



## Radyasyona Maruz Bırakılan Ratlarda Lipid Peroksidasyonu ve Bazı Antioksidan Parametreler Üzerine Propolisin Etkisi\*

Halil ŞİMŞEK<sup>1</sup>, Enes KAYA<sup>2</sup>, Mehtap ÖZÇELİK<sup>3</sup>

1. Bingöl Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Bingöl, TÜRKİYE.
2. Ankara Final Anadolu Lisesi, Ankara, TÜRKİYE.
3. Fırat Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Elazığ, TÜRKİYE.

Geliş Tarihi/Received	Kabul Tarihi/Accepted	Yayın Tarihi/Published
27.05.2016	30.05.2017	20.12.2017

**Öz:** Bu çalışmada, radyasyon uygulaması yapılan ratlarda kanda; MDA, GSH seviyelerinde, SOD, GSH-Px ve CAT aktivite düzeylerinde propolis verilmesi ile meydana gelecek değişikliklerin belirlenmesi amaçlandı. Araştırma 3 grup üzerinde yapıldı ve 30 adet rat kullanıldı. Birinci grup kontrol grubu olup herhangi bir uygulama yapılmadı. İkinci grup üç gün boyunca 100 mg/kg canlı ağırlık olacak şekilde % 0.9'luk serum fizyolojik tuzlu su intraperitoneal (i.p.) olarak verildi ve uygulama sonunda radyasyon (6 Gy dozda gama ışını) ışınlanması (160 MLC LINAC) yapıldı. Üçüncü grup üç gün boyunca 100 mg/kg olacak şekilde propolis (i.p.) yolla verildi ve uygulama sonunda aynı dozda radyasyon uygulandı. Alınan kan örneklerinde; plazma MDA düzeyleri ile eritrosit GSH, SOD, GSH-Px ve CAT aktiviteleri spektrofotometrik yöntem kullanılmak sureti ile ölçüldü. Yapılan istatistiksel değerlendirme sonunda; radyasyon grubunda, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; plazma MDA (P<0.001) düzeyi artarken, eritrosit GSH (P<0.001), GSH-Px (P<0.001), CAT (P<0.001) ve SOD (P<0.001) aktiviteleri önemli düzeyde azalma gösterdi. Propolis + radyasyon grubunda, radyasyon grubuna kıyasla; plazma MDA (P<0.001) düzeyi istatistiksel önemde azalmasına karşın, eritrosit GSH düzeyi, SOD, GSH-Px ve CAT (p>0.05) aktivitelerinin ise etkilenmediği gözlemlendi. Bu çalışmada radyasyonun neden olduğu enzim aktivitesi azalmasına propolisin kullanılan dozunun artırıcı yönde etki etmediği gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Antioksidan, Lipid Peroksidasyon, Propolis, Radyasyon, Rat.

## The Effect of Propolis on Lipid Peroxidation and Some Antioxidants Parameters in the Radiation Exposed Rats

**Abstract:** The aim of this study was to determine the changes on radiation exposed rats and the blood in the levels of MDA, GSH, activities SOD, GSH-Px and CAT with the application of propolis. This research was carried out on 3 groups and 30 rats were used. Group 1 was the control group and no application was made. Group 2 was given 100 mg/kg body weight of % 0.9 saline brine intraperitoneal for three days and at the end of the application radiation (6 Gy dose of gamma rays) irradiation was applied. Group 3 was given 100 mg/kg propolis intraperitoneal for three days and at the end of the application the radiation with the same dose was applied. In blood samples taken, plasma MDA, erythrocyte GSH levels, SOD, GSH-Px and CAT activities were measured using spectrophotometric method. After statistical analyses, when compared to the control group, in radiation group, plasma MDA (P<0.001) and erythrocyte GSH (P<0.001) levels, GSH-Px (P<0.001), CAT (P<0.001) and SOD (P<0.001) activities were found to be significant. When compared to radiation group, in propolis + radiation group; while the levels of plasma MDA (P<0.001) were found to be significant, levels of GSH (P>0.05) in erythrocyte and activities of SOD, GSH-Px and CAT were not found to be significant. In this study, it was observed that the dose of propolis used did not act to increase the decrease in enzyme activity caused by radiation.

**Keywords:** Antioxidant, Lipid Peroxidation, Propolis, Radiation, Rat.

<sup>✉</sup>Halil ŞİMŞEK

Bingöl Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Bingöl, TÜRKİYE.  
e-posta: hsimsek@bingol.edu.tr

\*Bu çalışma Bingöl üniversitesi 134-144-2013 numaralı BAP projesi ve aynı isimli yüksek lisans tezi sonuçlarından özetlenmiştir.

