

**TARÇIN, KİMYON VE SUMAK ADLI BAHARAT  
TÜRLERİNDEN ELDE EDİLEN SU, ETANOL-SU,  
METANOL VE KLOROFORM EKSTRAKTLARININ  
*İN VİTRO* ANTİOKSİDANT ÖZELLİKLERİNİN  
BELİRLENMESİ**

**Özlem AYDIN**

**Eczacılık-Biyokimya Anabilim Dalı  
Tez Danışmanı  
Yrd. Doç. D r. Fehmi ODABAŞOĞLU  
Yüksek Lisans Tezi  
2011**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ**  
**Sağlık Bilimleri Enstitüsü**  
**Eczacılık-Biyokimya Anabilim Dalı**  
**Yüksek Lisans Programı**

**TARÇIN, KİMYON VE SUMAK ADLI BAHARAT TÜRLERİNDEN ELDE  
EDİLEN SU, ETANOL-SU, METANOL VE KLOROFORM  
EKSTRAKTLARININ *İN VİTRO* ANTİOKSİDANT ÖZELLİKLERİNİN  
BELİRLENMESİ**

**Özlem AYDIN**

**Tez Yöneticisi**  
**Yrd. Doç. Dr. Fehmi ODABAŞI**

**Yüksek Lisans Tezi**  
**ERZURUM 2011**

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
Sağlık Bilimleri Enstitüsü  
Eczacılık-Biyokimya Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Programı

TARÇIN, KİMYON VE SUMAK ADLI BAHARAT TÜRLERİNDEN ELDE  
EDİLEN SU, ETANOL-SU, METANOL VE KLOROFORM  
EKSTRAKTLARININ *İN VİTRO* ANTİOKSİDANT ÖZELLİKLERİNİN  
BELİRLENMESİ

ÖZLEM AYDIN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 17.01.2011

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 20.01.2011

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Fehmi ODABAŞOĞLU

Jüri üyesi : Doç. Dr. Zekai HALICI

Jüri üyesi : Yrd. Doç. Dr. Mine GÜLABOĞLU

Jüri üyesi : Yrd. Doç. Dr. Bilal YILMAZ

Jüri üyesi : Yrd. Doç. Dr. Mesut B. HALICI

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. İsmail CEYLAN

	<b>Sayfa No:</b>
İÇİNDEKİLER .....	I
TEŞEKKÜR .....	II
ÖZGEÇMİŞ .....	III
ŞEKİLLER .....	IV
TABLolar .....	V
KISALTMALAR .....	VI
ÖZET .....	VII
SUMMARY .....	VIII
1. GİRİŞ VE AMAÇ .....	1
2. GENEL BİLGİLER .....	4
2.1. Antioksidantlar .....	4
2.1.1. Serbest Radikaller .....	4
2.1.2. Serbest Radikal Çeşitleri .....	5
2.1.3. Serbest Radikal Kaynakları .....	10
2.1.4. Serbest radikallerin etkileri .....	15
2.1.5. Antioksidant savunma sistemleri .....	18
2.1.5.1. Endojen (Doğal) antioksidantlar .....	19
2.1.5.1.1. Primer antioksidantlar .....	19
2.1.5.1.2. Sekonder antioksidantlar .....	24
2.1.5.2. Ekzojen antioksidantlar .....	27
2.1.5.3. Gıda antioksidantları .....	27
2.1.6. Antioksidant etki tipleri .....	27
2.2. Baharatlar .....	28
2.2.1. Tarçın ( <i>Cinnamon</i> ) .....	30
2.2.2. Kimyon ( <i>Cuminum cyminum</i> ) .....	32
2.2.3. Sumak ( <i>Rhus coriaria L.</i> ) .....	33
3. MATERYAL ve METOD .....	35
3.1. DeneYlerde kullanılan kimyasallar .....	35
3.2. DeneYlerde kullanılan cihazlar, çözeltiler ve hazırlanışları .....	35
3.3. DeneY bitkileri .....	36
3.4. Bitki ekstraktlarının hazırlanması .....	36
3.5. Bitki ekstraktlarının antioksidant aktivitesinin belirlenmesi .....	37
3.6. Bitki ekstraktlarındaki toplam fenolik bileşiklerin miktarlarının belirlenmesi .....	38
3.7. Bitki ekstraktlarındaki indirgeme kuvvetlerinin belirlenmesi .....	39
3.8. İstatistiksel analizler .....	39
4. BULGULAR .....	40
4.1. Tarçının ( <i>Cinnamon</i> ) antioksidant özellikleri .....	40
4.2. Kimyonun ( <i>Cumin cyminum</i> ) antioksidant özellikleri .....	48
4.3. Sumak'ın ( <i>Sumac</i> ) antioksidant özellikleri .....	56
5. TARTIŞMA .....	64
6. KAYNAKLAR .....	73

**TEŞEKKÜR**

Tezimin planlanmasında, yürütülmesinde ve hazırlanmasında, rehberlik eden ve desteklerini esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Fehmi ODABAŞOĞLU'na ve Araştırma Grubumuzdan Sayın Fadime ATALAY, Serkan UYANIK ve M. Latif GÜNEŞ'e,

Çalışmalarımın başından sonuna kadar her türlü desteği sağlayan ve bu çalışmanın ortaya çıkmasında çok büyük emekleri olan, sayın Doç. Dr. Ahmet ÇAKIR'a,

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum ve Atatürk Üniversitesi Eczacılık Fakültesi'nde gerçekleştirilen bu çalışmanın ortaya çıkmasında desteklerini esirgemeyen Fakültemiz Dekanı sayın Prof. Dr. Fatih AKÇAY'a, Temel Bilimler Bölüm Başkanı sayın Prof. Dr. Yücel KADIOĞLU ve onların nezdinde tüm Eczacılık Fakültesi personeline,

Çalışma materyallerimizi temin eden ülkemizin güzide sanayii kuruluşlarından birisi olan 'Bağdat Baharatları, Gıda San. Ltd. Şti.' ne ve yakın ilgisini esirgemeyen şirket genel müdürü ve Ar-Ge müdürü nezdinde tüm şirket elemanlarına,

Ve nihayet eğitim hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen aileme de sonsuz teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Özlem AYDIN  
Ocak-2011

## **ÖZGEÇMİŞ**

1986 yılında Giresun'da dünyaya gelen Özlem AYDIN ilköğrenimini Giresun 9 Mart İlköğretim Okulu'nda, orta öğrenimini Giresun Hamdi Bozbağ Anadolu Lisesi'nde ve lisans eğitimini Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümünde tamamlamıştır. 2008 yılında üniversiteden mezun olan araştırmacı, 2009 yılında Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Eczacılık-Biyokimya Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimi ile bilim hayatına başlamıştır.

<b>ŞEKİLLER</b>	<b>Sayfa No:</b>
<b>Şekil 1.</b> Glutatyonun moleküler yapısı .....	<b>24</b>
<b>Şekil 2.</b> Tarçının doğal ortamında çekilmiş resmi .....	<b>31</b>
<b>Şekil 3.</b> Kimyonun doğal ortamında çekilmiş resmi .....	<b>33</b>
<b>Şekil 4.</b> Sumağın doğal ortamında çekilmiş resmi .....	<b>34</b>
<b>Şekil 5.</b> Toplam fenolik bileşik miktarını belirlemede kullanılan gallik asit standart grafiği .....	<b>38</b>
<b>Şekil 6.</b> TSE'nin antioksidant aktivitesi .....	<b>41</b>
<b>Şekil 7.</b> TESE'nin antioksidant aktivitesi .....	<b>43</b>
<b>Şekil 8.</b> TME'nin antioksidant aktivitesi .....	<b>45</b>
<b>Şekil 9.</b> TKE'nin antioksidant aktivitesi .....	<b>47</b>
<b>Şekil 10.</b> KSE'nin antioksidant aktivitesi .....	<b>49</b>
<b>Şekil 11.</b> KESE'nin antioksidant aktivitesi .....	<b>51</b>
<b>Şekil 12.</b> KME'nin antioksidant aktivitesi .....	<b>53</b>
<b>Şekil 13.</b> KKE'nin antioksidant aktivitesi .....	<b>55</b>
<b>Şekil 14.</b> SSE'nin antioksidant aktivitesi .....	<b>57</b>
<b>Şekil 15.</b> SESE'nin antioksidant aktivitesi .....	<b>59</b>
<b>Şekil 16.</b> SME'nin antioksidant aktivitesi .....	<b>61</b>
<b>Şekil 17.</b> SKE'nin antioksidant aktivitesi .....	<b>63</b>

**TABLULAR****Sayfa No:**

<b>Tablo 1.</b> Baharat örneklerinden elde edilen ekstraktların % verimi .....	<b>37</b>
<b>Tablo 2.</b> TSE'nin total antioksidant aktivitesinin, indirgeme gücünün ve fenolik bileşik miktarının karşılaştırılması .....	<b>41</b>
<b>Tablo 3.</b> TESE'nin total antioksidant aktivitesinin, indirgeme gücünün ve fenolik bileşik miktarının karşılaştırılması .....	<b>43</b>
<b>Tablo 4.</b> TME'nin total antioksidant aktivitesinin, indirgeme gücünün ve fenolik bileşik miktarının karşılaştırılması .....	<b>45</b>
<b>Tablo 5.</b> TKE'nin total antioksidant aktivitesinin, indirgeme gücünün ve fenolik bileşik miktarının karşılaştırılması .....	<b>47</b>
<b>Tablo 6.</b> KSE'nin total antioksidant aktivitesinin, indirgeme gücünün ve fenolik bileşik miktarının karşılaştırılması .....	<b>49</b>
<b>Tablo 7.</b> KESE'nin total antioksidant aktivitesinin, indirgeme gücünün ve fenolik bileşik miktarının karşılaştırılması .....	<b>51</b>
<b>Tablo 8.</b> KME'nin total antioksidant aktivitesinin, indirgeme gücünün ve fenolik bileşik miktarının karşılaştırılması .....	<b>53</b>
<b>Tablo 9.</b> KKE'nin total antioksidant aktivitesinin, indirgeme gücünün ve fenolik bileşik miktarının karşılaştırılması .....	<b>55</b>
<b>Tablo 10.</b> SSE'nin total antioksidant aktivitesinin, indirgeme gücünün ve fenolik bileşik miktarının karşılaştırılması .....	<b>57</b>
<b>Tablo 11.</b> SESE'nin total antioksidant aktivitesinin, indirgeme gücünün ve fenolik bileşik miktarının karşılaştırılması .....	<b>59</b>
<b>Tablo 12.</b> SME'nin total antioksidant aktivitesinin, indirgeme gücünün ve fenolik bileşik miktarının karşılaştırılması .....	<b>61</b>
<b>Tablo 13.</b> SKE'nin total antioksidant aktivitesinin, indirgeme gücünün ve fenolik bileşik miktarının karşılaştırılması .....	<b>63</b>



