35 °C'de) tutulmak üzere hassas bir şekilde ayarlanır; zira sperma yapımı vücut iç sıcaklığından daha düşük bir sıcaklığa (33-35 °C) ihtiyaç gösterir. Deney hayvanlarında testisler vücut sıcaklığında tutulduklarında, verimsizlik görülür. Seminiferus tubul epitelyumunda bazal membrana en yakın hücreler, spermatogonia, ergenlik çağında mitotik olarak çoğalırlar ve primer spermatositleri oluştururlar. Bu hücreler meiosis ile kromozom sayısını yarıya indirirler ve bunlardan sekonder spermatositler meydana gelir. Sekunder spermatositler de spermatidleri oluştururlar. Spermatogoniumdan spermatidlere

kadar olan olgunlaşma evrelerinde hücreler birbirine sitoplasmik köprülerle bağlı bulunurlar (şekil 4) (37, 38).



Şekil 4. Seminifer Tübülün Enine Kesiti (A) ve Spermatogonyumdan Sperm Gelişmesine Kadar Olan Aşamalar (B) (38)

Spermatidier büyük sertoli hücrelerinin sitoplazmasına gömülüdürler ve burada olgun spermatozoa meydana getirirler. İnsanda spermatogoniumdan spermatozoon oluşumuna kadar geçen süre ortalama 74 gün kadardır. Olgunlaşan spermatozoa Sertoli hücrelerinden serbest bırakılırlar ve tubul boşluğuna (tubul lumenine) girerler. Sertoli hücreleri androjen bağlayıcı protein (ABP) ve inhibin salgırlar. Androjen deyimi erkek cinsel hormonları karşılığı olarak kullanılır. Androjenler sadece testis tarafından değil, diğer yerlerden, örneğin adrenal korteksten, salınan erkek cinsel hormonlarını da kapsar. Testis androjeni

testosterondur. FSH Sertoli hücrelerinin ABP salgılamasını uyarır. Bu protein testosteron ve dihidrotestesteron bağlayarak hormonların taşınmasını, seminifer tubullerde yüksek yoğunlukta ve stabil olmasını sağlar. Testosteron spermatogenezisi uyarır.

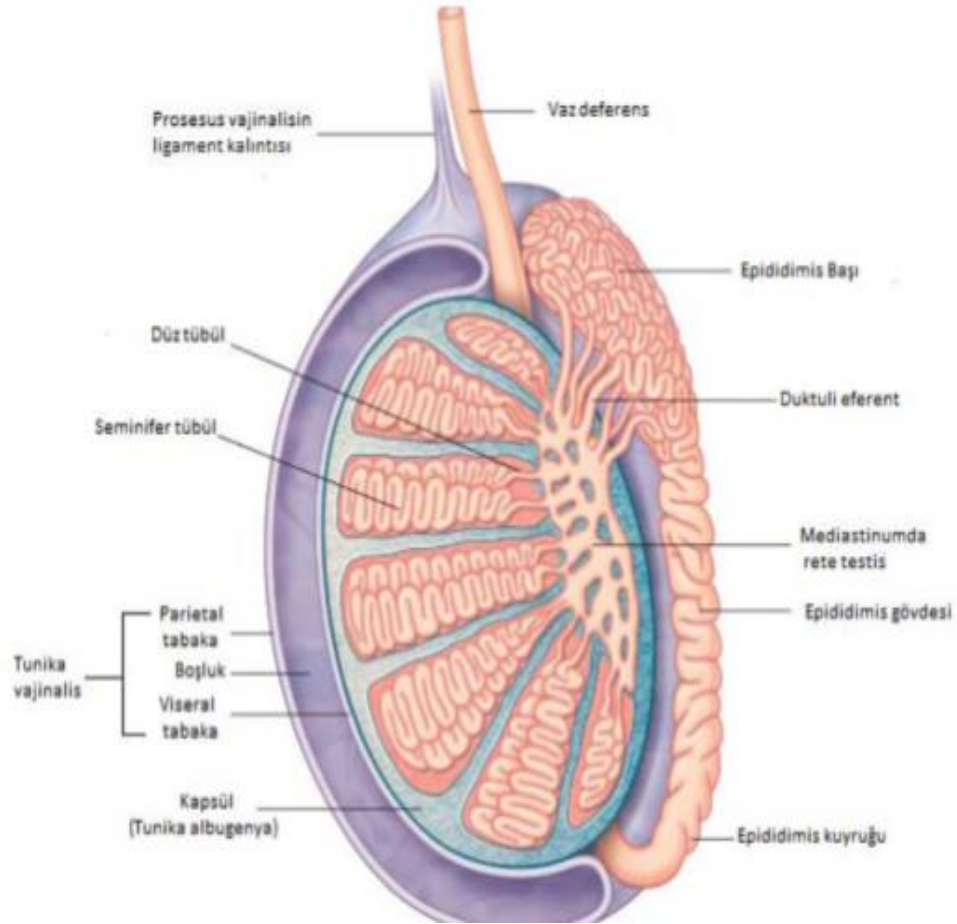
Sertoli hücrelerinin salgıladığı inhibin, bir polipeptid, FSH salınmasını önler. Özet olarak, androjenler (testosteron) ve FSH gametogenezis (spermatogenezis) fonksiyonunun devamını sağlarlar. Adenohipofizden salınan LH ya da interstisiyel hücre stimüle edici hormon (ICSH) Leydig hücrelerinin testosteron salgılamalarını uyarır (Şekil 4) (37).

Ejeksiyon ile penisten dışarı verilen semen (meni), seminal vezikül, prostat, bulbouretral bez salgıları ile spermatozoa taşıyan bir sıvıdır. Bir defalık ejakulyonda 2,5-3,5 ml kadar semen çıkarılır ve 1 ml'de 100 milyon kadar spermatozoa bulunur. Mililitrede 20 milyonun altında spermatozoa bulunan erkekler sterildirler (çocuk yapamazlar). Semende yüksek yoğunlukta prostaglandinler bulunur. Hernekadar adını prostat bezinden almış iseler de prostaglandinler prostat bezinden değil seminal vezikülden gelirler (37).

5.3. Testis Histolojisi

Testisler, spermatozoonun üretildiği ve erkek cinsiyet hormonu testosteronun üretilip salgılandığı ekzokrin ve endokrin işlevi olan yapılardır. Spermatogenezisin olduğu her bir seminifer tübül yaklaşık 150-250 µm çapında ve 30-70 cm uzunluğundadır (39).