## GİRİŞ

**R**adyasyon, elektromanyetik dalgalarla yayılan yüksek hızlı parçacıkların oluşturduğu bir enerji şeklidir. Yaşadığımız çevrede yoğun olarak radyasyon bulunmakta olup başta güneş ışınları, kullandığımız lambalar, mikro dalga fırınları ve sıklıkla kullandığımız elektrikli ev aletleri ve toprakta bulunan radyoaktif maddelerin yaydığı ışınlar bu radyasyonun başlıca kaynakları arasında sayılabilir. Bunun yanında, yüksek gerilim hatları, endüstri ve nükleer tesisler, tıbbın radyasyon dallarında kullanılan çeşitli aletler ve buralarda çalışanlar radyasyona değişen dercelerde maruz kalmaktadırlar (1). Radyasyon etkilediği canlı dokularda doğrudan ya da meydana getirmiş olduğu serbest radikallerin hücre elemanları ile etkileşimine bağlı olarak hasar meydana getirmektedir. Canlı dokuda meydana gelen hasarın derecesi radyasyonun dozuna ve türüne bağlı olarak değişiklik gösterir (2).

Serbest radikaller, içinde bir ya da birden fazla çiftleşmemiş elektron bulunduran element veya bileşiklerdir. Serbest radikallerde bulunan çiftleşmemiş elektronların kararlı hale geçebilmeleri için, kararlı haldeki bir bileşikten elektron almak sureti ile bu bileşiği yeni bir serbest radikale çevirirler. Oluşan yeni radikaller çok reaktif kimyasal maddeler olduklarından çoğu hastalıkların etiyolojisinde aktif rol alırlar. Serbest radikaller, poliansature yağ asitlerinin peroksidasyonu ile hücre membran yapısını bozarak hasar meydana getirirler (3). Meydana gelen hasara bağlı olarak lipid peroksidasyonun son ürünleri meydana gelir (4). Malondialdehit (MDA), dokularda lipid peroksidasyon sonucu açığa çıkan ve lipid peroksidasyon düzeyinin belirlenmesinde yaygın şekilde kullanılan bir parametredir (5).

Canlı hücrelerdeki protein, lipid, karbonhidrat ve DNA gibi okside olabilecek yapıların oksidasyonunu engelleyen, oksidasyon sonucu meydana gelen hasarı önleyen maddelere antioksidanlar, bu olaya da antioksidan savunma denir (6,7). Antioksidanlar, meydana gelen serbest radikalleri toplayıp, kararlı hale getirir, zincir kırıcı etkisi ile serbest radikal üreten kimyasal reaksiyonları durdurur ve baskılayıcı etki göstermek suretiyle

reaksiyon hızını azaltırlar. Onarıcı etkisi ilede biyolojik moleküllerdeki hasarı onararak organizmadaki enzimatik ve enzimatik olmayan endojen antioksidanların sentezini artırarak etki gösterirler (8). Antioksidan savunma içerisinde; katalaz (CAT), süperoksit dismutaz (SOD) ve glutatyon peroksidaz (GSH-Px) gibi enzimler enzimatik antioksidanlar olarak isimlendirilirken, glutatyon (GSH), tokoferol ve askorbik asit gibi maddeler enzimatik olmayan antioksidanlar olarak adlandırılır (4).

Propolis, işçi arılar tarafından bitkilerin tomurcuk ve kabuklarından toplanan, reçineli ve mum kıvamında olan rengi kirli sarıdan koyu kahverengine kadar değişen ve oda sıcaklığında yarı katı halde mum kıvamında olan organik bir maddedir (9). Propolisin birçok özellikleri bulunmakla birlikte; antibakteriyel (10), antiviral, antifungal (11), antioksidan (12), antiinflamatuvar etkisinin yanında yara iyileştirici, doku yenileyici ve anestezi özellikleri gibi birçok biyolojik aktivitenin olduğu bildirilmektedir (13). Propolisin antioksidan özelliği, serbest radikalleri tutmak ya da daha zayıf yeni bir moleküle dönüştürmek sureti ile serbest radikalle etkileşime girip oksidan maddelerin aktivitelerini azaltır. Böylece etkisini, serbest radikallerin etkilerini kendilerine bağlamak, reaksiyonun zincirini kırmak ya da onarım yapmak sureti ile gösterir (14).

Yaşadığımız modern dünyada radyasyondan uzak bir yaşam sürdürmek mümkün değildir. Gerek doğal ve gerekse yapay radyasyondan her zaman insanlar ve diğer canlılar olumsuz yönde etkilenmektedir. Canlı organizmada meydana gelen oksidatif hasar sonrası serbest radikallerin olumsuz etkileri gıdalarla alınan antioksidanlarca önlenilmektedir. Propolis, gerek günlük yaşantımızda kullanılan cihazların yaydığı radyasyona ve gerekse tedavi amaçlı ışın uygulaması gören hastalarda iyonize olmuş radyasyona bağlı oluşan toksisiteyi önlemede yapılacak çalışmalara ışık tutması, yapılmış olanları desteklemesi ve alternatif tedavi yöntemi olarak destekleyici tedavide doğal bir antioksidan olarak yerini alması açısından önemli görülmektedir. Bu yüzden sunulan bu çalışmada; propolisin, radyasyon uygulanan ratlarda kanda;

MDA, CAT, SOD, GSH-Px ve GSH düzeylerine etkisinin belirlenmesi amaçlandı.

#### MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada canlı ağırlığı 200–230 gr olan 15 haftalık 30 adet Wistar Albino dişi rat kullanıldı. Onbeş günlük adaptasyon döneminden sonra her grupta 10'ar adet hayvan olmak üzere 3 grup oluşturuldu. 1. Grup: Kontrol grubu olup herhangi bir uygulama yapılmadı. 2. Grup: Ratlara üç gün boyunca 100 mg/kg canlı ağırlık olacak şekilde %0.9'luk serum fizyolojik tuzlu su intraperitoneal (i.p.) verildi ve uygulama sonunda, radyasyon (6 Gy dozda gama ışını) ışınlanması (160 MLC LINAC) uygulandı. 3. Grup: Ratlara üç gün boyunca 100 mg/kg olacak şekilde propolis (i.p.) verildi ve uygulama sonunda aynı dozda radyasyon uygulandı. Radyasyon uygulaması, Orsolice ve ark. (15) tarafından kullanılan yöntemine göre yapıldı. Uygulama süresince yem ve içme suyu *ad-libitum* olarak verildi. Propolis ekstraksiyon işlemi, Kosalec ve ark.'nın (16) tarif ettiği şekilde hazırlandı.

Ratların beslenmesinde, Elazığ Yem Fabrikasından alınan rat yemi kullanıldı (Tablo 1). Deneysel uygulamalar, laboratuvar hayvanlarının bakımı ve kullanımı şartlarına (12 saat aydınlık, 12 saat karanlık ve 24±3 °C) uygun olarak yürütüldü. Araştırma, Elazığ Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüsü Etik Kurulu'ndan (Karar No: 18.04.2013/4-1) alınan onaya göre Yerel Etik Kurulu ilkelerine uyularak yapıldı.

**Tablo 1.** Yem Kompozisyonu.

**Table 1.** Feed Composition.

Yem Maddeleri	(%)
Buğday	30
Mısır	15
Arpa	10
Kepek (Buğday)	5
Soya Küspesi	30
Balık Unu	6.5
Limestone (Mermer Tozu)	2
Tuz	1
Methionin	0.25
*Vitamin ve Mineral Karışımı	0.25

\*Vitamin A, D<sub>3</sub>, K<sub>3</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub> ve C, nicotinamide, folicacid, d-biotin, cholinechloride, mangan, demir, çinko, bakır, iyot, kobalt ve selenyum.

Uygulama sonunda ratlar ketamin (ketamin HCl, 50 mg/kg ve xylazine 8 mg/kg olacak şekilde karışım intraperitoneal kullanılarak anestezi edildi. Kan örnekleri kalbe punksiyon yapılarak EDTA'lı tüplere alındı. Örnekler, +4 °C'de ve 1500 g'de 10 dakika santrifüj edildikten sonra elde edilen plazmalar ependorf tüplere konuldu ve analizler yapıncaya kadar -30 °C'de derin dondurucuda saklandı.

#### Eritrosit Paketi Örneklerinin Hazırlanması

Plazması alınan kan örnekleri, %0.9'luk serum fizyolojik ile üç kez yıkandı ve ependorf tüplerde analiz edilinceye kadar -30 °C'de derin dondurucuda saklandı. Analiz için 1/9 oranında distile su ile hazırlanan hemolizat kullanıldı.

Plazmada malondialdehid MDA, Matkovics ve ark. (17) tarafından modifiye edilen Placer ve ark.'nın (18) metoduna göre tespit edildi. Bunun için tiyobarbiturik asitle reaksiyona giren maddelerin (TBARS) konsantrasyonları spektrofotometrede (Janway 6100, İngiltere) 532 nm'de ölçüldü. TBARS ölçümünde standart olarak 1,1,3,3-tetramethoxypropane kullanıldı. Eritrosit GSH düzeyi, Sedlak ve Lindsay'ın (19) bildirdiği metoda göre yapıldı. 5,5'dithio-bis-2-nitrobenzoic acid kullanılarak oluşan renk değişimi spektrofotometrede 412 nm'de ölçüldü. Eritrosit GSH-Px aktivitesi Lawrence ve Burk'un (20) bildirdiği metoda göre ölçüldü. Hemolizattaki GSH-Px, GSH'yi ve glutatyon disülfid bağını okside ederler. Renk ajanı olarak 5,5-ditiyo-bis [2-nitrobenzoic asit] (DTNB) solüsyonu ile karıştırılması sonucu hem kör hem de örneklerde meydana gelen sarı renk kompleksinin 412 nm'de spektrofotometre ile okunması sonucu belirlendi. Eritrosit CAT enzim aktivitesi, Aebi'nin (21) metoduna göre ölçüldü. CAT enzimi hidrojen peroksiti (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) yıkarak su (H<sub>2</sub>O) ve oksijene (O<sub>2</sub>) dönüştürür. Eritrosit SOD aktivitesinin tayini, ksantin-ksantin oksidaz sistemi ile üretilen süperoksit radikalinin nitroblue tetrazolium'u (NBT) indirgeyerek renk oluşması esasına dayanan Sun ve ark.'nın (22) metoduna göre belirlendi. Bu şekilde