**KISALTMALAR**

CAT	:Katalaz
Cu-Zn SOD	:Bakır-Çinko süperoksit dizmutaz
GAE	:Gallik Asit eşdeğeri
GPx	:Glutasyon peroksidaz
GR	:Glutasyon redüktaz
GSSG	:Okside glutasyon (yükseltgenmiş glutasyon)
GSH	:Glutasyon (indirgenmiş glutasyon)
GST	:Glutasyon S-Transferaz
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	:Hidrojen peroksit
HO·	:Hidroksil Radikali
HOCl	:Hidroklorik asit
HO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	:Peroksil
İG	:İndirgeme gücü
KSE	:Kimyonun su ekstresi
KESE	:Kimyonun etanol-su ekstresi
KME	:Kimyonun metanol ekstresi
KKE	:Kimyonun kloroform ekstresi
LPO	:Lipit peroksidasyonu
MDA	:Malondialdehit
Mn-SOD	:Mangan süperoksit dizmutaz
MPx	:Miyeloperoksidaz
ONOO <sup>-</sup>	:Peroksinitrit
NO·	:Nitrik oksit
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	:Nitrojen dioksit
PLGPx	:Fosfolipid hidroperoksit glutasyon peroksidaz
R·	:Karbon merkezli radikaller
SSE	:Sumağın su ekstresi
SESE	:Sumağın etanol-su ekstresi
SME	:Sumağın metanol ekstresi
SKE	:Sumağın kloroform ekstresi
TSE	:Tarçının su ekstresi
TESE	:Tarçının etanol-su ekstresi
TME	:Tarçının metanol ekstresi
TKE	:Tarçının kloroform ekstresi

**ÖZET****TARÇIN, KİMYON VE SUMAK ADLI BAHARAT TÜRLERİNDEN ELDE EDİLEN SU, ETANOL-SU, METANOL VE KLOROFORM EKSTRAKTLARININ *İN VİTRO* ANTİOKSİDANT ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Bu araştırmada, deney materyali olarak, ülkemizde yaygın kullanım gösteren baharatlardan tarçın, kimyon ve sumak üzerinde çalışıldı. Baharat örneklerinin her bir türün su, etanol-su, metanol ve kloroform ekstraktları literatüre uygun yöntemler kullanılarak elde edildi. Ekstraktların antioksidan aktiviteleri, fenolik bileşik miktarları ve indirgeme yetenekleri belirlendi. Sonuçlar kontrol grupları ile mukayese edilerek verildi ve literatürlerle kıyaslanarak tartışıldı.

Antioksidant aktivite düzeylerinin, tarçın ve kimyonun su ekstraktlarında en yüksek, kloroform ekstraktlarında en düşük ve diğer tüm ekstraktlarda ise orta düzeyde olduğu tespit edildi. Ekstraktların toplam fenolik bileşik miktarlarının; sumağın metanol ve etanol-su ekstraktlarında en yüksek, kloroform ekstraktlarında en düşük ve diğer bütün ekstraktlarda değişen seviyelerde olduğu belirlendi.

Ölçümlerimiz; ekstraktların indirgeyici güçlerinin, sumak metanol ekstraktında en yüksek, kloroform ekstraktlarında en düşük ve diğer bütün ekstraktlarda değişen düzeylerde olduğunu gösterdi.

**Anahtar Kelimeler;**

tarçın, kimyon, sumak, antioksidant aktivite, fenolik bileşikler ve indirgeyici güç

**SUMMARY****THE DETERMINATION OF THE ANTIOXIDATIVE PROPERTIES OF WATER, ETHANOL-WATER, METHANOL AND CHLOROFORM EXTRACTS OBTAINED FROM CINNAMON, CUMIN AND SUMAC, IN VITRO.**

In this research; as experiment material, also spices such as cinnamon, cumin and sumac widespread using in our country were investigated. The water, ethanol-water, methanol and chloroform extracts of each type of spices samples were produced using appropriate methods according to literature. We determined the antioxidant activities, phenolic compound amounts and reducing powers of these extracts. Results were presented to compared with control groups, were discussed as comparative with literatures.

The antioxidant activity assay showed that it is the highest levels in water extracts of cinnamon and cumin, lowest levels in chloroform extracts, and moderate levels in other extracts. In ethanol-water and methanol extracts of sumac, amounts of total phenolic compounds were the highest levels. Entire of chloroform extracts had the lowest in its amounts. On the other hand, their amounts were in varying levels in all of other extracts. Our results; of reducing power assays showed the highest levels in methanol extract of sumac, the lowest levels in all of chloroform extracts. Notwithstanding it was in different levels in the other extracts.

As a result; in this study, the all of species spices which we used as experimental material, demonstrated potentially antioxidative properties. Further, these results will be primarily developed leading to biological activity studies.

**Key words;**

cinnamon, cumin, sumac, antioxidant activity, phenolic compounds and reducing power

## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Çeşitli baharatların, bitkilerin, sebze ve meyvelerin tüketiminin pek çok hastalığın yanı sıra kanser ve kardiovasküler hastalıklara da yakalanma riskini azalttığı literatürde kaydedilmiştir<sup>1-5</sup>. Bu özelliğin besinlerin içerdiği antioksidant maddelerden kaynaklandığına da yaygın olarak inanılmaktadır<sup>6-8</sup>. Antioksidant maddeler, hem besinlerin korunmasını sağladığı hemde depolanmış besinlerin bozulma süresini uzattığı için besin endüstrisi tarafından ticari açıdan avantaj sağlamak amacıyla yaygın bir şekilde kullanılmaktadır<sup>9</sup>.

Antioksidantlar “serbest radikaller” olarak isimlendirilen moleküllere karşı etki gösterir. Bu maddeler bir elektrona ihtiyaç duyarlar ve bu yüzden de yüksek derecede reaktiftirler. Serbest radikaller, organizmalarda hücre membranındaki lipitler, proteinler, karbonhidratlar gibi hayati önemi olan moleküllerden ve bu moleküllerin teşkil ettiği organellerden elektron çalabilir<sup>10, 11</sup>. Hücre içinde veya dışında bu şekilde oluşan bir radikal molekül kendi elektron eksikliğini tamamlamaya çalışırken elektronunu radikale kaptıran molekül veya organel de, kaybettiği elektronu karşılamak için, kendisi bir radikal olarak davranma eğilimine girer, ve böylece hücrenin radikaller tarafından yönlendirilen zincirleme bir reaksiyon serisi başlar<sup>6-8</sup>. Bunu hücre içinde veya dışında, redoks dengesinin bozulması izler<sup>11</sup>. Kısaca, serbest radikallerin [ROS (reaktif oksijen sınıfları) ve metal iyonları (örneğin, Fe<sup>+++</sup>)] üretimi antioksidantlar tarafından engellenmezse “oksidatif stres” olarak isimlendirilen anormal metabolik durum ortaya çıkar. Oksidatif stresin hastalıkların büyük bir çoğunluğu ile ilişkili olduğu kabul edilmektedir<sup>12,13</sup>. Serbest radikallerden kaynaklanan patolojik durumların ortaya çıkmaması için antioksidantlar (radikal süpürücüler, redükleyici ajanlar, prooksidant metallerin potansiyel kompleksörleri, singlet oksijen söndürücüler gibi..) devreye girer ve organizmayı korur<sup>14,15</sup>. Bu yüzden organizmaların antioksidant potansiyelinin yüksek olması daha avantajlıdır. Organizmalar; bu avantajlarını sürdürebilmek için bir taraftan kendi ürettikleri antioksidantları artırma yoluna giderlerken, diğer taraftan da antioksidant ihtiyaçlarını dış kaynaklardan temin etme yolunu tercih edebilirler<sup>6-8, 12, 13</sup>.

Günümüzde, organizmalarda; radikal üreten faktörlerin sayısı ve türü, teknolojik üretim ve tüketimin artmasına bağlı olarak, çeşitlendirilerek aşırılaştırılmıştır. Bu durumdaki organizmalar, ihtiyaç duydukları antioksidantları yeterince üretemedikleri için, dışarıdan antioksidantları temin etme yoluna giderler. Bu amaçla hem ilaç sanayii hemde besin endüstrisi, bu ihtiyacın karşılanmasına yönelik alternatifler oluşturmuştur<sup>6-</sup>

8, 12, 13. İlaç sanayii, gelişmiş teknolojileri kullanılarak, çok sayıda antioksidant içerikli ilacı piyasalara sunmuştur<sup>16</sup>. Bu ilaçların bir bölümü protestan tıpta kullanılmak üzere doktorlar tarafından reçete edilirken diğer bir bölümünde alternatif tıp ürünleri olarak eczacıların önerisi ile kişilerin tercihine bağlı olarak tüketilmektedir<sup>17,18</sup>. Diğer yandan, besin endüstrisi önceleri yalnızca ürünlerinin raf ömrünü artırmak için antioksidantları kullanırken, günümüzde besinlerin antioksidant özelliklerini öne çıkararak, işlem görmemiş besinlerin tüketilmesine yönelik tedbirler almaya başlamıştır. Bu amaçla piyasalarda, firma garantisi öncelikli olmak üzere, organik ürünlerin üretilmesini ve daha sağlıklı koşullarda tüketilmesini hedefleyen yeni bir besin endüstrisi kolu oluşmaktadır<sup>19-21</sup>. Ayrıca, 'aktarlık kurumu' da gıda sanayiinin yeni bir kolu olarak gelişmesine devam etmektedir. Gıdaları modern anlamda teknolojiye bağlı bir şekilde üretime ve tüketime hazırlayan bu endüstri kolu, besinlerin organik katkıları olmadan doğal prosesle üretilmesini ve taze olarak tüketilmesini önermektedir. Bunun anlamı; gıdaların sahip olduğu besleyici özelliklerinin, vitamin ve mineral içeriklerinin korunması ve bunların etiketlere işlenmesini gerekli olduğudur. Diğer yandan, insanların doğal antioksidantları ilaçlardan daha çok tercih ettikleri gerçeği göz ardı edilmemelidir. İnsanlar sentetik antioksidant maddeler hakkında kuşku duymaktadır. Bugün, antioksidant ihtiyaçların karşılanması konusunda doğal ürünler daha çok tercih edilmektedir<sup>22</sup>. Bu bağlamda, gıdaların antioksidant potansiyellerinin önceden belirlenmiş olması bu gıdaların hem üretimine hemde tüketimine yönelik tavsiyeler verebilir. Böylelikle gıdaların ve drogların daha kontrollü olarak kullanımı sağlanabilir. Besinlerde ki kimyasal bileşimlerin ve sahip oldukları hastalık tedavi edici özelliklerinin belirlenmesi, onların daha bilinçli olarak tüketilmesini beraberinde getirecektir.

Gıda maddelerinin antioksidant potansiyellerinin belirlenmesi için öncelikle ekstrakt hazırlanması gerekir. Bu ekstraktlar hazırlanırken çözücülerin çözeceği maddelerin kimyasal karakterleri birbirleri ile uyumlu olmalıdır. Bu nedenle gıdaların antioksidant potansiyeli araştırılırken geniş bir çözücü yelpazesinde ekstraktlarının hazırlanması daha net bilgiler verecektir. Antioksidant potansiyelin etkin olarak belirlenmesinde en dikkat çekici parametreler indirgeme gücü ve fenolik madde miktarlarıdır<sup>6-8, 23</sup>. Fenolik maddelerin miktarı ve indirgeme gücü, tür ve çeşide bağlı olarak antioksidant potansiyel ile uyumluluk gösterir. Bu yüzden, pek çok bitki ekstraktında antioksidant aktivitenin ekstraktta ki fenolik maddelerden kaynaklandığı görüşü yaygın olarak kabul edilmektedir<sup>6-8, 12, 13</sup>.