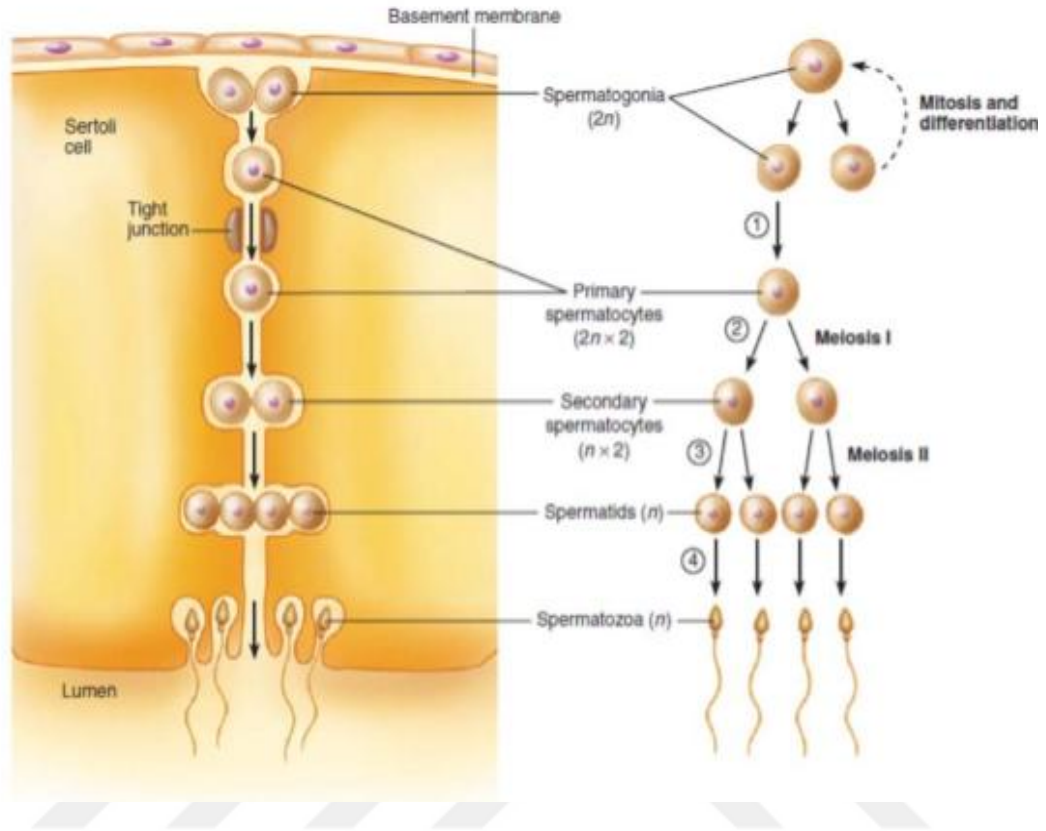
Seminifer tübüller bir fibröz bağ dokusu kılıfı, belirgin bir bazal lamina ve kompleks bir germinal veya seminifer epitelden oluşur (şekil 5). Bu tübülü saran birkaç fibroblast katmanından oluşmuştur. Bazal lamina dışındaki tabakada düz kas özelliği gösteren yassılaşmış miyoid hücreler bulunur (38, 39).



şekil 5. Testis ve Genital Kanalların şematik Görünümü (40)

5.4. Spermatogenez

Spermatogenezde mitoz, mayoz ve spermiyogenez adı verilen üç biyolojik aktivite gerçekleşir (şekil-6). Bu aşamaların her biri spermatogenezin toplam s resinin yaklaşık 1/3' n  kapsar (35).



Şekil 6. Spermatogenez (40)

5.4.1. Mitoz

Spermatositogenez sırasında spermatogoniya mitoz bölünme geçirir ve mitozdan doğan hücrelerin bazıları her bir seminifer tübülün bazal membranına yakın bir noktada inaktif olarak kalır. Bu sayede, erkek kök hücreleri için bir rezerv oluşturulur ve bunlar ihtiyaç duyuldukça spermatogoniyanın yerini alır. Çok sayıda germ hücresi spermatogoniyanın mitozu yoluyla sağlanır (36).

5.4.2. Mayoz Bölünme

Birinci mayoz bölünme amacı primer spermatositten iki adet sekonder spermatosit oluşturmaktır. İkinci mayoz bölünmede ise sekonder spermatositlerin interfaz aşaması ve tam belirgin olmayan DNA sentezi şekillenir. Sekonder spermatositlerin her biri hücre bölünmesi gerçekleştirmeden iki tane spermatid oluşturlar (41). Birinci mayoz sonucu, 4N olan primer spermatositteki DNA miktarı sekonder spermatositte 2N miktarına düşüş gösterir. İkinci mayozda ise DNA, 1N'ye azalır. Homolog kromozomlar birinci mayoz bölünmede profazda ayrılırlarken, sekonder mayoz bölünmede interfaz aşamasında S safhasında ise kardeş kromatidler DNA miktarının iki katına çıkarılmadığı için, yavru hücreler olan haploid spermatidlere ayrılırlar (41-43).

5.4.3. Spermiyogenezis

Değişim dönemi olarak bilinen Spermiyogenez döneminde, spermatidlerin çekirdekleri küçülür, yoğunlaşır. Hücreler kuyruk oluşturarak spermatozoonlara dönüşürler. Spermatid özelliğini kazanan hücreler bir daha bölünme geçirmezler. Olgunlaşarak yine haploid sayıda kromozoma sahip spermiyumlara dönüşürler. Spermiyogenezde spermatogenetik hücreler gibi seminifer tübüllerde yer alan Sertoli hücreleri önemli role sahiptirler. Değişim süresince, spermatidler Sertoli hücre zarına bağlı kalırlar. Spermiyogenezde hücrelerin yeni özellikler kazanarak değişmesi dört dönemde incelenir (44).

5.4.3.1. Golgi fazı

Golgide birikerek zarla çevrelenmiş bir akrozom vezikülünde yer alan bir adet akrozom granülü proakrozomal granüller olarak isimlendirilen periyodik asit shift (PAS)-pozitif küçük granüller meydana getirirler. Hücre yüzeyine yakın bir konuma gelen sentriyoller göç ederek akrozom yapısının şekillendiği bölgeye zıt olarak konumlanırlar. Sentriyoller tekrar çekirdeğe doğru göç ederken flagellar aksonem oluşumu başlar ve hareket ettikçe aksonem bileşenleri etrafında bağlanır (45).

5.4.3.2. Kep dönemi

Akrozomal vezikül çekirdeğin ön bölümünü kaplayacak şekilde genişleyip şapka gibi bu bölümü örter (akrozomal kep). Çekirdek zarının buraya bakan bölümünde porlar kaybolur, zar kalınlaşır ve çekirdek yoğunlaşır incelenir (44).