üretilen süperoksit radikalının NBT'yi indirgemesi 560 nm'de maksimum absorpsiyon veren mavi renkli formazon oluşumu ile sonlanır. Eritrosit protein konsantrasyonu, Gornal ve ark.'nın (23) tarif ettiği şekilde biüret yöntemi ile ölçüldü.

### İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler, SPSS 15.0 paket programı kullanılarak yapıldı. Gruplar arası farklılığın önemi tek yönlü ANOVA ile grup içindeki farklılıkların derecesi Duncan testi ile analiz edildi. Veriler; ortalama  $\pm$  standart hata olarak gösterildi ve anlamlılıklar  $p < 0.05$  esas alınarak değerlendirildi (24).

### BULGULAR

Yapılan bu araştırmada plazma MDA konsantrasyonu Tablo 2'de, eritrosit GSH, GSH-Px, CAT ve SOD düzeyleri Tablo 3'de verildi.

**Tablo 2.** Plazma MDA Düzeyi.

**Table 2.** The level of MDA in plasma.

GRUPLAR	n	MDA (nmol/mL)
Kontrol	10	5.023 $\pm$ 0.3870 <sup>c</sup>
Radyasyon	10	11.762 $\pm$ 0.7144 <sup>a</sup>
Propolis+Radyasyon	10	6.858 $\pm$ 0.3202 <sup>b</sup>

MDA: Malondialdehid, n: denek sayısı. Ortama $\pm$ SH; (a,b,c)  $P < 0.001$ . Aynı sütun içinde yer alan farklı harfleri gösteren değerler birbirinden farklıdır.

Gruplar arası farklılığın önemi tek yönlü ANOVA ile grup içindeki farklılıkların derecesi Duncan testi ile analiz edildi. Veriler; ortalama  $\pm$  standart hata olarak gösterildi ve anlamlılıklar  $P < 0.05$  esas alınarak değerlendirildi.

Plazma MDA değerleri, kontrol grubu ile radyasyon grubu, radyasyon grubu ile propolis+radyasyon grubu plazma MDA değerleri yönünden karşılaştırıldığında, radyasyon grubunda meydana gelen artış, propolis+radyasyon grubunda meydana gelen azalma istatistiksel olarak önemli ( $P < 0.001$ ) bulundu (Tablo 2).

**Tablo 3.** Eritrosit GSH, GSH-Px, CAT ve SOD değerleri

**Table 3.** The levels of GSH, GSH-Px, CAT and SOD in erythrocyte

GRUPLAR	n	GSH (nmol/mL)	GSH-Px (U/gHb)	CAT (k/g Hb)	SOD (U/ Hb/mL)
Kontrol	10	0.006 $\pm$ 0.0003 <sup>a</sup>	76.852 $\pm$ 3.8104 <sup>a</sup>	2.079 $\pm$ 0.0500 <sup>a</sup>	3.740 $\pm$ 0.2363 <sup>a</sup>
Radyasyon	10	0.004 $\pm$ 0.0003 <sup>b</sup>	52.471 $\pm$ 6.0105 <sup>b</sup>	1.301 $\pm$ 0.1171 <sup>b</sup>	1.982 $\pm$ 0.1502 <sup>b</sup>
Propolis+Radyasyon	10	0.005 $\pm$ 0.0001 <sup>b</sup>	54.489 $\pm$ 3.4469 <sup>b</sup>	1.561 $\pm$ 0.0794 <sup>b</sup>	2.557 $\pm$ 0.1381 <sup>b</sup>

GSH: Glutasyon, GSH-Px: Glutasyon peroksidaz, CAT: Katalaz, SOD: Süperoksit dismutaz, n: denek sayısı. Ortama $\pm$ SH; (a,b)  $P < 0.001$ . Aynı sütun içinde yer alan farklı harfleri gösteren değerler birbirinden farklıdır.

Gruplar arası farklılığın önemi tek yönlü ANOVA ile grup içindeki farklılıkların derecesi Duncan testi ile analiz edildi. Veriler; ortalama  $\pm$  standart hata olarak gösterildi ve anlamlılıklar  $P < 0.05$  esas alınarak değerlendirildi.