Yüksek bitkilerdeki antioksidant maddeler hakkında günümüzde çok sayıda araştırma yapılmış olmasına rağmen enteresan özelliklere sahip olan baharatlarda araştırmalar sınırlı kalmıştır. Baharat “çeşitli bitkilerin tohum, çekirdek, meyve, çiçek, kabuk, kök, yaprak gibi kısımlarının bütün halde ve/veya parçalanması, kurutulması, öğütülmesi ile elde edilen; gıdalara renk, tat ve lezzet verici olarak katılan doğal bileşikler veya bunların karışımları” olarak tanımlanmaktadır<sup>17</sup>. Baharatlara ait ilk kayıtların yaklaşık 50.000 yıllık olduğu tahmin edilmektedir<sup>24</sup>. Çok uzun ve köklü bir geçmişe sahip olan baharatlar, ilk başlarda dini törenlerde, koku maddeleri üretiminde ve bitkisel tedavi amaçlı kullanılmışlardır. Daha sonra bu kullanım alanlarına gıdaları korumak ve dayanıklılıklarını artırmak ve lezzet vermek gibi alanlar da eklenmiştir<sup>17,24</sup>.

Baharatların biyolojik aktivitelerinin belirlenmesi ve kullanım alanlarının tespit edilmesine yönelik bazı araştırmalarda literatürler de kaydedilmiştir. Baharatların; antimikrobiyal, antioksidatif, antihipertansif, antispazmolitik, antienflamatuvar, antiallerjik, antiülserojenik, antipiretik, sedatif, anestezik, anti-tümör, antikolesterolemik ve antiseptik etkileri rapor edilmiştir<sup>2-5,24-27</sup>. Ayrıca tarçın, kimyon ve sumakisimli baharatlar hakkında da bazı literatür kayıtları vardır. Tarçının antiallerjik, antiülserojenik, antipiretik, anestezik<sup>27</sup>, antilipidemik<sup>5</sup>, kabızlığı önleyici, gaz söktürücü, antiseptik<sup>3</sup> ve antioksidant<sup>2, 28</sup> özelliklere sahip olduğu belirtilmiştir. Diğer yandan, antikarsinojenik<sup>29</sup>, analjezik ve antienflamatuvar<sup>24,26</sup>, antimikrobiyal ve antioksidant sitotoksik<sup>4,30</sup> özellikleri ile kimyon hakkında da bazı kayıtlar vardır. İlaveten sumak; antimikrobiyal ve antioksidant olarak kullanılmış<sup>31</sup> ishal, şap, şeker hastalığı, hemoroit, ağız yaraları, göz hastalıkları, el ve ayak çatlaklarının tedavisi için önerilmiştir<sup>32-34</sup>.

Bu araştırmada antioksidant potansiyellerini ve diğer antioksidant potansiyel belirteçleri olan fenolik bileşik ve indirgeyici güç miktarlarını ölçmek suretiyle, bazı baharatların tüketilmelerine ışık tutmak amaçlandı. Bu doğrultuda insanların yaygın olarak tükettiği gıdalardan bir grup olan baharatların antioksidant özelliklerinin belirlenmesi ile daha bilinçli olarak tüketilmelerine ışık tutulabilir. Mevcut tez kapsamında planlanan araştırmamızda, ülkemizde yaygın olarak tüketilen tarçın, kimyon ve sumak isimli baharatlar üzerinde çalışılacak olup, bu baharatlardan elde edilen su, etanol-su, kloroform ve metanol ekstraktlarının antioksidant aktiviteleri ve indirgeme güçleri belirlenecek, ekstraktların antioksidant potansiyelleri ile toplam fenolik bileşikleri arasındaki ilişki gösterilmeye çalışılacaktır.

## 2. GENEL BİLGİLER

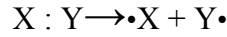
### 2.1. Antioksidantlar

#### 2.1.1. Serbest radikaller:

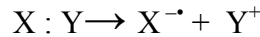
Serbest radikaller orbitallerinde bir veya daha fazla eşleşmemiş elektron ihtiva eden atom veya moleküllerdir. Elektronlar atomlar içerisinde orbital olarak bilinen bölgelerde en fazla iki tane olacak şekilde ve birbirlerine zıt konumda bulunmaktadır. Demir, bakır, mangan gibi geçiş metalleri yörüngelerinde birer elektron taşımalarına rağmen radikal karakter göstermezken bazı atom grupları (nitrit dioksit, nitrik oksit) bir orbitalinde tek elektron bulunduran dağılımları nedeni ile radikalik özellik gösterirler. Serbest radikal kabul edilen atom ve moleküller elektron dizilişlerinin yanında termodinamik yapıları ve lokal kinetik reaktiviteleri ile değerlendirilmelidir<sup>35</sup>.

Serbest radikaller üç yolla meydana gelir:

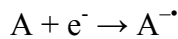
1. Hemolitik bağ parçalanması ve bir elektronun bir molekülden diğerine transfer edilmesi sonucu oluşan serbest radikaller. En yaygın görülen serbest radikal oluşumu bu bağ parçalanmasıdır:



2. Bir molekülden tek bir elektronun kaybı veya bir molekülün heterolitik parçalanması. Heterolitik parçalanmada kovalent bağı oluşturan her iki elektronda atom veya atom gruplarının sadece birinde kalır. Bu parçalanma sonucu zıt yüklü iyonlar oluşur.



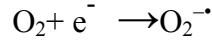
3. Bir moleküle tek bir elektronun eklenmesi sonucu oluşan serbest radikaller.



Biyolojik sistemlerdeki en büyük radikal kaynağı oksijendir. Çünkü oksijen atomu orbitallerinde iki eşleşmemiş elektrona sahiptir. Oksijenin bu özelliği onun diğer serbest radikallerle kolayca reaksiyona girmesini sağlarken, radikal olmayan maddelerle ise daha yavaş reaksiyona girmesini sağlamaktadır. Oksijen atomu, orbitallerindeki elektronların farklı dizilimi ile de süperoksit, peroksit ve singlet oksijen gibi radikallerin oluşumuna da neden olur. Ayrıca serbest oksijen radikali oluşumunun anahtar maddeleri arasında oksijenin kendisi, süperoksit, hidrojen peroksit, geçiş metal iyonları ve hidroksil radikalleride yer almaktadır. Oksijenli (aerobik) solunum yapan canlılar dışardan aldıkları besin maddelerini oksijeni kullanarak enerjiye çevirirler. Dolayısıyla aerobik solunum yapan canlılar serbest radikallerin en fazla olduğu canlı grubudur. Bu yüzden aerobik solunum yapan canlılar serbest radikallerin etkilerine daha fazla maruz kalırlar<sup>6</sup>.

### 2.1.2. Serbest radikal çeşitleri:

**Süperoksit radikali ( $O_2^{\cdot-}$ ):** Oksijen molekülünün içerdiği iki serbest elektrondan bir tanesini dışarıdan bir elektron alarak indirgenmesi sonucu süperoksit radikali oluşur.



Süperoksit radikali ( $O_2^{\cdot-}$ ) hemen hemen bütün aerobik hücrelerde bulunmaktadır. Süperoksit radikalının eozinofil, monosit, makrofaj ve nötrofil gibi fagositik hücreler tarafından üretilerek radikal oluşumunu artırdığı bilinmektedir<sup>6,36</sup>.

Süperoksit radikali nadir olarak oksidatif hasara neden olur. Çünkü süperoksit dismutaz enzimi ile hızlı bir şekilde hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) çevrilir. Buna ilaveten asidik durumlarda  $H_2O_2$  ve peroksil ( $HO_2^{\cdot}$ ) radikallerini üreten spontan reaksiyona uğrar. Süperoksit radikallerinin asıl zararları hidrojen peroksit kaynağı ve geçiş metalleri iyonlarının indirgeyicisi olmalarıdır<sup>37</sup>.

İki süperoksit radikalının bir araya gelmesi sonucu hidrojen peroksit oluşur.





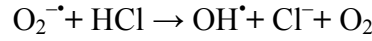
Süperoksit radikali ve peroksil radikali birbirleriyle reaksiyona girince biri okside olurken diğeri indirgenir. Bu dismutasyon reaksiyonu sonucu da hidrojen peroksit ve oksijen oluşur.



Süperoksit radikalının nitrik oksit radikali ile birer eşleşmemiş elektronlarını kovalent bağ ile bağlamaları sonucu peroksinitrit meydana gelir<sup>38</sup>.

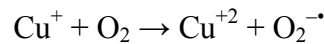
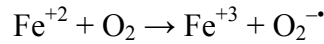


Hidroklorik asit (HCl) oksijen metabolitleri ile reaksiyona girme özelliğine sahip olması nedeniyle ilgi uyandırmıştır. Hidroklorik asitin süperoksit radikali ile reaksiyona girmesi sonucunda oldukça güçlü oksidant olan hidroksil ( $\text{OH}^{\bullet}$ ) radikalının oluşur<sup>39</sup>.



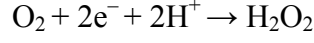
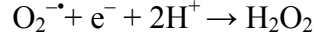
Süperoksit anyonu hem indirgeyici hem yükseltgeyici özelliğe sahiptir. Adrenalin, dopamin, askorbat ve hidroksilamini oksitlerken nitrobluetetrazolium ve sitokrom c'yi ise indirgeyebilir. Redüktant olarak görev yaptığında ferrisitokrom c'nin redüksiyonunda bir elektron kaybeder ve oksijene okside olur. Oksidant olarak görev yaptığında ise epinefrinin oksidasyonunda bir elektron alır ve hidrojen peroksite indirgenir<sup>36</sup>.

Diğer taraftan geçiş metallerinin otooksidasyonu sonucunda da süperoksit radikali oluşabilmektedir.

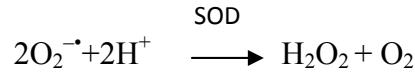


Bu reaksiyonlar geri dönüşümlü redoks reaksiyonları olup serbest radikal reaksiyonlarının hızlanmasında çok büyük öneme sahiptir<sup>40</sup>.

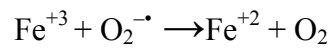
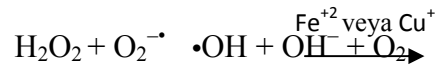
**Hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>):** Asidik ortamda moleküler oksijenin ortamdaki iki elektron alması veya süperoksitin bir elektron alması sonucu hidrojen peroksit meydana gelir<sup>41</sup>.



Biyolojik sistemlerdeki hidrojen peroksitin asıl kaynağı herhangi bir sistem tarafından üretilen süperoksit radikalinin dismutasyon reaksiyonudur. Ayrıca ürat oksidaz, glukoz oksidaz, ve D-aminoasit oksidaz gibi enzimler iki elektronunu oksijene vererek H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> oluştururlar.