5.4.3.3. Başlık (Cap) Aşaması

Proteaz benzeri hidrolitik enzimler içeren akrozom, hyaluronidaz, nörominidaz, asit fosfataz ve tripsin içerdiğinden dolayı lizozomun özelleşmiş bir yapısı olarak bulunmaktadır. Bu enzimler, yumurtayı saran korona radiata hücrelerini birbirinden ayırdığı ve zona pellusidayı sindirdiği için akrozom reaksiyonu olarak adlandırılır ve fertilizasyon şekillenmesinin ilk aşamalarındandır. Bu fazda başını sertoli hücresine uzatan spermatid kendisini tekrar düzenleyerek gömülü halde bulunur. Spermatidin yoğunlaşan çekirdeği yassılaşıp uzar ve bununla birlikte akrozom hücre membranının ön tarafına

geçer. Buradaki sitoplazmik mikrotübüller silindir şeklinde çekirdeği saran bir yapı oluşturur ve spermatidin arkasına doğru hareket eder ve Sentriyollerden birisi gelişim göstererek kamçıyı meydana getirir. Hücre membranı burada gelişim gösteren flagellumu çevreler. Flagellumun proksimal parçasını üzerinde toplanan Mitokondriler de orta parça olarak adlandırılan yapıyı şekillendirir. Buradaki yapı spermatozoonların hareketlerini oluşturan bölgedir (42, 43).

5.4.3.4. Olgunlaşma

Sitoplazma miktarının azaldığı son dönemdir. Fazla sitoplazma Sertoli hücreleri tarafından fagosit edilecek ortadan kaldırılır. Spermatidler birbirleri ile olan bağlantılarını kaybederler, Sertoli hücrelerinden ayrılarak lümene düşerler (43). Gönüllüler üzerinde yapılan araştırmalarda, testislere deneysel ^3H -timidin uygulanması sonucu insanda spermatogonyumdan spermatozoon oluşumuna kadar geçen sürenin yaklaşık 64 gün olduğu gösterilmiştir. Yavaş bir süreç geçirmesine rağmen, spermatogenez, eş zamanlı olarak her seminifer tübülde aynı anda gerçekleşmez; bu olay bir dalgalanma biçiminde olur. Böylece, spermatogenez her bölgede farklı bir safha izleyerek, düzensiz bir görünüm alır. Bu olay da, seminifer tübüllerin bazı bölgelerinde spermatozoonlar bulunurken, diğer bölgelerinde sadece spermatidlerin bulunduğunu açıklamaktadır. Seminifer epitel siklusu germinal epitelde belli bir hücre evresinin ardışık iki görünümü arasında oluşan matürasyon değişiklikler dizisini ifade eder. İnsanda her bir siklus yaklaşık 16 ± 1 gün sürer ve spermatogenez 4 siklustan sonra biter (64 ± 4.5 gün) (42, 43).

6. GEREÇ VE YÖNTEM

6.1. GEREÇ

Bu çalışma, Fırat Üniversitesi Deneysel Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı'nın "09.03.2016 tarihli ve 58 no'lu izni" ile yapıldı. Çalışmada hayvan materyali olarak Fırat Üniversitesi Deney Hayvanları Yetiştirme Ünitesi'nden temin edilen 28 adet, 2–3 aylık erkek Wistar-Albino cinsi (270 ± 30 g) sıçan kullanıldı ve araştırmanın deneysel bölümü Fırat Üniversitesi Hayvan Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde yapıldı. Sıçanlar standart şartlarda ($25 \pm 2^\circ\text{C}$ sabit ısı, % 60–65 düzeyinde nem ve havalandırılmalı odalarda; 12 saat karanlık ve 12 saat gün ışığı olmak üzere) ve her gün altları temizlenen kafeslerde standart sıçan yemi ad-libitum ile (Tablo 6) beslendi. Hayvanlar bir kafeste 4, diğer kafeste 3 olacak şekilde, her grupta 7 tane olmak üzere aşağıda belirtildiği gibi 4 gruba ayrıldı. Düzenekler dijital sinyal jeneratörüne aktif hoparlör bağlanarak Ratlar için en iyi işitme frekansı olan 8.000 hertz olacak şekilde ayarlandı (8). Şiddetleri desibel ölçer ile 60 dB, 80 dB ve 100 dB olarak ayarlandı. Uygulamalar her gün günde 12 saat olmak üzere 19.00 ile 07.00 saatleri arasında yapıldı ve deney toplam 60 gün sürdü (45).

1. Grup Kontrol (n:7), (60 gün boyunca boş düzenekte bekletildi),
2. Grup Düşük (n:7), (60 gün boyunca 8.000 hertz frekansta 60 dB şiddetinde gürültüye maruz bırakıldı),
3. Grup Orta (n:7), (60 gün boyunca 8.000 hertz frekansta 80 dB şiddetinde gürültüye maruz bırakıldı),

4. Grup Yüksek (n:7), (60 gün boyunca 8.000 hertz frekansta 100 dB şiddetinde gürültüye maruz bırakıldı),

Tablo 6. Sıçan Yemi Bileşimi

SIÇAN YEM BİLEŞİMİ		KULLANILAN MADDELER
SU	En Çok (%) 102	Buğday, Arpa, Soya Küspesi, Fındık Küspesi, Melas Mayası, Ayçiçeği Tohumu Küspesi, Pamuk Tohumu Küspesi, Mısır Proteini, Balık Unu, Tuz, Mermer Tozu, Tapiyoka, Sorgum, Kolza Küspesi, Sentetik Lisin, Sentetik Methionin, Prremiksler, Kepek, Süt Tozu
HAM PROTEİN	En Az (%) 24	
HAM SELÜLOZ	En Çok (%) 7	
HAM KÜL	En Çok (%) 8	
HCL'de ÇÖZÜLMEYEN KÜL	En Çok (%) 2,0	
NaCl	En Çok (%) 1,0	
KALSİYUM	En Az – En Çok (%) 1,0-2,8	
FOSFOR	En Az (%) 0,9	
SODYUM	En Az – En Çok (%) 0,5-0,7	
METABOLİK ENERJİ Kcal/kg	En Az (%) 2,650	

6.1.1. Kullanılan Cihazlar

Çalışmada Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı'nda bulunan ve Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi desteği ile alınan aşağıda belirtilen ekipmanlar kullanılmıştır.

1. Dijital sinyal jeneratörü (AATECH)
2. Desibelmetre (UNI-T)
3. Aktif kabin (Spekon)
4. Spektrofotometre (Shimadzu)
5. Homojenizatör (Ultraturrax)

6. Hassas terazi (Shimadzu)
7. Deiyonize su cihazı (Nüve)
8. Soğutmalı santrifüj (Nüve)
9. Derin dondurucu (Uğur)
10. Buzdolabı (Profilo)
11. Analitik terazi (Precisa)
12. pH metre (Thermo Orion)
13. Etüv (Nüve)
14. Vorteks (Heidolph)
15. Dispenser (Brand)
16. Ayarlanabilir otomatik pipetler (Brand) (1,10, 20, 100, 1000 µL)
17. Isıtma Tablalı (+38°C) Faz-Kontrast Mikroskobu (Olympus)

6.1.2. Kullanılan Diğer Malzemeler

1. Steril enjektör (5, 10 ml) (Hayat)
2. Steril insülin enjektörü (1 ml) (Hayat)
3. Kan tüpü (Venoject)
4. Eppendorf tüp (1,5, 2 ml) (Eppendorf)
5. Otomatik pipet uçları (10, 100 ve 1000 µl) (Brand)

6.1.3. Kullanılan Kimyasal Maddeler

Çalışmada kullanılan bütün kimyasallar analitik saflıkta olup Merck (Almanya), Sigma (ABD) firmalarından temin edilmiştir.