Eritrosit GSH düzeyi yönünden, kontrol grubu ile radyasyon grubu karşılaştırıldığında, radyasyon grubunda meydana gelen azalma istatistiksel olarak önemli ( $P < 0.001$ ), radyasyon grubu ile propolis+radyasyon grubu kıyaslandığında propolis+radyasyon grubunda artışın ise istatistiksel açıdan önemsiz olduğu gözlemlendi. Glutasyon peroksidaz aktivitesi yönünden, kontrol grubu ile

radyasyon grubu kıyaslandığında, radyasyon grubundaki azalma önemli ( $P < 0.05$ ), radyasyon grubu ile propolis+radyasyon grubu karşılaştırıldığında ise propolis+radyasyon grubundaki artışın istatistiksel olarak önemsiz olduğu saptandı. Katalaz aktivitesi yönünden, kontrol grubu ile radyasyon grubu karşılaştırıldığında, radyasyon grubunda meydana gelen azalmanın istatistiksel olarak önemli ( $P < 0.001$ ), radyasyon grubu ile propolis+radyasyon grubu karşılaştırıldığında ise propolis+radyasyon grubunda meydana gelen artışın istatistiksel olarak önemsiz olduğu gözlemlendi. Süperoksit dismutaz aktivitesi yönünden, kontrol grubu ile radyasyon grubu

kiyaslandığında, radyasyon grubunda meydana gelen azalma önemli ( $P<0.001$ ), radyasyon grubu ile propolis+radyasyon grubu kıyaslandığında propolis+radyasyon grubunda meydana gelen artış önemsiz bulundu (Tablo 3).

#### TARTIŞMA ve SONUÇ

İnsanoğlu varoluşundan beri devamlı olarak radyasyonla beraber yaşamak durumunda kalmıştır. Dünyanın yaratılışı ile birlikte tabiatta bulunan çok uzun ömürlü radyoaktif olan elementler yaşadığımız ortamda normal ve kaçınılmaz olarak kabul ettiğimiz doğal bir radyasyon ortamı meydana getirmiştir. Geçen yüzyılda doğal radyasyon oranında, nükleer bombaların denenmesi ve bazı teknolojik ürünlerin yoğun şekilde kullanılmasına bağlı olarak önemli düzeyde bir artış meydana getirmiştir (25).

Propolis, antioksidan özelliği olan bir madde olup temel bileşenlerinden olan flavonoidler ile bunlara ek diğer bileşenlerin serbest radikallerin zararlı etkilerini ortadan kaldırmada önemli etkisinin olduğu bilinmektedir (26).

Bolfa ve ark. (27), çalışmalarında radyasyonu takiben propolis ekstraktının verilmesi ile MDA düzeyindeki azalmanın ve GSH-Px aktivitesi artışının istatistiksel açıdan önemli bulurlarken, aksine GSH düzeyi artışının ise önemsiz olduğunu tespit etmişlerdir. El-Ghazaly ve ark. (28), ratlarda farklı gruplara gamma radyasyonu uygulaması sonrası plazmada MDA düzeyindeki artışı ve kanda SOD aktivitesindeki azalmayı önemli bulmuşlardır. Aynı araştırmacılar, propolis ekstraktı uygulaması sonrası, MDA düzeyi azalmasının ve SOD enzim aktivitesi artışının önemli olduğunu saptamışlardır. Ceyhan ve ark. (29), elektromanyetik radyasyon uygulaması sonrası deri dokusu MDA artışının, CAT, SOD ve GSH-Px aktivitesi azalmasının istatistiksel açıdan önemli olduğunu tespit etmişlerdir. Shirazi ve ark. (30), radyasyona maruz bırakılan ratlarda karaciğer MDA artışının ve GSH düzeyindeki azalmanın istatistiksel açıdan önemli olduğunu bulmuşlardır. Dixit ve ark. (31), çalışmalarında ratlarda radyasyon grubunda eritrosit MDA artışı, SOD ve CAT aktivitesi azalmasını

anlamli bulurlarken, aksine GSH artışının önemsiz olduğunu saptamışlardır. Jiang ve ark. (32) da, yaptıkları çalışmada radyasyon grubunda kontrol grubuna göre SOD aktivitesi azalmasını ve MDA artışını istatistiksel açıdan önemli bulmuşlardır. Mansour ve ark. (33), çalışmalarında radyasyon grubunda kontrol grubuna göre kalp dokusu MDA düzeyinde artış, GSH-Px, SOD ve CAT aktivitelerindeki azalmanın önemli olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı araştırmacılar propolis bileşeni olan kafeik asit fenetil ester (CAPE) kullanımı sonrası MDA düzeyinde azalma ve SOD aktivitesindeki artışın önemli, GSH-Px ve CAT aktivitesi artışının ise önemsiz olduğunu saptamışlardır. Demirel ve ark. (34), mobil telefon kullanarak elektromanyetik radyasyona maruz bırakılan ratlarda kontrol grubuna göre göz dokusu GSH-Px ve CAT aktivitesi ve kan GSH düzeyi azalması ile MDA artışının istatistiksel açıdan önemsiz olduğunu tespit etmişlerdir.