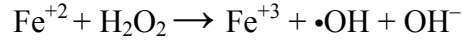


Hidrojen peroksit kendi başına çok zayıf oksidant özelliği gösterir. Çünkü ortaklanmamış bir elektron içermemektedir. Hidrojen peroksit gerektiğinde hücreler tarafından selenyum içeren glutation peroksidaz, katalaz ve belirli peroksidazlar tarafından ortadan kaldırılabilir. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> serbest bir radikal olmadığı halde, reaktif oksijen türleri içine girer ve serbest radikaller içerisinde önemli bir rol oynar. Çünkü Fe ve Cu gibi geçiş metalleri varlığında süperoksit ile reaksiyona girerek en reaktif ve en zarar verici serbest oksijen radikali olan hidroksil radikali oluşturmak üzere kolaylıkla yıkılabilir<sup>41</sup>.

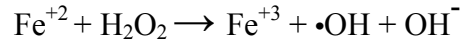
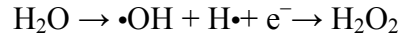


Bu reaksiyona Haber-Weiss reaksiyonu adı verilir. *Haber-Weiss* reaksiyonu katalizörlü veya katalizörsüz olarak meydana gelebilir. Ancak katalizör olmadığı zaman çok yavaş ilerler. Bu reaksiyonda önce ferri demir ( $\text{Fe}^{+3}$ ) süperoksit tarafından ferro demir'e ( $\text{Fe}^{+2}$ ) indirgenir. Daha sonra bu ferro demir kullanılarak *Fenton* reaksiyonu ile hidrojen peroksitten.  $\bullet\text{OH}$  ve  $\text{OH}^-$  üretilir<sup>42, 43</sup>. Reaksiyonun mekanizması aşağıdaki şekildedir.

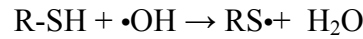
#### Fenton reaksiyonu



***Hidroksil radikali ( $\bullet\text{OH}$ ):*** Hidroksil radikalleri, hidrojen peroksitin geçiş metalleri varlığında yani fenton reaksiyonu sonucu ve suyun yüksek enerji ile iyonlarına ayrılması ile oluşan son derece reaktif radikaldir. Hidroksil radikali özellikle biyolojik moleküller üzerine saldıran ve oluştuğu yerde büyük hasarlara neden olan oldukça güçlü bir oksidantdır<sup>44</sup>.



Hidroksil radikali birçok biyolojik molekülden hidrojen atomu koparır. Bunlardan birisi de tiollerdir.



Meydana gelen sülfür radikali oksijenle birleşerek tiyol peroksil ( $\text{RSO}_2$ ) ve sülfenil ( $\text{RSO}\bullet$ ) gibi oksisülfür radikallerini meydana getirir. Bu radikaller de biyolojik moleküllerde hasar yapıcı etkiye sahiptir.

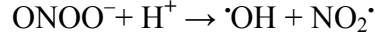
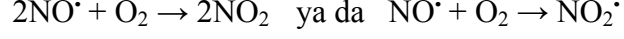
Belki de OH• radikalının en iyi tanımlanmış biyolojik hasarı lipid peroksidasyonunu uyarmasıdır. Bu durum hidroksil radikallerinin membrana yakın bir yerde üretilmesi ve membran fosfolipid zincirinin yağ asidi tabakasına saldırması ile meydana gelir. Ayrıca hidroksil radikalının araşidonik asit gibi doymamış yağ asitlerine olan ilgisinin de fazla olduğu ileri sürülmektedir<sup>36</sup>.

**Singlet Oksijen (<sup>1</sup>O<sub>2</sub>):** Singlet oksijene eşleşmemiş elektron ya da elektronlara sahip olmadığından dolayı bir serbest radikal değildir. Oksijenin eşleşmemiş elektronlardan birinin verilen enerji sonucu bulunduğu orbitalden başka bir orbitale veya kendi spininin ters yönünde yer değiştirmesiyle oluşur. Ancak orbitalinde içerdiği elektronların aynı yönlü olması singlet oksijenin diğer reaktif oksijen türleri ile okside olmasını artırmaktadır. Singlet oksijen özellikle fotokimyasal reaksiyonlar için oldukça önemlidir<sup>45, 46</sup>.

**Nitrik oksit (NO•) ve nitrojen dioksit (NO<sub>2</sub>•):** Nitrik oksit ve nitrojen dioksit eşleşmemişelektronları ile birer radikaldirler. Nitrojen dioksit, nitrik oksitin oksijen ile reaksiyona girmesi sonucu meydana gelir.NO<sub>2</sub>• oldukça zehirli ve çok güçlü bir oksidantdır. Oksijen redüksiyonu sırasında NO<sub>2</sub>•'ye maruz kalması durumunda araşidonik asit metabolizmasının NO<sub>2</sub>•konsantrasyonuna bağlı olarak değiştiği görülmektedir. Düşük miktarda NO<sub>2</sub>•'nin araşidonik asit metabolizmasını büyük oranda artırdığı gözlenmiştir<sup>41,47,48</sup>.

Nitrik oksit L-arjinin amino asitinden in vivo olarak üretilmektedir. NO• kokusuz, renksiz ve az indirgenebilen oksidant bir gazdır. Son yıllarda radikal olan nitrik oksit üzerinde oldukça fazla durulmaya başlanmıştır. Nitrik oksit eşleşmemiş elektronları sayesinde süperoksit, tiyol grupları ve nitrojen dioksit ile hızlı reaksiyonlar

oluşturmaktadır. Diğer radikallerle birlikte diabetes mellitus, septik şok, kalp bozuklukları, Alzheimer hastalığı ve gastrik ülserlerin oluşumunda etkili olduğu düşünülmektedir<sup>41, 48, 49</sup>.



***Diğer serbest radikaller:*** Serbest oksijen radikallerinin etkisi sonucu karbon merkezli radikaller (R<sup>•</sup>), peroksil radikalleri (ROO<sup>•</sup>), alkoksil radikalleri (RO<sup>•</sup>), tiyol radikalleri (RS<sup>•</sup>) gibi önemli serbest radikallerde oluşabilir. Bunlardan özellikle polidoymamış yağ asitlerinden meydana gelen peroksil radikali yarı ömrü uzun olan bir radikaldir. Tiyol radikalleri de tekrar oksijenle reaksiyona girerek sülfonil (RSO<sup>•</sup>) veya tiyol peroksil (RSO<sub>2</sub><sup>•</sup>) vb. gibi radikalleri oluşturabilirler<sup>50</sup>.

**2.1.3. Serbest radikal kaynakları:** Serbest radikaller organizmanın normal yaşamını sürdürmesi ve metabolik faaliyetlerini devam ettirmesi için gerekli olan reaksiyonların sonunda oluşabildiği gibi stres ve radyasyon gibi çevresel faktörlerin etkisiyle de oluşabilmektedir. Bu nedenle serbest radikal kaynakları endojen ve eksojen olmak üzere ikiye ayrılır.

***Eksojen radikal kaynakları:***

- İlaç oksidasyonları
- Radyasyon
- Güneş ışığı, UV-ışınları
- Sigara dumanı, egzoz gazları
- Kükürtdioksit

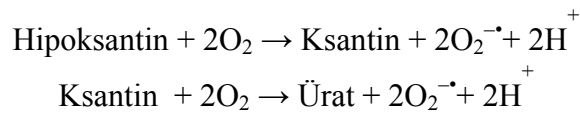
- Alışkanlık yapan maddeler
- Çevresel ajanlar: Hava kirliliği yapan fotokimyasal maddeler, hiperoksit, pestisitler, solventler, anestezi maddeler, aromatik hidrokarbonlar gibi ksenobiyotikler.
- Stres: Stres katekolamin düzeyini artırır ve artan katekolaminlerin oksidasyonu ile serbest radikal oluşumu gözlenir<sup>45, 51, 52</sup>.

***Endojen radikal kaynakları:***

**a. Küçük moleküllerin otooksidasyonu:** Normal ortamda tiyoller, hidrokinonlar, katekolaminler, flavinler, tetrahidrobiopterin gibi pek çok bileşik otooksidasyon reaksiyonları ile serbest radikalleri oluşturur<sup>53, 54</sup>.

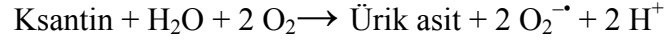
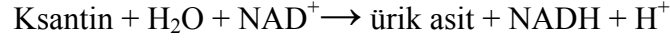
**b. Enzimler ve proteinler:** Birçok enzimin katalitik çevrimleri sırasında da serbest radikaller açığa çıkar. Ksantin oksidaz, aldehit oksidaz ve triptofan dioksijenaz böyle enzimlerden olup, serbest radikal oluşumuna neden olurlar<sup>45, 55</sup>.

Ksantin oksidaz normalde nikotinamid adenin dinükleotid (NAD) bağımlı dehidrogenaz olarak etki eder ve herhangi bir serbest radikal üretimine sebep olmaz. Fakat, in vivo olarak oluşturulan iskemi, enzimin dehidrogenaz formundan oksidaz formuna dönüşmesine ve süperoksit radikalinin üretimine sebep olur. Ksantin oksidaz enzimi oksijen varlığında hipoksantini ksantine veya ksantini ürata oksitler. Bu reaksiyonda elektron alıcısı moleküler oksijendir<sup>45, 50, 56</sup>.



Hipoksantin-ksantin arasındaki bu tepkime sonucu oluşan süperoksitin yarattığı en büyük hasar vasküler sistemdedir. Fakat yapılan araştırmalar ksantin oksidaz enziminin barsak, akciğer, karaciğer, böbrek gibi dokularda da hasara neden olduğu gözlenmiştir<sup>57, 58</sup>. Normalde NAD bağımlı dehidrogenaz olarak etki eder ve herhangi bir serbest radikal oluşumuna neden olmaz. Ancak ilk iskemi atağından sonra hücre membranı sahte

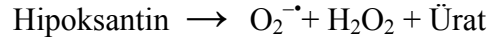
sodyum-kalsiyum pompası oluşturma eğilimine girer. Hücre içi kalsiyum konsantrasyonunun artması proteazların miktarı artsa bile devam eder. Bu sırada hücre ksantin dehidrogenazın (XD) ksantin oksidaz (XO)'a dönüşümüne izin verir. Bu oluşan hücre içi olayların sonunda XD enzimi dehidrojenaz formundan oksidaz formuna dönüşür ve süperoksit ( $O_2^{\cdot-}$ ) radikalinin üretimine neden olur. Oluşan süperoksit radikalleri hızlı bir şekilde hidrojen peroksit'e dönüşür. Hidrojen peroksit güçlü bir radikal olmasa da,  $Fe^{+2}$  varlığında fenton reaksiyonu oluşturarak güçlü bir radikal olan hidroksil radikalinin oluşmasına neden olur<sup>12, 13, 35, 59</sup>.



XD

$Ca^{++} \downarrow$

XO



$\uparrow$

$O_2$

Aldehit oksidaz yapı itibariyle ksantin oksidaza benzer ve substratlarının çoğunu da aynı şekilde kullanarak süperoksit radikali üretirler<sup>60</sup>.