6.2. YÖNTEM

6.2.1. Kan Örneklerinin Alınması ve Hazırlanması

DeneySEL aşamanın sonunda 0,4 ml/kg sodyum pentobarbital ile anestezi altına alınan hayvanlardan enjektörlerle a. femoralis'in bifurkasyon bölgesinden girilerek heparinlenmiş enjektörlerle jelsiz tüplere yaklaşık 4–6 ml kan alındı. Kan örnekleri 5000 rpm'de 4 °C'de 10 dakika boyunca santrifüj edilerek plazma ve serumları ayrıldı. Elde edilen plazma ve serumlar analizlere kadar +4 C'de saklandı.

6.2.2. Eritrosit Hemolizatının Hazırlanması

Eritrosit hemolizatı: Santrifüj işlemi sonrası kalan şekilli elemanlar üzerine hacminin üç katı kadar % 0.9'luk NaCl solüsyonu ilave edilerek hafifçe karıştırılarak +4 °C'de 5 dakika santrifüj edilerek üstteki süpernatant atıldı. Bu işlem iki defa daha tekrar edilip, sonunda 1 ml eritrosit kısmından polipropilen tüplere alınarak üzerine 4 ml soğuk distile su ilave edilip vortekslenerek hemolize uğratıldı. Daha sonra elde edilen bu eritrosit hemolizatları –70 °C'de derin dondurucuda analiz yapılincaya kadar saklandı (46).

6.2.3. Doku Örneklerinin Alınması ve Hazırlanması

Kan örneklerinin alınmasını takiben; hayvanlardan testis dokuları alındı. Doku örnekleri laktatlı ringer solüsyonu ile yıkandıktan sonra polietilen poşetlere sarılıp etiketlendi ve analizlere kadar -20 °C'deki derin dondurucuda saklandı. Analizlerin hemen öncesinde testis dokusu örneklerinden bir miktar tartılıp üzerine ağırlığının 9 katı fosfat tampon çözeltisi eklenerek (1/10 oranında) homojenizatör yardımı ile analizlere uygun şekilde homojenize edildi. Homojenize edilen doku örneklerinden santrifüj yardımıyla ayrılan homojenatlar polietilen tüplere alındı. Üreme organlarında yapılacak çalışmalar için testis ve epididimisleri yağ dokularından arındırıldıktan sonra tartıldı. Eklenti bezlerinden v. semilunaris ile ventral prostat çıkarılarak tartıldı. Absolut ve rölatif (Absolut organ ağırlığı (g) / vücut ağırlığı (g) X 100) üreme organ ağırlıkları kaydedildi.

6.2.4. Hemolizatta Lipit Peroksidasyon Tayini

Hemolizatta Lipit peroksit tayini (MDA) Placer ve arkadaşları'nın (47) tanımladığı spektrofotometrik yöntemle göre belirlendi.

Preşip: pH'nın 3.4 olduğu aerobik bir ortamda tiyobarbitürik asit (TBA) ile MDA'nın 100 °C'de inkubasyonu pembe renkli bir kompleks oluşturur. Pembe rengin 532 nm'de spektrofotometrik olarak oluşumu ile lipit peroksidasyon saptanır. Belirlenen absorbans değeri MDA standart eğrisinden ya da yine standart eğriden hesaplanan sabit rakama oranlanarak hemolizatta MDA değeri nmol/ml, protein olarak hesaplandı. Standart eğri çizimi için 1,1,3,3 Tetraethoxypropane'den 10µ/10 ml absolut etanolde hazırlanarak +4 °C' de koyu

bir şişede saklanır ve bu stok solüsyondan farklı konsantrasyonlarda hazırlanarak standart eğri çizilir.

6.2.5. Hemolizatta GSH-Px Tayini

Hemolizatta GSH-Px aktivitesi düzeyi Lawrence ve arkadaşlarının (48), belirttiği şekilde belirlendi.

Prensip: Hemolizattaki GSH-Px, GSH Cumenehidroperoksit (CHPO₄) ile oksidasyona uğratır. Renk ajanı olarak 5,5-ditiyo-bis (2- nitrobenzoik asit) (DTNB) solüsyonu ile karıştırılması sonucu hem kör ve hem de örneklerde meydana gelen sarı renk kompleksinin spektrofotometrede 412 nm'de okunması sonucu belirlendi.

6.2.6. Hemolizatta Redukte Glutasyon (GSH) Düzeyinin Tayini

Hemolizatta GSH düzeyi Sedlak ve Lindsay'ın (49) belirttiği şekilde yapılmıştır.

Prensip: Hemolizattaki bütün non-protein sulfidril grupla, GSH şeklinde bulunur. Renk ajanı olarak DTNB'nin sulfidril gruplarıyla reaksiyonu sonucu sarı renkli kompleks meydana gelir. Oluşan renk değişiminin köre karşı 412 nm'de spektrofotometrik ölçümüyle belirlenir.

6.2.7. Hemolizatta Katalaz Aktivitesinin Tayini

Hemolizatta katalaz enzimi tayini Goth'un (50) tarif ettiği şekilde yapıldı.

Prensip: Hemolizat, hidrojen peroksit (H_2O_2) içeren substrat ile inkube edilir. H_2O_2 katalaz aktivitesi ile H_2O ve Oksijene parçalanır. Ortama ilave edilen amonyum molibdat H_2O_2 ile birleşerek reaksiyon sonlandırılır. Bu süre içerisinde meydana gelen renk değişimi 405 nm'de köre karşı spektrofotometrik olarak belirlenir.

6.2.8. Spermatolojik Muayeneler

6.2.8.1. Epididimal Spermatozoon Yoğunluğu

Sağ epididimis petri kutusu içerisindeki 1 ml fizyolojik tuzlu suda (% 0,9'luk NaCl) bistüri ve makas yardımıyla iyice parçalanarak 2 dakika boyunca bir pensle parçacıklar iyice ezildi. Sonra epididimal dokudaki bütün spermatozoonların sıvıya geçmesi için oda sıcaklığında 4 saat inkubasyona bırakıldı. Bekleme süresini takiben spermatozoon ihtiva eden süpernatant alyuvar pipetinin 0,5 çizgisine kadar, 5 g sodyum bikarbonat, 1 ml formalin, 25 mg eozin ve 100 ml distile su içeren solüsyon da 101 çizgisine kadar çekildi. Dolayısıyla süpernatant 1:200 oranında sulandırılmış oldu. 10 µl sulandırılmış süpernatant önceden lamel yapıştırılmış Neubauer lamının (0,1 mm derinlik, 0,0025 mm²'lik alan, LABART, Munich, Germany) her iki sayım alanına lamelin kenarına pipetin ucu değdirilerek yerleştirildi. Neubauer lamı ışık mikroskobuna yerleştirilip 5 dakika beklenerek solüsyon içerisindeki spermatozoonların tüm alana homojen bir şekilde dağılması sağlandı. Her iki sayım alanındaki tüm karelere düşen

spermatozoonlar ışık mikroskobunun 200'lük büyütmesinde sayıldı ve hesaplandı (51).