Alkis ve ark.'nın (35) yaptıkları bir çalışmada kontrol grubuna göre radyasyon grubunda MDA artışının önemli, (CAPE)+radyasyon grubunda radyasyon grubuna göre azalma istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Radyasyon grubundaki SOD aktivitesinde azalma kontrol grubuna göre önemli, (CAPE)+radyasyon grubunda radyasyon grubuna göre artışın önemli olduğu saptanmıştır. Glutatyon peroksidaz aktivitesinde ise tüm gruplarda istatistiksel bir fark gözlenmemiştir. Jin ve ark. (36), çalışmalarında MDA düzeyinde kontrol grubuna göre radyasyon grubunda artışın, (CAPE)+radyasyon grubunda radyasyon grubuna kıyasla azalmanın istatistiksel açıdan önemli olduğunu gözlemişlerdir. Aynı araştırmacılar, SOD aktivitesinde radyasyon grubunda kontrol grubuna göre azalma ve (CAPE)+radyasyon grubunda radyasyon grubuna göre artışı istatistiksel açıdan önemli bulmuşlardır.

Sunulan çalışmada, kontrol grubuna göre radyasyon grubunda plazma MDA düzeyindeki artış istatistiksel açıdan önemli bulundu ve sonuçların bazı araştırmacıların (28-33,35,36) bulguları ile uyumlu olduğu ancak, bazılarının (34) bildirimleri ile uyumlu olmadığı gözlemlendi. Radyasyona maruz kalan canlı

organizmada oluşan doku hasarı serbest radikallerin oluşmasına neden olmakta ve plazma lipit ve lipoproteinlerinde de peroksidasyona yol açabilen bir etkisi olabilmektedir (37). Radyasyon ve propolis+radyasyon grupları arasında plazma MDA düzeyi yönünden fark istatistiksel olarak önemli bulundu ve bu sonucun bazı araştırmacıların (27,28,33,36) bildirimleri ile benzerlik gösterdiği ancak, diğer araştırmacıların (35) bildirimleri ile benzer olmadığı gözlemlendi. Bu çalışmada plazma MDA düzeylerinin propolis+radyasyon grubunda sadece radyasyon uygulanan gruba göre önemli düzeyde daha düşük olması, propolisin serbest radikalleri tutmak ya da daha zayıf yeni bir moleküle dönüştürerek serbest radikalle etkileşime girip oksidan maddelerin aktivitelerini azaltmasına (14) bağlı olabilir.

Radyasyon grubunda kontrol grubuna göre eritrosit GSH düzeyinde meydana gelen azalma istatistiksel açıdan önemli bulunmuş olup, bu sonucun bazı araştırmacıların (30) bildirimleri ile benzerlik gösterirken, diğer bazı araştırmacıların (31,34) bildirimleri ile uyumlu olmadığı saptandı. Bu çalışmada sadece radyasyon uygulanan grupta GSH düzeyindeki azalma, canlı organizmayı oksidan hasarlara karşı koruyan antioksidan mekanizmaların radyasyon tarafından inhibe edilmesinden kaynaklanabilir.

Aynı şekilde kontrol ve radyasyon grubu karşılaştırıldığında, radyasyon grubunda eritrosit GSH-Px aktivitesindeki azalma istatistiksel açıdan önemli bulundu ve bu sonuçların bazı araştırmacıların (29,33) bulguları ile benzer olduğu görüldü. Bu durum radyasyonun oluşturduğu oksidatif strese bağlı hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) konsantrasyonunun artması sonucu GSH-Px aktivitesinde meydana gelen azalmadan kaynaklanmaktadır (4,7).

Sunulan çalışmada kontrol grubuna göre radyasyon grubunda bazı araştırmacıların (29,31,33) sonuçları ile uyumlu olarak eritrosit CAT aktivitesinde meydana gelen önemli düzeyde azalma radyasyonun irritasyon etkisine bağlı olarak CAT'ın

inaktivasyonuna neden olmasından (38) ileri gelebilir.

Ayrıca eritrosit SOD aktivitesi yönünden kontrol ve radyasyon grubu kıyaslandığında, radyasyon grubundaki bu enzim aktivitesindeki azalma bazı araştırmacıların (28,29,31-33,35,36) bildirimleri benzer şekilde istatistiksel açıdan önemli bulunması, radyasyonun irritasyon etkisine bağlı olarak oksidatif stres artışının meydana gelmesine ve oluşan  $H_2O_2$  ve moleküler oksijene dönüşümünü katalize eden süperoksit radikallerini etkisizleştirmek sureti ile hücreleri süperoksit radikalının zararlı etkilerine karşı korunmasına bağlı olabilir (4,7). Bununla birlikte propolis uygulaması sonrası GSH, GSH-Px, CAT ve SOD aktivitelerindeki artışların istatistiksel açıdan önemsiz düzeyde bulunması, uygulamada propolisin yetersiz düzeyde kullanılmasından kaynaklanabileceğini düşündürmektedir.