### c. Mitokondriyal elektron transferi:

Normalde hücrelerde en büyük serbest radikal kaynaklarından biri elektron taşıma sisteminden (ETS) sızan elektronlardır. Mitokondriyal ETS'den elektron iki yerde sızmaktadır. Birincisi, nikotinamid adenin dinükleotid hidrojen fosfat (NADPH)-dehidrogenaz basamağında, ikinci olarak ise koenzim Q ya da ubikinon basamağında

elektron sızması görülmektedir. ETS'nin son basamağında elektronların  $O_2$ 'e taşınmasından sorumlu olan sitokrom oksidaz enzimi oksijenin % 97-99'unu harcayarak suya indirger. Ancak  $O_2$ 'nin % 1-3'ü elektron transport zincirinden sızan elektronlarla bir araya gelerek süperoksit radikalinin üretimini arttırır. Böylece  $NAD^+$ bağlı substratlar, süksinat, adenozin di fosfat (ADP) ve oksijen gibi endojen faktörler oksidatif fosforilasyonu regüle ederek mitokondriyal radikal üretimine etki eder<sup>12, 13, 45, 50, 61</sup>.

#### **d. Endoplazmik retikulum ve nükleer membran elektron transport sistemleri:**

Endoplazmik retikulum ve nükleer membranda ise serbest radikal üretimi membrana bağlı sitokromların oksidasyonundan kaynaklanır. Membrana bağlı sitokrom P-450 ve  $b_5$ , doymamış yağ asitleri ve ksenobiyotikleri redükte ederken dioksijen ve diğer substratları ise okside ederler.

#### **e. Peroksizomlar:**

Peroksizomlar çok önemli hücre içi hidrojen peroksit kaynağıdır. Bu organeldeki D-aminoasit oksidaz, urat oksidaz, L-hidroksilizin oksidaz ve yağ asidi açıl-CoA oksidaz gibi oksidazlar  $O_2^{\cdot-}$  üretmeden, bol miktarda  $H_2O_2$  üretimine sebep olurlar. Ancak katalaz aktivitesi çok yüksek olduğu için bu organelden sitozole ne kadar  $H_2O_2$  geçtiği bilinmemektedir<sup>6, 62</sup>.

#### **f. Plazma membranı:**

Plazma membranı serbest radikal üretimi için kritik bir yer oluşturmaktadır. Ekstraselüler olarak üretilen serbest radikaller diğer hücre komponentlerine ulaşmadan önce plazma membranını geçmesi gerekir. Bu geçiş sırasında membranda toksik



reaksiyonların oluşmasına da neden olabilirler. Membranda yer alan fosfolipidler, glikolipidler, gliseridler ve membran proteinleri serbest radikallerden çabuk etkilenirler. Lipid peroksidasyonu veya yapısal proteinlerin oksidasyonu sonucu membran permabilitesinde bozukluklar meydana gelmektedir<sup>6, 45, 63, 64</sup>.

Hidrojen peroksit membranları neredeyse su kadar kolay geçebilen güçlü oksidandır. Bu nedenle proteinlerin ve lipidlerin hidrofobik kısımlarını daha iyi parçalayabileceği ve toksik etkisinin daha fazla olacağı tahmin edilmektedir. Serbest radikallerin nonfagositik hücre membranlarında NADPH-oksidaz aracılığı ile üretiminin serbest radikal oluşumunun önemli bir kaynağı olarak görülmektedir<sup>45, 65</sup>.

Lipooksijenaz ve siklooksijenaz gibi plazma membranıyla bağlantılı enzimler ile mikrozomlar tarafından serbest radikal üretimi, bu enzimlerin predominant substratı olan araşidonik asit metabolizması ile ilişkili pek çok yeni buluş ve biyolojik açıdan önemli ürünlerin meydana gelmesinden dolayı ilginçtir. Bu ürünler prostaglandinleri, tromboksanları, lökotrienleri ve anafleksinin slow-reakting substratını içerir. Son zamanlarda araşidonik asit metabolizmasında yer alan bu enzimatik proseslerin otokatalitik lipid peroksidasyonuna öncülük etmesi bu konuya olan ilgiyi artırmıştır.

Serbest radikal üretimini bazı toksik maddeler artırabilir. Bu maddeler dört gruba ayrılır<sup>62, 66</sup>:

- 1- Toksinin kendisi bir serbest radikaldir.
- 2- Toksin bir serbest radikale metabolize olabilir. Örneğin toksik bir madde olan karbontetra klorür (CCl<sub>4</sub>) karaciğerde sitokrom P-450 tarafından triklorometil ( $\bullet$ CCl<sub>3</sub>) serbest radikale dönüştürülür. Bu radikal oksijenle reaksiyona girmesi neticesinde meydana gelen peroksil radikali güçlü lipid peroksidasyonu başlatıcısıdır.
- 3- Toksinin metabolizması sonucu serbest oksijen radikali meydana gelir. Bunun en basit örneği paraquatır.
- 4- Toksin antioksidant aktiviteyi düşürebilir. Örneğin parasetamol karaciğerde sitokrom P-450 tarafından glutatyonla reaksiyona girerek ve miktarını azaltan bir ürün meydana getirir.

#### 2.1.4. Serbest radikallerin etkileri:

Serbest radikaller etkilerini özellikle canlı hücreler için yaşamsal öneme sahip olan DNA, yağlar, proteinler ve karbonhidratlara saldırarak gösterirler. Mitokondride oksijenli solunum sonucunda meydana gelen serbest radikallerin alveolar epitel tabakada ve DNA'ya zarar vererek yapısal ve metabolik çeşitli hastalıkların oluşmasına neden olduğu düşünülmektedir<sup>12, 13, 45, 67, 68</sup>.

**Membran lipidleri üzerine etkileri:** Membranlar üzerindeki birçok bileşik ve molekülün serbest radikallerden etkilenmesine rağmen, radikallerin en belirgin etkileri, yağ asitleri üzerine etki ederek lipid peroksidasyonunu (LPO) başlatmaları olarak bilinir. LPO, polidoymamış yağ asitlerinin radikaller ile oksidasyonu sonucu başlayan ve otokatalitik zincir reaksiyonları şeklinde devam eden birçok biyolojik yapıda hasarlara neden olan reaksiyon sürecidir. LPO'nun membranlarda oluşturduğu yıkıcı etkisi genellikle reaksiyon sırasında açığa çıkan  $\bullet\text{OH}$  radikalinin membran yağ asidi yan zincirlerine saldırmasıyla oluşur. LPO ile meydana gelen membran hasarı geri dönüşümsüzdür<sup>12, 13, 45, 67, 69</sup>.

Lipid peroksidasyonunu başlatan ilk hareket membran ya da polidoymamış yağ asitlerinin içerdiği metilen grubundan ( $-\text{CH}_2-$ ) bir hidrojen ( $\text{H}\bullet$ ) atomunun çıkartılmasıdır. Böylece tek elektron içeren  $\text{H}\bullet$ 'nin uzaklaştırılması sonucu karbon merkezli  $-\dot{\text{C}}\text{H}-$  lipid radikali meydana gelir. Oluşan lipid radikali dayanıksız bir bileşiktir. Bir dizi değişikliğe uğrayarak molekül içi çift bağların pozisyonlarının değişmesiyle konjuge dien yapıları ve daha sonra lipid radikallerinin moleküler oksijenle etkileşmesi sonucu lipid peroksil radikali meydana gelir. Lipid peroksil radikalleri, membran yapısındaki diğer polidoymamış yağ asitleri ile reaksiyona girerek yeni karbon merkezli radikaller oluştururken, kendileri de açığa çıkan  $\text{H}\bullet$  parçacığı ile

birleşerek lipid hidroperoksitlerine dönüşür ve böylece olay kendi kendine katalizlenerek devam ederek zincir reaksiyonlarının başlamasına neden olur<sup>12, 13, 41, 45, 52</sup>.

Lipid hidroperoksitlerinin membranlarda birikimi sonucu, membran fonksiyonlarında bozukluklar meydana gelir. Ayrıca lipid hidroperoksitleri geçiş metalleri katalizörlüğünde yıkılması sonucu çoğu zararlı olan aldehitler oluşur. LPO sonucunda ortaya çıkan çeşitli aldehitlerden en iyi bilinenleri malondialdehit (MDA) ve 4-hidroksinonenal (HNE)'dir. MDA ölçümü ile LPO'nun değerlendirilmesi yapılabilmektedir. Bu bileşikler ya hücrel olarak metabolize olurlar ya da başlangıçta etkili oldukları bölgeden diffüze olup hasarı hücrenin diğer bölümlerine yayarlar. Lipid radikallerinin hidrofobik yapıda olması dolayısı ile reaksiyonların çoğu membrana bağlı moleküllerde meydana gelir. Peroksil radikalleri ve aldehitler, membran komponentlerinin çapraz bağlanma ve polimerizasyonuna neden olarak membranlarda, reseptörleri ve membrana bağlı enzimleri inaktive etmek suretiyle membran proteinlerinde de ciddi hasarlar meydana getirebilirler. İyon transportunu etkileyebilirler<sup>66, 70, 71</sup>.

LPO reaksiyonu ya toplayıcı antioksidant reaksiyonlarla sonlandırılır veya otokatalitik yayılma reaksiyonları ile devam eder<sup>41</sup>. LPO sonucunda membran yapısında çeşitli değişiklikler meydana gelir. Bunlar kısaca<sup>72</sup>:

- 1- Membran üzerindeki yağ asiti miktarında azalma meydana gelir.
- 2- Lipid peroksidasyonu sırasında oluşan lipid hidroperoksitleri biomembranlar üzerinde yerleşmiş halde bulunan bazı enzimleri inhibe eder.
- 3- Tiyol gruplarını oksidasyona uğratarak membran üzerindeki protein-lipid ilişkisini bozar.
- 4- Membranın yapı taşlarından olan lipitlerin akışkanlığını bozar.
- 5- Lipid peroksidasyonu sonucu oluşan serbest radikaller membran dışında da çeşitli yapısal moleküllerde bozulmalara neden olurlar.

**Proteinler üzerine etkileri:** Proteinler, lipitlere göre serbest radikallerden daha az etkilenirler. Proteinlerin etkilenme dereceleri içerdikleri aminoasit kompozisyonuna bağlıdır. Doymamış bağ ve sülfür içeren amino asitlerden (triptofan, tirozin, fenil alanin, histidin, metiyonin, sistein gibi) meydana gelmiş proteinler serbest radikallerden daha çabuk etkilenirler. Proteinlerin radikaller ile reaksiyona girmesi sonucu karbon merkezli radikaller ve sülfür radikalleri meydana gelir. Bu karbon merkezli radikallerden karbonillerin (PCO) ölçülmesi ile proteinlerde meydana gelen oksidatif hasar ölçülebilir. Serbest radikallerin oluşturduğu hasar sonucunda proteinlerde fragmantasyon, çapraz bağlanmalar ve proteinlerin agregasyonu meydana gelebilir. Birçok biyokimyasal yapının ve özellikle enzimlerin yapısında bulunan proteinlerin hasar görmesi sonucu hücrenin normal fonksiyonlarında bozukluklar ve enzim aktivitelerinde aksaklıklar meydana gelir<sup>12, 13, 45, 73</sup>.

Proteinlerin çok farklı şekillerde modifikasyona uğramasına bağlı olarak, protein oksidasyonunun tek bir evrensel belirteci yoktur. Bazı oksidatif protein modifikasyonları, hem oksidasyona uğrayan amino asit miktarı, hem de oluşturulan ürünler bakımından gayet spesifikdir. Bazı oksidatif protein modifikasyonları ise geniş çaplı özellik taşır ve çok sayıda amino asitte değişikliğe yol açarak, yine çok sayıda ürün oluşturabilir. Spesifik modifikasyonlara tirozinin ditirozine dönüşümü, geniş çaplı modifikasyonlara ise arginin, lizin ve tirozin amino asitlerinin yan zincirlerinin, 4-hidroksi-2-nonenal ile reaksiyonu sonucunda oluşan PCO'ler örnek olarak gösterilebilir<sup>74, 75</sup>.