6.2.8.2. Spermatozoon Motilitesi

Bunun için bir lam, mikroskobun ısıtma tablasına yerleştirilerek sıcaklığının 37 °C'ye ulaşması sağlandı. Birkaç damla Tris buffer solüsyonu (Tris (hidroksimetil) aminometan 3,63 g, glukoz 0,50 g, sitrik asit 1,99 g ve distile su 100 ml) ısıtma tablası üzerindeki lama damlatıldıktan sonra sol cauda epididimisten kesit yapılarak alınan ve spermatozoon ihtiva eden küçük bir damla süspansiyon bu solüsyon üzerine yerleştirilip lamel yardımıyla karıştırılarak homojen bir hal alması sağlandı. Daha sonra 400'lük büyütmede gözle motilite yüzdesi belirlendi. Motilite tahminleri sol kauda epididimisten alınan bir damla süspansiyon için 3 farklı saha incelenerek yapıldı. Bu 3 farklı sahanın ortalama değerleri yüzde motilite oranı olarak hesaplandı (51).

6.2.8.3. Anormal Spermatozoon Oranı

Anormal spermatozoon oranını tayin etmek için birkaç damla Tris buffer solüsyonu temiz, kuru ve önceden ısıtılmış (37 °C) bir lama damlatıldı. Sonra üzerine sol kauda epididimisten alınan küçük bir damla süspansiyon ve birkaç damla Eozin-Nigrozin karışımı boya (1,67 g eozin, 10 g nigrozin, 2,9 g sodyum sitrat, 100 ml distile su) damlatılarak bir lam yardımıyla karıştırılıp homojen hale getirildi. Daha sonra bu karışımdan ince frotiler çekilerek çok kısa sürede kuruması sağlandı. Kurutma işleminden sonra frotiler ışık mikroskobunun 400'lük

büyütmesinde incelendi. Bir frotide toplam 200 spermatozoon incelenip baş, kuyruk ve toplam anormal spermatozoon oranı yüzde olarak ifade edildi (51).



7. İSTATİKSEL ANALİZ

Çalışmalar sonucunda elde edilen veriler ortalama standart hata ($\bar{X} \pm S_x$) değerleri olarak sunuldu. $P < 0.05$ değeri önemli olarak değerlendirildi.

Ölçülen tüm parametrelerde her gruba ait ham değerlerin normal dağılım gösterip göstermediklerini belirlemek için Shapiro-Wilk normallik testi uygulandı ve testin sonucunda tüm parametrelerdeki değerlerin normal dağılım gösterdiği tespit edildi.

Grup ortalamalarını karşılaştırmak amacıyla tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve gruplar arası farklılıkları belirlemek için de Duncan testi uygulandı.

Yapılan tüm istatistiki analizlerde SPSS istatistik programı (22.0, Chicago, IL, USA) kullanılarak yapıldı.

8. BULGULAR

8.1. MDA Düzeyleri

Tablo-7 incelendiğinde;

Kontrol grubu MDA düzeyleri ile düşük derecede gürültüye maruz kalan grubun MDA düzeyleri ve orta derecede gürültüye maruz kalan grubun MDA düzeyleri değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). Ancak kontrol grubu MDA düzeyleri ile yüksek derecede gürültüye maruz kalan grubun MDA düzeyleri değerleri arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan çok yüksek derecede anlamlıdır ($p<0.001$).

Düşük derecede gürültüye maruz kalan grubun MDA düzeyleri ile kontrol grubu MDA düzeyleri ve orta derecede gürültüye maruz kalan grubun MDA düzeyleri değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). Fakat düşük derecede gürültüye maruz kalan grubun MDA düzeyleri ile yüksek derecede gürültüye maruz kalan grubun MDA düzeyleri değerleri arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan çok yüksek derecede anlamlıdır ($p<0.001$).

Orta derecede gürültüye maruz kalan grubun MDA düzeyleri ile kontrol grubu MDA düzeyleri ve düşük derecede gürültüye maruz kalan grubun MDA düzeyleri değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). Orta derecede gürültüye maruz kalan grubun MDA düzeyleri ile yüksek derecede gürültüye maruz kalan grubun MDA düzeyleri değerleri arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan çok yüksek düzeyde anlamlıdır ($p<0.001$).

Yüksek derecede gürültüye maruz kalan grubun MDA düzeyleri ile kontrol grubu MDA düzeyleri, düşük derecede gürültüye maruz kalan grubun MDA düzeyleri ve orta derecede gürültüye maruz kalan grubun MDA düzeyleri değerleri arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan çok yüksek derecede anlamlıdır ($p<0.001$).

8.2. GSX Düzeyleri

Tablo-7 incelendiğinde;

GSX düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$).

8.3. GSX-Px Düzeyleri

Tablo-7 incelendiğinde;

Kontrol grubu GSH-Px düzeyi ile orta derecede gürültüye maruz kalan grubun GSH-Px düzeyleri ve yüksek derecede gürültüye maruz kalan grubun GSH-Px düzeyleri değerleri arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan çok yüksek derecede anlamlıdır ($p<0.001$). Ancak düşük derecede gürültüye maruz kalan grubun GSH-Px düzeyleri değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Orta derecede gürültüye maruz kalan grubun GSH-Px düzeyleri ile kontrol grubu GSH-Px düzeyi ve düşük derecede gürültüye maruz kalan grubun GSH-Px düzeyleri değerleri arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan çok yüksek derecede anlamlıdır ($p<0.001$). Yüksek derecede gürültüye maruz kalan grubun GSH-Px düzeyleri değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

8.4. CAT Düzeyleri

Tablo-7 incelendiğinde;

Kontrol grubu CAT düzeyi ile düşük derecede gürültüye maruz kalan grubun CAT düzeyleri, orta derecede gürültüye maruz kalan grubun CAT düzeyleri ve yüksek derecede gürültüye maruz kalan grubun CAT düzeyleri değerleri arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan çok yüksek derecede anlamlıdır ($p<0.001$).