Sonuç olarak bu çalışmada, radyasyon uygulamasının kan lipid peroksidasyon düzeyini arttırdığı, bunun yanında bazı antioksidan düzeylerinin azalttığı saptandı. Propolis ekstraktının uygulaması ile lipid peroksidasyon düzeyinde önemli bir azalma ve antioksidan değerlerde de önemsizde olsa bir artış gözlemlendi. Böylelikle propolisin, canlı organizmada radyasyon ve diğer elektromanyetik etkenlerin oluşturabileceği oksidatif hasara karşı koruyucu ve tedavi edici amaçla uygulanmasının bazı antioksidanların aktivitelerinde artışa yönelik olumlu etkilerinin olduğu düşünülmekte ve kullanılması tavsiye edilmektedir. Bununla birlikte, propolisin antioksidan savunma mekanizması üzerindeki etkisinin tam olarak belirlenebilmesi için, 100 mg'ın üzerindeki dozların kullanılabileceği ileriki çalışmalara ihtiyaç olduğu kanısına varıldı.

#### KAYNAKLAR

1. Eğilmez E., 2009. Tıpta radyasyon ve korunma. Pelikan Yayınları, ISBN 978-605-89142-0-9, Ankara.
2. Sert C., Çelik MS., 1996. Radyasyondan koruyucu ajanlar. Türkiye Klinikleri J of Med Sci, 16, 292-298
3. Gökpınar Ş., Koray T., Akçiçek E., Göksan T.,

- Duramaz Y., 2006. Algal antioksidanlar. *Ege J Fish Aqua Sci*, 23, 85-89.
4. Valko M., Leibfritz D., Moncol J., Cronin MT., Mazur M., Telser J., 2007. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *Int J Biochem Cell Biol*, 39, 44-84.
  5. De Zwart LL., Meerman JH., Commandeur JN., Vermeulen NP., 1999. Biomarkers of free radical damage: Applications in experimental animals and in humans. *Free Radic Biol Med*, 26, 202-226.
  6. Mates JM., Perez-Gomez C., Nurez de Castro I., 1999. Antioxidant enzymes and human diseases. *Clin Biochem*, 328, 595-603.
  7. Akkuş İ., 1995. Serbest radikaller ve fizyopatolojik etkiler. Mimosya Yayınları, 2. Baskı, Konya.
  8. DüNDAR Y., Aslan R., 2000. Hekimlikte oksidatif stres ve antioksidanlar. Afyon Kocatepe Üniversitesi Yayınları, Afyonkarahisar.
  9. Özcan M., Ceylan DA., Unver A., Yetişir R., 2003. Türkiye'nin çeşitli bölgelerinden sağlanan polen ve propolis ekstraktlarının antifungal etkisi. *U Bee J*, 3, 27-34.
  10. Menezes H., Bacci-Jr M., Oliveria SD., Pagnocca FC., 1997. Antibacterial properties of propolis and products containing propolis from Brazil. *Apidologie*, 28, 71-76.
  11. Amoros M., Lurton E., Boustie J., Girre L., Sauvager F., Cormier M., 1994. Comparison of the anti-Herpes simplex virus activities of propolis and 3-methyl-butyl-2-enyl caffeate. *PNAS*, 7, 644-647.
  12. Isla MI., Moreno MIN., Sampietro AR., Vattuone MA., 2001. Antioxidant activity of Argentina propolis extracts. *J Ethnopharmacol*, 76, 165-170.
  13. Eroğlu HE., Tatlışen A., Özkul Y., 2004. Mesane kanserli doku kültürlerindeki mikronükleus üzerine propolis ve mitomisin-c'nin etkileri. *E Ü Sağlık Bil Derg*, 13, 15-20.
  14. Özalpan A., 2001. Temel Radyobioloji. Haliç Üniversitesi Yayınları, 1. Basım, İstanbul, 1-218.
  15. Orsolich N., Benkovic V., Horvat-Knezevic A., Kopjar N., Kosalec I., Bakmaz M., Mihaljevic Z., Bendelja K., Basic I. 2007. Assessment by survival analysis of the radioprotective properties of propolis and its polyphenolic compounds. *Biol Pharm Bull*, 30, 946-951.
  16. Kosalec I., Bakmaz M., Pepeljnjak S., Knezevic SV., 2004. Quantitative analysis of the flavonoids in raw propolis from northern Croatia. *Acta Pharm*, 54, 65-72.
  17. Matkovics B., Szabo I., Varga IS., 1998. Determination of enzyme activities in lipid peroxidation and glutathione pathways (in Hungarian). *Laboratoriumui Diagnos*, 15, 248-249.
  18. Placer ZA., Cushman LL., Johnson BC., 1966. Estimation of products of lipid peroxidation in biochemical systems. *Analytica Biochem*, 16, 359-364.
  19. Sedlak J., Lindsay RHC., 1968. Estimation of total protein bound and nonprotein sulfhydryl groups in tissue with Ellman's reagent. *Analytical Biochem*, 25, 192-205.
  20. Lawrence RA., Burk RF., 1976. Glutathione peroxidase activity in selenium-deficient rat liver. *Biochem Biophysical Res Commun*, 71, 952-958.
  21. Aebi H., 1984. Catalase in vitro. *Methods in Enzymology*, 105, 121-126.
  22. Sun Y., Oberley LW., Li Y., 1988. A simple method for clinical assay of superoxide dismutase. *Clin Chem*, 34, 497-500.
  23. Gornal AG., Bardawill CJ., David MM., 1975. Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. *J Biol Chem*, 177, 751-766.
  24. Sümbüloğlu K., Sümbüloğlu V., 1995. Biyoistatistik. 6. Baskı, Özdemir Basım Yayıncılık ve Dağıtım LTD Şti., Ankara.
  25. Gençay Ş., 1994. Nükleer elektrik ve çevre. Elektrik enerjisi ve teknolojileri sempozyumu, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul, Türkiye.
  26. Scheller S., Wilczok T., Imielski S., Krol W., Gabrys J., Shani J., 1990. Free radical scavenging by ethanol extract of propolis. *Int J Radiation Biol*, 57, 461-65.