**DNA üzerine etkileri:** İyonize edici radyasyondan kaynaklanan hücre ölümünün başlıca nedeni olarak nükleik asitlerin reaktif oksijen türleri ile reaksiyona girmesi ve bu reaksiyon sonucu DNA'da mutasyona ve hücre ölümüne yol açtığı düşünülmektedir.

Ayrıca lipid peroksidasyonu sonucu oluşan melanoaldehit (MDA)'in nadir de olsa DNA'da mutasyona sebep olduğu, beslenme ve yaşam şekli gibi faktörlerle bir araya gelerek kanser ve genetik bazı hastalıklara neden olduğu düşünülmektedir<sup>76, 77</sup>.

Hidroksil radikali, deoksiriboz ve bazlarla kolayca reaksiyona girer ve değişikliklere yol açar. Eğer hidroksil radikali DNA'nın yakınında meydana gelirse mutasyonlara neden olabilir. Hidroksil radikali, nükleik asitlerde doymuş karbon atomlarından hidrojen çıkarır veya çift bağlara katma tepkimeleri ile sonuçlanan tepkimelere girer ve DNA hasarına neden olurlar. Hidroksil radikali ve singlet oksijenin nükleik asitlerle tepkimeye girme yeteneği daha sınırlıdır. Süperoksit anyonu güçlü bir oksitleyici olduğundan, guanin gibi yüksek elektron yoğunluklu bölgeler içeren moleküllerle daha kolay tepkimeye girer<sup>78, 79</sup>.

Aktive olmuş nötrofillerden kaynaklanan hidrojen peroksit membranlardan kolayca geçip, hücre çekirdeğine ulaşarak DNA hasarına, hücre disfonksiyonuna ve hatta hücre ölümüne yol açabilir. DNA'nın oksidatif hasarı sonucu karsinogenesisin yanısıra çeşitli hastalıklar görülebilir<sup>6, 12, 13, 45, 76, 80, 81</sup>.

### **2.1.5. Antioksidant savunma sistemleri**

Canlılar serbest radikallerin zararlı etkilerini engellemek için hem hücre içerisinde hem de hücre membranında etki gösteren birçok koruyucu mekanizmaya sahiptirler. Bu mekanizmalar gerek radikal üretimini engellemek gerekse oluşan radikallerin zararlı etkilerini ortadan kaldırmak için tasarlanmıştır. İşte canlı organizmaların oluşturduğu bu sisteme antioksidant savunma sistemi veya kısaca antioksidantlar denilmektedir. Antioksidantlar endojen ve ekzojen kaynaklı olarak ikiye ayrılmakla beraber serbest radikal oluşumunu engelleyenler ve mevcut radikalleri etkisiz hale getirenler veyahutta enzim ve enzim olmayanlar şeklinde de sınıflandırılabilir<sup>6, 12, 13, 45</sup>.

### 2.1.5.1. Endojen (Doğal) antioksidantlar:

#### 2.1.5.1.1. Primer antioksidantlar:

Süperoksit dismutaz (SOD): Süperoksit dismutaz enzimi süperoksitin, hidrojen peroksit ve moleküler oksijene dönüşümünü katalizleyen enzimdir. SOD'nin aktivitesi yaş artışıyla beraber artar. SOD yaklaşık olarak bütün canlılarda bulunmaktadır. Memelilerde üç tipi vardır. Bunlar sitozolde bulunan dimerik Cu ve Zn ihtiva eden Cu-ZnSOD, extraselular etki gösteren ECSOD ve mitokondride bulunan tetramerik Mn ihtiva eden Mn-SOD izomerlerdir. SOD'nin Fe ihtiva eden izomeri Fe-SOD ise sadece mikroorganizmalarda ve bazı bitkilerde bulunmaktadır. SOD'nin tüm çeşitleri süperoksitin dismutasyon reaksiyonunu katalizleyebilirler<sup>82, 83, 84</sup>.



Süperoksit radikallerinin dismutasyonunu katalizleyen bu enzim ilk olarak inek eritrositlerinden saflaştırılmış ve daha sonraki çalışmalarda insan eritrositlerinde de tesbit edilmiştir. Birçok deney sisteminde çalışılan bu enzimin ksantin-ksantin oksidaz deney sistemine eklendiğinde sitokrom c'nin indirgenmesini inhibe ettiği görülmüştür. Hemen hemen bütün canlılarda bulunan ve süperoksit gibi oldukça saldırgan bir radikalın etkisini ortadan kaldıran SOD'nin canlılarda önemli roller üstlendiği ve yaşamsal etkiye sahip olduğu düşünülmektedir<sup>6, 12, 13, 45, 85, 86</sup>.

Cu-Zn SOD; ilk kez 1969 yılında Mc Cord ve Fridovich tarafından tanımlanmıştır. Cu-Zn SOD, hayvansal hücrelerin sitozolünde yer alan enzim olup molekül ağırlığı yaklaşık olarak 32000 Dalton'dur. Birbirinin aynı olan iki alt üniteden meydana gelir. Her alt ünite bir Cu atomu ve bir Zn atomu, bir zincir içi disülfür köprüsü, bir sülfidril grubu ve bir asetilenmiş terminal amino grubu bulunduğu tesbit edilmiştir<sup>53, 85</sup>.

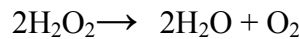
Mn-SOD; prokaryotik hücrelerde molekül ağırlığı 40000 dalton olan, birbirinin aynı olan iki alt birimden oluşan ve enzimin alt birimi başına birer atom Mn bağlı olan enzimdir. Mitokondri dismutazı da diğer prokaryotik hücrelerdeki dismutaza benzer, ancak 80000 molekül ağırlığında tetramer yapıdadır. Mitokondri ve diğer prokaryotların dismutazlarının pek çok ortak özelliği primer yapıları da birbirine çok benzerdir. Ancak aynı tepkimeyi katalizlemeleri dışında Mn-SOD ile Cu-Zn SOD arasında hiçbir ortak yapısal özellik yoktur<sup>87</sup>.

Bazı bakteriler birden fazla SOD içerirler. Bunlardan biri bütün prokaryotlarda bulunan Mn-SOD olup, hücre sitoplazmasında bulunur. Bazı bakteriler perioplazmik bölgelerinde demir içeren bir SOD (FeSOD) bulundurur<sup>88</sup>.

Serbest radikallerin oluşturduğu yıkıcı etkinin önlenmesinde SOD enziminin katalaz enzimi ile birlikte incelenmesi gerektiği ve hatta iki enzimin bir kompleks haline getirilip fenton reaksiyonu sonucu oluşan radikallerin giderilmesinde daha etkili olacağı düşünülmektedir. Çünkü SOD ile katalizlenen tepkime sonunda oluşan hidrojen peroksit oksijenin toksik türlerinden biridir ve katalaz tarafından birikimi önlenmektedir<sup>6, 86, 89</sup>.

Katalaz (CAT):Katalaz, tüm canlı hücre tiplerinde değişik konsantrasyonlarda bulunan, dört tane alt grup içeren ve her bir alt grubu 60000 dalton ağırlığında olan enzimdir. Bu enzimin en önemli görevi hidrojen peroksiti moleküler oksijen ve suya katalizlemektir<sup>12, 13, 45, 86, 90, 91</sup>.

CAT

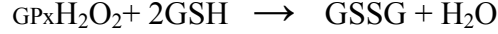


Katalaz enzimi daha çok peroksizomlarda lokalizedir. CAT'ın indirgeyici aktivitesi hidrojen peroksit ile metil, etil hidroperoksitleri gibi küçük moleküllere

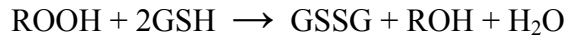
karşıdır. Büyük moleküllu lipid hidroperoksitlerine etki etmez. Kan, kemik iliği, mukoz membranlar, karaciğer ve böbreklerde yüksek miktarda bulunmaktadır<sup>62, 92, 93</sup>.

Glutasyon peroksidaz (GPx): Glutasyon peroksidaz enziminin varlığı ilk defa Mills tarafından 1957 yılında memeli eritrositlerinde saptanmıştır. Hücrelerde oluşan hidroperoksitlerin uzaklaştırılmasından sorumlu olan bir enzimdir. Molekül ağırlığı ise yaklaşık olarak 85000 Dalton'dur. Birbirinin aynı dört subünitten oluşan tetramerik bir enzimdir. Her subünit bir selenyum atomu içerir. Bu nedenle hücreleri çeşitli hasarlara karşı koruyan bir selenoenzim olduğu düşünülmektedir<sup>6, 12, 13, 45, 94, 95</sup>.

Enzim aktivitesinin % 60-75'i ökaryot hücrelerin sitoplazmasında bulunur. % 25-40'ı ise mitokondridedir. GPx, intrasellüler mesafede lipidleri peroksidasyondan koruyan en önemli enzimdir. Bu nedenle hücrenin özellikle sitozolik kompartmanında yer alan bu enzim hücrenin yapısını ve fonksiyonunu korur<sup>96, 97</sup>. GPx, aşağıdaki reaksiyonları katalizler<sup>6, 94, 98</sup>.

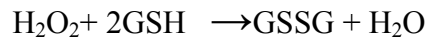


GPx



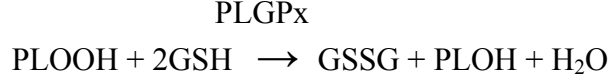
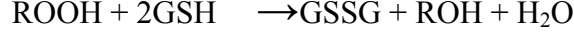
Membran fosfolipid hidroperoksitlerini alkole indirgeyen fosfolipid hidroperoksit glutasyon peroksidaz (PLGPx) da selenyum atomu içerir ve monomerik yapıdadır. Ayrıca sitozolik bir enzimdir. Membrana bağlı antioksidant olan vitamin E'nin yetersiz olduğu durumlarda GPx membranın peroksidasyonuna karşı korunmasını sağlar<sup>99, 100</sup>.

PLGPx

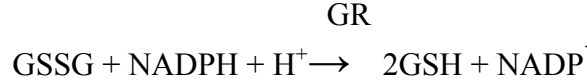


GPx





Hidroperoksitlerin redükte olması ile meydana gelen okside glutatyon (GSSG), glutatyon redüktazı (GR) katalizlediği reaksiyon ile tekrar glutatyon (GSH)'a dönüşür.



GPx'in, hücredeki dağılımı, GR'a bağımlıdır. Her iki enzim de sitozolde en yüksek konsantrasyonlarda bulunur<sup>100</sup>.

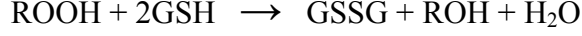
Glutatyon s-transferaz (GST): "Selenyuma bağlı olmayan GPx" olarak adlandırılır. GST'ler, sistenin sülfür atomu üzerinden çeşitli elektrofillere glutatyonu aktaran proteinlerdir. *E.coli*'den insana kadar çok çeşitli türlerden GST saflaştırılabilirken en çok da sıçan karaciğerinden saflaştırılmıştır<sup>101</sup>.