Düşük derecede gürültüye maruz kalan grubun CAT düzeyleri, orta ve yüksek derecede gürültüye maruz kalan grubun CAT düzeyleri değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 7. Kontrol ve Farklı Desibelde Gürültüye Maruz Kalmış Sıçanların Hemolizatlarında ki Malondialdehit, Glutasyon, Glutasyon-Peroksidaz ve Katalaz Aktivitelerine Ait Değerler

	Kontrol	60 desibel	80 desibel	100 desibel
MDA (nmol/ml)	4,27±0,34 ^a	5,17±0,38 ^a	4,90±0,31 ^a	6,98±0,25 ^b
GSH (nmol/ml)	5,62±0,34	5,64±0,19	6,04±0,20	6,29±0,49
GSH-Px (IU/gr protein)	104,38±3,93 ^a	109,29±3,76 ^{ab}	120,02±2,28 ^{bc}	126,42±2,56 ^c
CAT (ku/gr protein)	209,27±14,24 ^a	308,58±8,74 ^b	297,91±7,19 ^b	302,80±6,11 ^b

Veriler ortalama ± SEM değerleri olarak sunulmuştur.

Aynı satırda farklı harf (a, b, c) taşıyan değerler arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan çok yüksek anlamlıdır ($P<0,001$).

8.5. Üreme Organ Ağırlıkları

Tablo-8 incelendiğinde;

Kontrol ve farklı desibelde gürültüye maruz kalmış sıçanların Testis, Epididimis, Sağ kauda epididimis, Seminal bez ve Prostat bezi ağırlıklarına ait değerler incelendiğinde istatistiki açıdan anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$).

8.6. Spermatolojik Parametreleri

Tablo-9 incelendiğinde;

Kontrol ve farklı desibelde gürültüye maruz kalmış sıçanların spermatozoon motilitesi ve spermatozoon yoğunluğuna ait değerler incelendiğinde istatistiki açıdan anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$).

Kontrol grubu ile orta ve yüksek derecede gürültüye maruz kalan grupların anormal spermatozoon oranı değerleri arasında istatistiki açıdan çok yüksek fark vardır ($p<0.001$). 60 Desibel arasında farklılık olsa da istatistiki açıdan anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Anormal spermatozoon oranı orta derecede gürültüye maruz kalan grup ile kontrol grubu ve düşük derecede gürültüye maruz kalan grup değerleri arasında istatistiki açıdan çok yüksek fark vardır ($p<0.001$). Yüksek derecede gürültüye maruz kalan grup arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Tablo 8. Kontrol ve Farklı Desibelde Gürültüye Maruz Kalmış Sıçanların Üreme Organ Ağırlıklarına Ait Değerler

	Kontrol	60 desibel	80 desibel	100 desibel
Testis (gr)	2,056±0,093	1,974±0,041	1,873±0,051	1,873±0,089
Epididimis (gr)	0,621±0,020	0,630±0,025	0,630±0,013	0,596±0,008
Sağ kauda epididimis (gr)	0,256±0,019	0,259±0,006	0,241±0,008	0,246±0,018
Seminal bez (gr)	1,421±0,051	1,404±0,108	1,147±0,096	1,269±0,051
Prostat (gr)	0,634±0,034	0,507±0,033	0,553±0,021	0,594±0,041

Veriler ortalama ± SEM değerleri olarak sunulmuştur.

Tablo 9. Kontrol ve Farklı Desibelde Gürültüye Maruz Kalmış Sıçanların Spermatolojik Parametrelerine Ait Değerler

	Kontrol	60 desibel	80 desibel	100 desibel
Spermatozoon motilitesi (%)	75,71±3,69	76,67±4,04	77,14±2,85	72,86±2,86
Spermatozoon yoğunluğu (milyon/kauda epididimis)	224,86±10,96	230,57±11,64	210,57±15,80	245,43±9,47
Anormal spermatozoon oranı (%)	3,57±0,53 ^a	4,86±0,63 ^{ab}	5,29±0,42 ^{ab}	7,14±1,06 ^b

Veriler ortalama ± SEM değerleri olarak sunulmuştur.

Aynı satırda farklı harf (a, b) taşıyan değerler arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan anlamlıdır (P<0,05).

9. TARTIŞMA

Gürültü günümüzün başlıca çevre ve sağlık sorunlarından birisi olarak görülmektedir ve insanları olumsuz yönde etkilemektedir. Gürültü nedeniyle işitme kaybında oksidatif değişiklikler ve yüksek gürültünün yol açtığı oksidatif değişikliklere yönelik birçok araştırma yapılmıştır (52-54). Gürültünün ratlarda fetal doğum ağırlığı üzerine etkisi ile ilgili bir çalışmada düşük doğum ağırlığına yol açabileceğini göstermektedir (55). Organizmayı olumsuz yönde etkileyen birçok durumda serbest oksijen radikallerinin artışıyla karakterize oksidatif stres meydana gelmektedir.

Hücre zarlarında yer alan poliansatüre yağ asitleri (PUFA), serbest radikaller aracılığıyla kolaylıkla okside edilebilmektedir. Bu olay lipid peroksidasyonu olarak da adlandırılmaktadır (56, 57). Lipid peroksidasyonu sonucunda ise MDA düzeyinde artış oluşmaktadır (58). Gürültülü ortamda çalışan tekstil çalışanları üzerine yapılan bir çalışmada MDA düzeylerinde kontrol grubuna göre anlamlı bir artış oluşmaktadır (59). Sıçanlar üzerinde yapılan gürültü stresinin indüklediği oksidatif değişikliklerin araştırılmasında da MDA düzeyi artmaktadır (29). Çalışmamızda yüksek derecede gürültüye maruz kalmış sıçanların hemolizat MDA düzeyinde çok yüksek derecede anlamlı artış tespit edilmiştir ve buda gürültüye bağlı olarak oksidatif stresin artmış olduğunu göstermektedir.

Glutasyon peroksidaz (GSH-Px) enzimi, redükte glutasyon (GSH)'un okside glutasyon (GSSG) haline dönüştüğü reaksiyonda hidrojen peroksit (H_2O_2)'i suya indirger. Ardından glutasyon redüktaz enziminin katalizlediği reaksiyon ile

NADPH harcanarak okside glutatyon tekrar redükte hale dönüştürülebilir (60, 61). Oksidatif stres sonucu artan GSH-Px enziminin aracılık ettiği bu reaksiyon ile suya dönüştürülmesini sağlamak GSH-Px enzim aktivitesinde bir artışa sebep olmaktadır. Sıçanlar üzerinde yapılan bir çalışmada gürültü stresinin indüklediği oksidatif değişikliklerin GSH-Px enzim aktivitesini artırdığı belirlenmiştir (29). Çalışmamızda orta ve yüksek derecede gürültüye maruz kalmış sıçanların hemolizatlarında GSH-Px enzim aktivitesinde artış meydana gelmiştir. Bu da gürültüye bağlı olarak artan serbest radikallerin GSH-Px enzimi ile uzaklaştırılmaya çalışıldığını göstermektedir.