27. Bolfa P., Vidrighinescu R., Petruta A., Dezmiorean D., Stan L., Vlase L., Damian G., Catoi C., Filip A., Clichici S., 2013. Photo protective effects of Romanian propolis on skin of mice exposed to UVB irradiation. *Food Chem Toxicol*, 62, 329-342.
28. El-Ghazaly MA., Rashed RRA., Khayyal MT., 2011. Anti-ulcerogenic effect of aqueous propolis extract and the influence of radiation exposure. *Int J Radiation Biol*, 87, 1045-1051.
29. Ceyhan AM., Akkaya VB., Guleçol SC., Ceyhan BM., Özgüner F., Chen WC., 2012. Protective effects of beta-glucanaga instoxidative injury induced by 2.45-GHz electromagnetic radiation in the skin tissue of rats. *Arch Dermatol Res*, 304, 521-527.
30. Shirazi A., Mihandoost E., Ghobadi G., Mohseni M., Ghazi-Khansari M., 2013. Evaluation of radioprotective effect of melatonin on whole body irradiation induced liver tissue damage. *Cell J*, 14, 292-297.
31. Dixita AK., Bhatnagara D., Kumarb V., Chawlac D., Fakhruddinc K., Bhatnagara D., 2012. Antioxidant potential and radioprotective effect of soy isoflavone against gamma irradiation induced oxidative stress. *J Func Foods*, 4, 197-206.
32. Jiang ZT., Xu B., Yang MW., Li ZZ., Zhang YB., Jiang DP., 2013. Protection by hydrogen against gamma ray-induced testicular damage in rats". *Basic Clin Pharmacol Toxicol*, 112, 186-191.
33. Mansour HH., Hafez HF., 2012. Protective effect of with aniasomnifera against radiation-induced hepatotoxicity in rats. *Ecotoxicol Environ Saf*, 80, 14-19.
34. Demirel S., Doganay S., Turkoz Y., Dogan Z., Turan B., Firat PGB., 2012. Effects of third generation mobile phone-emitted electromagnetic radiation on oxidative stres parameters in eye tissue and blood of rats. *Cutan Ocul Toxicol*, 31, 89-94.
35. Alkis HE., Kuzhan Dirier A., Tarakcioglu AM., Demir E., Saricicek E., Demir T., Ahlatci A., Demirci A., Cinar K., Taysi S., 2015. Neuroprotective effects of propolis and caffeic acid phenethyl ester (CAPE) on the radiation-injured brain tissue (Neuroprotective effects of propolis and CAPE). *Int J Radiation Res*, 13, 297-303.
36. Jin LG., Chu JJ., Pang QF., Zhang FZ., Wu G., Le-Yuan Zhou LY., Zhang XJ., Xing CG., 2015. Caffeic acid phenethyl ester attenuates ionize radiation-induced intestinal injury through modulation of oxidative stress, apoptosisand p38MAPK in rats. *Environ Toxicol Pharmacol*, 40, 156-163.
37. Rejholcova M., Wilhelm J., 1989. Time course of lipolytic activity and lipid peroxidation after whole-body gamma-irradiation of rats. *Radiat Res*, 117, 21-25.
38. Kono Y., Fridovich I., 1982. Superoxide radical inhibits catalase. *J Biol Chem*, 257, 5751-5754.