GST'ler başta araşidonik ve lineolat hidroperoksitleri olmak üzere LPO'lara karşı Se-bağımsız GSH peroksidaz aktivitesi koruyucu mekanizma oluştururlar<sup>102</sup>.

GST'ler antioksidant aktivitelerine ilave olarak çok önemli biyokimyasal fonksiyonlara da sahiptirler. Katalitik ve katalitik olmayan çok sayıda fonksiyona sahip GST'lerin tüm canlı hücrelerde bulunması hayati önemlerinin bir göstergesidir. Hem detoksifikasyon yaparlar, hem de hücre içi bağlayıcı ve taşıyıcı rolleri vardır. Katalitik olarak, yabancı maddeleri glutatyonda ki sisteine ait -SH grubu ile bağlayarak onların elektrofilik bölgelerini nötralize eder ve ürünün daha fazla suda çözünür hale gelmesini sağlarlar. Oluşan bu GSH konjugatları böylece organizmadan atılabilir ve daha ileri bir

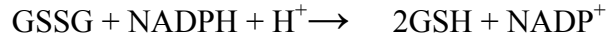
ürüne metabolize olabilirler. GSH'dan glutamat ve glisinin koparılmasından sonra sisteinin serbest amino grubu asetillenerek merkaptürik asitlere dönüştürülür<sup>102</sup>.

GST



Glutasyon redüktaz (GR): Glutasyon redüktaz 50.000 daltonluk alt birimlere sahip bir dimerdir. Görevi yükseltgenmiş glutasyonu (GSSG) indirgenmiş (GSH) hale çevirmektir. Bu indirgenme işlemi sırasında NADPH'dan gelen elektronlar okside glutasyonun disülfid bağına direkt olarak transfer edilemezler. Sıklıkla önce NADPH'dan sıkıca bağlı bulunan Fenil adenin difosfat (FAD)'a transfer edilirler. Daha sonraki alt birimlerdeki 2 sistein arasında bulunan disülfid köprüsüne transfer edilmek suretiyle okside glutatyona aktarılmış olurlar. Her bir subunit 3 tane yapısal alan içerir, bunlar: FAD bağlayıcı olan, NADPH bağlayıcı olan ve ara yüz alanıdır. FAD alanı ve NADP<sup>+</sup> alanı birbirine benzer ve diğer dehidrojenazlardaki nükleotid bağlayıcı alanlara benzerler. FAD ve NADP<sup>+</sup>'nin izoalloksozin ve nikotinamid halkaları birbirine geçecek şekilde geniş ölçüde aralarında bağlanırlar. Oksidize glutasyon için bağlayıcı alanın bir alt biriminin FAD alanı ile diğer alt birimin ara yüz alanından meydana geldiği belirtmek gerekir<sup>103</sup>.

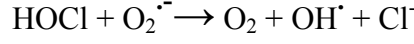
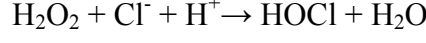
GR



Alyuvarlardaki pentoz fosfat yolu ise, GR'nin GSSG'yi GSH'ye çevrimi için gereken NADPH'ı sağlar<sup>104</sup>.

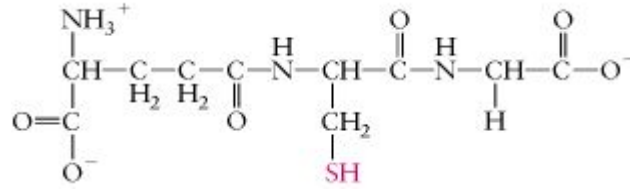
Miyeloperoksidaz (MPx): Nötrofil granüllerde bol miktarda bulunan MPx enzimi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'den hipoklorik asit (HOCl) oluşturmak üzere etki eder. Asidik pH oluşumuna bağlı olarak MPx aktivitesi artmakta ve membranı kolayca geçen H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> bakteriyeye toksik

etki yapmakta ya da hidroksil (OH $\cdot$ ) radikaline dönüşmektedir. Bu tepkimede HOCl yer almaktadır. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ile MPx Cl<sup>-</sup> iyonlarını HOCl'ye dönüştürmektedir. Çok reaktif olan HOCl birçok biyolojik molekülü oksitlemektedir<sup>36, 104,105</sup>.

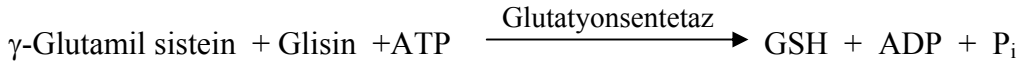
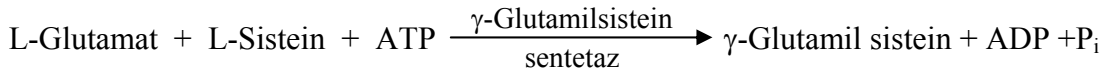


### 2.1.5.1.2. Sekonder antioksidantlar:

Glutasyon (GSH):GSH, birçok hücrede bulunur ve bir tripeptiddir. GSH L-glutamat, L-sistein ve glisinden iki basamakta sentezlenir. Oluşan her peptid bağı için bir molekül ATP harcanır.



Şekil 1. Glutasyon'un molekül yapısı



GSH, hemoglobin ve diğer eritrosit proteinlerinde bulunan sistein rezidülerini indirgenmiş halde tutarak sülfhidril tamponu görevini görür. Eritrosit hücrelerinde GSH/GSSG oranı yaklaşık 500'dür. İndirgenmiş glutasyon yani GSH, aktif bölgesinde selenyum iz elementini içeren bir enzim olan GPx enzimi katalizörlüğünde H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve organik peroksitlerle reaksiyona girerek antioksidant etki sergiler ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'yi

alyuvarlardan uzaklaştırır.  $H_2O_2$  birikmesi hemoglobinin methemoglobine oksidasyon hızını artırarak alyuvarların yaşama süresini azaltabildiğinden bu tepkime çok önemlidir. Ayrıca alyuvarlarda hemoglobinin methemoglobine otooksidasyonu ile süperoksit oluşurken diğer dokularda ise bu sitokrom P-450 redüktaz ve ksantin oksidaz gibi enzimlerle oluşur<sup>6, 104, 106, 107</sup>.

GSH, hidrojen peroksidi veya organik oksitleri kimyasal olarak detoksifiye edebilir. GSH'yi peptid bağından dolayı düşük enerjili bileşikler arasında kabul edebiliriz. GSH, hücre proteinlerini indirgemiş şekilde tutan disülfit-sülfidril değişimi tepkimelerinde etki gösterir. Belirli oksidaz tepkimeleriyle oluşan hidrojen peroksidi uzaklaştıran enzim GPx'e substratlık yaparak proteinlerin sülfidril gruplarını da korur. GSH yokluğunda hidrojen peroksit birikir. GSSG, GR tarafından sürekli GSH'ye indirgenerek GSH miktarı düzenlenir<sup>36, 108</sup>.

Moleküler oksijenden türeyen oksidatif radikaller iki mekanizmayla uzaklaştırılır. Birincisi, toksik radikallerin enzimatik inaktivasyonudur. Örneğin GPx ve CAT, reaktif oksijen ara ürünlerini suya indirger. İkinci mekanizma ise oksijen radikallerini kimyasal olarak inaktive eden askorbik asit,  $\alpha$ -tokoferol ve  $\beta$ -karoten gibi diyetle alınan antioksidantlarla ilgilidir<sup>6, 12, 13, 45, 109</sup>.

Birçok enzimin şayet sistein tiyol grubu (-SH) oksitlenecek olursa enzim inaktive ya da inhibe olur. GSH,  $\gamma$ -glutamilsisteinilglisin, duyarlı ve esansiyel -SH gruplarını içeren enzimlerin doğal aktivatörüdür. Glutatyon hücrede bir ko-enzimden ziyade var olan amino asit öncüllerinden kolayca sentezlenen doğal bir antioksidantdır. Fenilalanin ve tirozinin oksidatif yıkımında görev alan maleilasetoasetat izomeraz da dahil olmak üzere glutatyon çok az sayıda enzim için spesifik bir koenzimdir. Glutatyonun hücre içi derişimi kontrol edilerek birçok enzimin aktivitesi düzenlenebilir<sup>108</sup>.

***Diğer sekonder antioksidantlar:*** Canlı vücudunda oldukça az miktarlarda bulunmasına rağmen vitaminlerin vücuttaki görevleri oldukça fazladır. Vitaminlerin bir bölümü, besinlerle aldığımız karbonhidrat, yağ ve proteinden enerji ve hücrelerin oluşması ile ilgili biyokimyasal olayların düzenlenmesine yardımcı olurlar. A, E ve C vitaminleri vücut hücrelerinde serbest radikallerin meydana getirebileceği hasarları önleyerek hücrelerin normal işlevlerini sürdürmelerinde ve bazı zararlı maddelerin etkilerinin azaltılmasında (antioksidant etki) yardımcı olurlar. Antioksidantlar, hücremizi, serbest radikalleri nötrleştirerek korurlar. Bunlar uyum içerisinde çalışan bir takım gibi radikalik saldırılara karşı koyarlar.  $\beta$ -Karotenin, askorbik asitin ve tokoferolün(E vitamini) antioksidant etkileri yıllardan beri bilinmektedir.  $\beta$ -Karoten organizmada A vitamininin parsiyal oksijen öncülü olmasının yanı sıra bir antioksidant olarak görev yapar. Bununla beraber, 15 torr'da 150 torr'dan daha iyi antioksidant olduğu, 760 torr'da ise prooksidan olarak davrandığı bildirilmiştir. Hücrelerin dışında  $\beta$ -Karoten nöbet tutarken; hücre duvarından içeri girmek isteyen saldırganlara karşı savunmayı ise eser elementlerden selenyumun da yardımıyla E vitamini üstlenmiştir<sup>45, 110</sup>.

Suda çözünen vitaminlerden birisi olan askorbik asit yapı itibariyle en basit vitaminlerden biridir. Bir şeker asidinin laktonundan ibarettir. Yüksek yapılı hayvanların pek çoğu ve bitkiler kolayca askorbik asidi glukozdan sentezleyebilmektedirler. Hücre içerisindeki C vitamini serbest radikallere son darbeyi vurmakta ve bu şekilde radikallerin tesirlerini ortadan kaldırmaya çalışmaktadır. E vitamini yağda çözünen bir vitamin olup temel görevi lipitleri oksidatif hasardan korumaktır. İnce barsaklardan kolayca emilir ve vücudun tüm dokularına taşınarak hücre membranları etrafında depolanır. Böylece hücre membranında koruyucu bir tabaka oluşturmuş olur<sup>12, 13, 45, 111-113</sup>.