Katalaz, hidrojen peroksit (H_2O_2)'in su (H_2O) ve oksijen (O)'e dönüştürülmesini katalizleyen ve böylece hidrojen peroksitin hücrel bileşiklere zarar vermesini engelleyen koruyucu bir enzimdir. Hidrojen peroksit, katalaz tarafından parçalanmazsa vücut için çok tehlikeli bir serbest radikal olan hidroksil radikalının öncülü olarak davranır ve bu radikal hücrede kalıcı hasarlara neden olur (62). Çalışmamızda düşük, orta ve yüksek derecede gürültüye maruz kalmış sıçanların hemolizatlarında CAT enzim düzeyinde artış meydana gelmiştir. Bu da gürültü uygulaması sonucu ortamda artan serbest radikallerin CAT enzimi ile uzaklaştırılmaya çalışıldığını belirten literatür bilgileriyle paralellik göstermektedir.

Tamari, yüksek frekanslı gürültünün üreme organları üzerinde anatomik değişikliğe yol açtığını ve erkekte canlı sperm sayısını azalttığını öne sürmüştür (63). Çalışmamızda kontrol ve farklı desibelde gürültüye maruz kalmış sıçanların üreme organ ağırlıkları, spermatozoon motilitesi ve spermatozoon yoğunluğuna ait değerler incelendiğinde değerler arasında fark olmasına rağmen istatistiki açıdan anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Ancak anormal spermatozoon oranı

yüksek derecede gürültüye maruz kalmış sıçanlarda istatistiki açıdan artmıştır. Bu da çalışmamızın Tamari ile paralelliğini göstermektedir.



10. SONUÇ

Gürültüye bağılı olarak canlılarda oluşan olumsuz etkiler, birçok dokuyu ve organizmayı etkilemektedir. Bu olumsuz etkilerden biri de oksidatif streştir. Bu çalışmada yüksek derecede gürültü sonucunda lipid peroksidasyonun bir göstergesi olan MDA düzeyinin artması, CAT düzeyleri ile GSH-Px aktivitesinin artmış olması oksidatif stres oluştuğunu göstermektedir. Düşük ve orta derecede gürültü sonucunda da CAT düzeyleri ile GSH-Px aktivitesi artmaktadır. Sonuç olarak özellikle yüksek derecede gürültü uygulaması ile oluşan oksidatif stres, başta lipid peroksidasyonu olmak üzere hücre düzeyinde çeşitli hasarlara neden olabileceği kanısını taşımaktayız.

Gürültü sonucu oluşan oksidatif stresin sperm kalitesi üzerine etkisine bakıldığında, çalışmamızda yüksek derecede gürültüye maruz kalan sıçanların anormal spermatozoon oranı artmaktadır. Bu da sperm kalitesinin düştüğünü göstermektedir.

Bu çalışma esnasında gürültünün, oksidatif stres ve sperm kalitesi arasındaki ilişkinin araştırıldığı çalışmaların yeterli düzeyde olmadığı görülmüş olup bundan sonra yapılacak çalışmalarda, gürültünün farklı dokular ve parametreler üzerine etkilerinin değerlendirildiği ayrıca, antioksidan maddelerin etkilerinin araştırılması amacıyla da çalışmalar yapılması gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Jarup L., Dudley M.L., Babisch W., et al. (2005) Hypertension and exposure to noise near airports (HYENA): study design and noise exposure assessment. *Environ Health Perspect* 113, 1473-78.
2. Visser O., Wijnen J.H.V, Leeuwen F.E.V. (2005) Incidence of cancer in the area around Amsterdam Airport Schiphol in 1988–2003: a population-based ecological study. *BMC Public Health* 5, 127.
3. Ravindran R., Devi R.S., Samson J., et al. (2005) Noise-stress-induced brain neurotransmitter changes and the effect of ocimum sanctum (Linn) treatment in albino rats. *J Pharmacol Sci* 98, 354-60.
4. Abbate C., Concetto G., Fortunato M.O., et al. (2005) Influence of environmental factors on the evolution of industrial noise-induced hearing loss. *Environmental Monitoring and Assessment* 107, 351-61.
5. Stansfeld S.A., Matheson M.P. (2003) Noise pollution: non-auditory effects on health. *British Medical Bulletin* 68, 243-57.
6. The American Heritage® Dictionary of the English Language. (2000) Fourth Edition.
7. Sound Intensity. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/Hbase/sound/intens.html>. (Eriřim: 12. 02. 2008)
8. Kelly JB, Masterton B. Auditory sensitivity of the albino rat. *J Comp Physiol Psychol* 1977;91(4):930-6.
9. J.B. Hoag, The Decibel, 2010, 1
10. Türküm S. Çağdaş Toplumda Çevre Sorunları Çevre Bilinci, 4-5
11. Türkiye Çevre Atlası. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara, 2004, 438-41.
12. Çevresel Gürültü Ölçüm ve Değerlendirme Kılavuzu, Ankara, 2001, 3-8.
13. Çevresel gürültünün değerlendirilmesi ve yönetimi yönetmeliği. Resmi Gazete; Sayı: 26809, Tarih: 07.03.2008.
14. Çetin E., Malas M.A. (2005) Fetal büyümeye etki eden çevresel faktörler. *SDÜ Tıp Fakültesi dergisi* 12, 65-72.
15. Ekinici C.E., Bulut T., Güler Ç. (2005) Elazığ Abdullahpařa Mahallesi gürültü düzeyinin araştırılması. *F. Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* 17, 257-65.
16. Noise health effects. http://en.wikipedia.org/wiki/Noise_health_effects. (Eriřim: 12. 02. 2008)
17. Percival M. Antioxidants. *Clinical Nutrition Insights* 1998; 10: 1-4.
18. Podda M, Grundmann- Kollmann M. Low molecular weight antioxidants and their role in skin ageing. *Clinical and Experimental Dermatology* 2001; 26: 578-582.

19. Portugal M, Barak V, Ginsburg I, Kohen R. Interplay among oxidants, antioxidants and cytokines in skin disorders: Present status and future considerations. *Biomedicine and Pharmacotherapy* 2007; 61: 412-22.
20. Schoneich C. 1999. Reactive oxygen species and biological aging:a mechanistic approach. *Exp Geronto* Jan;34:19
21. Penev PD, Zee PC. Melatonin: a clinical perspective. *Ann Neurol* 42: 545-553, 1997
22. Serafini ve DelRio, 2004; Hermes-Lima ve Zenteno-Savin, 2002
23. Song, 2004; Nordberg ve Arner, 2001
24. Halliwell B, Gutteridge JMC. *Free Radicals in Biology and Medicine*. 4th ed. Oxford: Oxford University Press; 2007.
25. Fang YZ, Yang S, Wu G, Free radicals, antioxidants and nutrition. *Nutrition* 2002;18:872-9.
26. Wickens, 2001; Halliwell, 1994; Halliwell ve Guttendge, 1984
27. <http://lilywell.com/free-radicals-antioxidants/>. 2015 (cited 2015; Available from: <http://lilywell.com/free-radicals-antioxidants/>).
28. Cheesman, Slater, 1993; Wu ve Cederbaum, 2003
29. Yeşilyurt H. Gürültü stresinin indüklediği oksidatif değişikliklerin araştırılması, 2008
30. Tomioka, Kimiko, et al. "The Hearing Handicap Inventory for Elderly-Screening (HHIE-S) versus a single question: reliability, validity, and relations with quality of life measures in the elderly community, Japan." *Quality of Life Research* (2013): 1-9.
31. Manikandan S., Srikumar R., Parthasarathy N.J., et al. (2005) Protective effect of acorus calamus linn on free radical scavengers and lipid peroxidation in discrete regions of brain against noise stres exposed rat. *Biol Pharm Bull* 28, 2327-30.
32. Endo T, Nakagawa T, Iguchi F., et al. (2005) Elevation of superoxide dismutase increases acoustic trauma from noise exposure. *Free Radical Biology & Medicine* 38, 492-8.
33. Manikandan S., Devi R.S. (2005) Antioxidant property of alfa-asarone against noise-stress-induced changes in different regions of rat brain. *Pharmacological Research* 52, 467-474.
34. Derekoy F.S., Dundar Y., Aslan R., et al. (2001) Influence of noise exposure on antioxidant system and TEOAEs in rabbits. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 258, 518-22.
35. STRANG, E.P.W.H.R.K.T., VANDER İNSAN FİZYOLOJİSİ. 2014, ANKARA: Ayrıntı Basımevi.
36. REECE (Editör), W.O., DUKES Veteriner Fizyoloji, ed. W.O. REECE. 2008, Malatya: Medipress.
37. A, N., Yaşamda ve Hekimlikte Fizyoloji 18. Baskı 2010, Ankara: Meteksan A.Ş 1106- 1116.
38. Guyton&Hall, Tıbbi Fizyoloji. 12. Baskı, ed. Guyton&Hall. 2013: Nobel Tıp Kitapevi.
39. Ovalle WK, N.P., Temel Histoloji. 2009: Güneş Tıp Kitapevi.
40. Drake RL, V.W., Mitchell AWM, Gray's Anatomi, Tıp Fakültesi Öğrencileri için. 2007, Ankara: Güneş Kitabevi.
41. Abraham, L., Üreme Sistemi, Histoloji ve Hücre Biyolojisi. 2006, Ankara: Palme Yayıncılık. 531-564.

42. Gartner, L.P., Hiatt, J.L., Color textbook of histology. Vol. 3. Baskı. Philadelphia: SaundersCompany.
43. Junqueira, L.C., Carneiro, J., Temel Histoloji. Vol. 10. Baskı. 2009, İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi.
44. M., E., Özel Histoloji. 2009: Medipress Yayıncılık
45. Helmstetter FJ, Bellgowan PS. Hypoalgesia in response to sensitization during acute noise stress. *Behav Neurosci* 1994;108:77–85.
46. Arsova-Sarafinovska Z, Eken A, Matevska N, Erdem O, Sayal A, Savaşer A, Banev S, Petrovski D, Dzikova S, Georgiev V, Sikole A, Özgök Y, Suturkova L, Dimovski AJ, Aydın A. Increased oxidative/nitrosative stress and decreased antioxidant enzyme activities in prostate cancer. *Clin Biochem*. 2009, 42;1228-1235.
47. Placer, Z.A., L.L. Cushman, and B.C. Johnson, Estimation of product of lipid peroxidation (malonyl dialdehyde) in biochemical systems. *Anal Biochem*, 1966. 16 (2): p. 359-64.
48. Lawrence, R.A. and R.F. Burk, Glutathione peroxidase activity in selenium-deficient rat liver. *Biochem Biophys Res Commun*, 1976. 71 (4): p. 952-8.
49. Sedlak, J. and R.H. Lindsay, Estimation of total, protein-bound, and nonprotein sulfhydryl groups in tissue with Ellman's reagent. *Anal Biochem*, 1968. 25 (1): p. 192- 205.
50. Goth, L., A simple method for determination of serum catalase activity and revision of reference range. *Clin Chim Acta*, 1991. 196 (2-3): p. 143-51.
51. Türk G, Ateşşahin A, Sönmez M, Yüce A, Çeribaşı AO. Lycopene protects against cyclosporine A-induced testicular toxicity in rats. *Theriogenology*, 2007. 67 (4): p. 778-85.
52. Henderson D., Bielefeld E.C., Harris K.C., et al. (2006) The role of oxidative stress in noise-induced hearing loss. *Ear & Hearing* 27, 1-19.
53. Ohlemiller K.K., McFadden S.L., Ding D.L et al. (1999) Targeted deletion of the cytosolic Cu/Zn-superoxide dismutase gene (Sod1) increases susceptibility to noise-induced hearing loss. *Audiology & Neuro-Otology* 4, 237-46.
54. Elsayed N.M., Gorbunov N.V. (2003) Interplay between high energy impulse noise (blast) and antioxidants in the lung. *Toxicology* 189, 63-74.
55. Börekçi, Bünyamin, et al. "Effect of impulse noise during pregnancy on birth weight of rats." *J Turk Soc Obstet Gynecol* 5.1 (2008): 46-50.
56. Akkuş İ. (1995) Serbest radikaller ve fizyopatolojik etkiler. Mimosza Yayınları, Konya, 1-132.
57. Esterbauer H., Cheeseman K. (1991) Determination of aldehydic lipid peroxidation products: malonaldehyde on related aldehydes. *Free Radic Biol Med* 11, 81-128.
58. Nielsen F., Mikkelsen B.B., Nielsen J.B., et al. (1997) Plasma malondialdehyde as biomarker for oxidative stress: reference interval and effects of life-style factors. *Clin Chem* 43, 1209-14.
59. Yıldırım I., Kılınç M., Okur E., et al. (2007) The effects of noise on hearing and oxidative stress in textile workers. *Industrial Health* 45, 743-9.

60. Halliwell B, Gutteridge J.M.C (Eds). (1999) Free Radicals in Biology and Medicine. 3rd ed. New York: Oxford University Pres.
61. Halliwell B. (1974) Superoxide dismutase, catalase and glutathione peroxidase: solutions to the problem of lung with oxygen. *New Phyto* 73, 1075-86.
62. Lanir ve Schejter, 1975; Jones ve Masters 1976; Robertson, 2004.
63. Tamari I. Audiogenic stimulation and reproductive function. In: *Physiological effects of noise*. edited by Welch BL and Welch AS, Plenum Press, New York, USA, 1970: 117–30.