### 2.1.5.2. Ekzojen antioksidantlar:

1. Ksantin oksidaz inhibitörleri : Tungsten, allopürinol, oksipürnol, folik asit ve pterin aldehit
2. Soya fasulyesi inhibitörleri : Ksantin dehidrojenazın proteolitik etki sonucu ksantin oksidaza dönüşümünü inhibe ederler.
3. NADPH oksidaz inhibitörleri : Adenozin, lokal anestetikler, kalsiyum kanal blokerleri, non-steroid antiinflamatuvar ilaçlar, cetiedil ve difenilin iyodonyum
4. Recombinant süperoksit dismutaz
5. Troloks-c : E vitamini analogu
6. Endojen antioksidant aktiviteyi artırıcılar : Glutasyon peroksidaz aktivitesini artırır. Bunlar; Ebselen ve asetil sisteindir.
7. Diğer nonenzimatik serbest radikal toplayıcıları : Mannitol ve albümin
8. Demir redoks döngüsünün inhibitörleri : Desferroksamin ve seruloplazmin
9. Nötrofil adezyon inhibitörleri
10. Sitokinler:
  - Tümör Nekroz Faktör (TNF)
  - Interlökin 1
11. Barbitüratlar
12. Demir şelatörleri<sup>45, 114</sup>

### 2.1.5.3. Gıda antioksidantları:

- Butillenmiş hidroksitoluen (BHT)
- Etoksigin
- Butillenmiş hidroksianisol (BHA)
- Propilgalat
- Sodyum benzoat
- Fe-süperoksit dismutaz<sup>45, 114</sup>

### 2.1.6. Antioksidant etki tipleri:

Antioksidantlar dört ayrı şekilde etki ederler<sup>6, 12, 13, 36, 45, 110, 114</sup>:

1. *Süpürücü etki (scavenging etki)*: Serbest oksijen radikallerini etkileyerek onları tutma veya reaktif olmayan yeni bir moleküle çevirme işlemine süpürücü etki denir.

2. *Bastırıcı etki (quencher etki)*: Serbest oksijen radikalleri ile etkileşip onlara bir hidrojen aktararak aktivitelerini azaltan veya inaktif şekle dönüştüren etkiye bastırıcı etki denir.
3. *Onarıcı etki (repair etki)*: Genellikle DNA'daki hasarların tamir edilmesinde bu etki sürekli geçerlidir.
4. *Zincir kırıcı etki (chain breaking etki)*: Serbest oksijen radikallerini kendilerine bağlayarak zincirlerini kırıp fonksiyonlarını engelleyici etkiye zincir kırıcı etki denir.

Serbest radikaller ve bunları etkisizleştirmek için kullanılan veya üretilen antioksidantlar hakkında mevcut bilgiler arttıkça bunlara olan ilgi de bilim adamları tarafından her geçen gün artmaktadır. Bu bağlamda hemen her sahada yapılan çalışmaların antioksidant özellikler ile birlikte değerlendirme çalışmaları da ön plana çıkmaktadır.

## **2.2.Baharatlar**

Bitkiler yüzyıllardan beri tüm dünyada gıdaların tad ve aromasının artırılmasında<sup>115</sup>, gıdalarda istenmeyen kokuların giderilmesinde<sup>116</sup> ve hepsinden önemlisi de tedavi amaçlı olarak kullanılmıştır. Uzun yıllar geleneksel şekilde devam eden bu kullanım şekilleri, 20. yüzyılın başından itibaren değişime uğramış, gıdalara baharat olarak katılan ve tedavi amaçlı kullanılan bitkilerin çeşitli özellikleri laboratuvarlarda araştırılmaya başlanmıştır<sup>117, 118</sup>. Dünyada tedavi amaçlı ve baharat olarak kullanılan bitkilerin sayısının 20 000 civarında olduğu Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından rapor edilmiştir<sup>119</sup>.

Baharatın farklı özellikleri ve kullanımı tarih öncesi dönemlerde antik toplumlarda bile bilinmekteydi. Son yüzyılda baharatın gıdalara lezzet ve aroma verici, bakterisidal, bakteriostatik, fungistatik, tansiyon düşürücü, antioksidatif, diüretik etkileri ve diğer fonksiyonlar için farklı kullanımları üzerine birçok rapor görülmektedir. Bazı baharatlar antimikrobiyal etkiye sahiptir ve farklı toplumlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Baharatlar, yiyecek ve içeceklere farklı amaçlarla katılan aromatik bitkisel ürünlerdir. Baharat olarak bitkinin çeşitli kısımları kullanılmaktadır. Kök, yumru, rizom, soğan, sap, kabuk, yaprak, çiçek, meyva, tohum ve salgı baharat olabilen bitki kısımlarıdır<sup>120-122</sup>. Bazı bitki grupları daha çok baharat içerir. *Labiatae*, *Umbelliferae*, *Zingiberaceae*, *Liliaceae*, *Myrtaceae*, *Lauraceae*, *Cruciferae* gibi bitki familyaları buna örnek olarak verilebilir<sup>122</sup>. Baharatların temel kimyasal bileşimi baharat tipine göre önemli değişiklik gösterir. Su oranı % 5-14, protein oranı ise % 5-20 arasında değişir. Bazı tiplerinde % 30'a varan oranda lipid bileşikleri vardır. Bunların dışında karbonhidrat niteliğinde bileşikler, glikozitler (flavon, senevol, siyanojen, saponin, fenol, kumarin), alkaloidler, tanenler, organik asitler, vitaminler, enzimler, pigmentler, mineraller, antimikrobiyal maddeler, reçineler, uçucu yağlar belli oranlarda bulunurlar. Tat ve aroma açısından uçucu yağlar (esanslar, eterik yağlar) özellikle önemlidir. Diğer bileşik gruplarıysa genellikle uçucu özellikte değildirler. Tat ve rengi oluştururlar. Daha önceleri özellikle koruyucu ve lezzet-aroma artırıcı etkileri nedeniyle gıdalara katılan baharatların kullanımı gıda teknolojisinin ve koruyucu amaçlı yeni katkı maddelerinin geliştirilmesiyle daha sınırlı hale gelmiş, sadece lezzet ve aromayı güzelleştirmek ve gıdanın görünümünü zenginleştirmek amacıyla kullanılmıştır. Ancak gerek kimyasal katkı maddelerinin insan sağlığı üzerine çeşitli zararlarının ortaya çıkması, gerekse baharat niteliğindeki maddelerin faydalarını ortaya koyan çeşitli çalışmalara paralel



olarak gıdalarda baharat kullanımını daha büyük önem kazanmıştır<sup>121,122</sup>. Baharatların diğer bazı kullanım amaçları kısaca aşağıda verilmektedir<sup>122</sup>:

- Antimikrobiyal etki (Örn. sarmısak, hardal, kekik, mercan köşk, kırmızıbiber, karanfil, tarçın, yenibahar)
- Antioksidatif etki (Örn. biberiye, adaçayı, kekik, sumak, karanfil, tarçın, kimyon)
- Tansiyon düşürücü etki (Örn. sarmısak)
- Gaz söktürücü etki (Örn. Anason, tarçın)
- Kuvvet verici etki (Örn. çemenotu)
- Afrodisyak etki (Örn. vanilya)
- Ağrı kesici etki (Örn. karanfil)
- Yatıştırıcı etki (Örn. adaçayı)

Bazı baharat çeşitleri küflerin oluşturduğu toksin yapısında maddeler olan mikotoksinlerin oluşumunu önleyici bir rol üstlenmektedirler. Ayrıca baharatın barsak florası üzerindeki etkilerinin kanser oluşum riskini azalttığı konusunda görüşler de vardır<sup>121</sup>. Ayrıca; uyarıcı, sindirici, idrar artırıcı ve iştah açıcı olmaları pekçok baharatın ortak özellikleri arasında sayılabilir. Ancak bazı baharatların fazla kullanımı içerdiği toksik bileşiklerden dolayı zararlı olabilir<sup>120, 122</sup>.

### 2.2.1. Tarçın (*Cinnamon*, Şekil 2)

Defnegiller familyasından Anavatani Güney ve Güneydoğu Asya olan, yaprak dökmeyen aromatik kokulu ağaç cinsidir. Tarçının bilimsel adındaki cins adı olan "Cinnamomum", Yunanca'daki "kinnamomon" sözcüğünden gelir. İnsanlık tarihinin en eski baharatlarından biridir. Esasen ağacın kurutulmuş kabukları kullanılır. Kabukların dış kısmında mantar tabakası bulunur ve grimsi renklidir. Tarçın, ağacın gövde ve dal kabuklarının dış kısmı sıyırıldıktan sonra kalan iç kabuğun kurutulup öğütülmesiyle elde edilir. Ayrıca kabuklarının iç içe konularak rulo gibi kıvrılmasıyla da çubuk tarçın elde edilir. Kokusu kuvvetli, keskin ve uzun süreli olup, tadıda tatlımsı ve yakıcıdır<sup>123</sup>.

Aromatik kokulu tarçın kabuğuna ait bilgilere eski Mezopotamya, eski Roma, eski Hint, eski Çin, eski Yunan ve Latin yazıtlarında sıklıkla rastlanmaktadır. Bu kabuklar

muhtemelen Çin’de bulunmuştur ki, Çin Tarçını M.Ö. 2700’den beri bilinmektedir. 13. yüzyıla kadar Seylan’da tarçın yetiştiğine dair bir bulguya rastlanmamıştır. Seylan’da tarçın kültürü yapılması Hollandalıların 1770’deki Seylan’ı işgalinde başlamıştır<sup>123</sup>. Tarçın, halk arasında “Darwin”, “Loğusa”, “Şerbet Kokusu” gibi adlarla bilinir. Türkiye’de yetişmez, anavatanı; Güney ve Güneydoğu Asyadır. Çin Tarçını (*Cortex Cinnamomum cassiae*) ve Seylan Tarçını (*Cortex Cinnamomum zeylanicum* sinonimi *Cinnamomum verum*) olmak üzere başlıca iki cins tarçın kabuğu bulunmaktadır. Her iki tarçın da bileşiminde tanen ve % 1-2 oranında uçucu yağ içermektedir. Her iki bitki de Japonya, Seylan, Güney Amerika, Sumatra gibi yerlerde yetiştirilmektedir. Tarçın ailesinin antialerjik, antiülserojenik, antipiretik, anestezik<sup>27</sup>, antitümöral ve kolesterol düşürücü<sup>5</sup> özelliklere sahip olduğu vurgulanmıştır. Aynı zamanda kabızlığı önleyici, gaz söktürücü ve antiseptik özellikleri de kaydedilmiştir<sup>3</sup>.

Tarçın güçlü bir antioksidandır. Bu özelliği, tarçının baharat olarak gıda maddeleri içinde yaygın olarak kullanılmasını sağlamıştır<sup>2</sup>. Farklı in vitro modellerde cinnamon kabuk ekstraktının iyi derecede serbest radikal süpürücü etkisinin olduğu ve doza bağımlı olarak süperoksit radikallerini inhibe ettiği bildirilmiştir<sup>28</sup>. Bunun dışında tarçın, baharat ve koku verici olarak da kullanılmaktadır. Bileşiminde, cinnamik aldehit ve ogenol içerir. Sağlık açısından binlerce yıldır kullanılmaktadır.



**Şekil 2.** Tarçın doğal ortamdan çekilmiş resim.

### 2.2.2. Kimyon (*Cuminum cyminum*, Şekil 3)

Maydanozgiller (Apiaceae) familyasından, Mayıs-haziran ayları arasında beyaz ve pembemsi renkli çiçekleri açan, 40-60 cm boyunda ve bir yıllık otsu bir bitki türüdür. Anavatanı Doğu Akdeniz ve Orta Doğu'dur. Gövdeleri dik, üstte dallanır. Yaprakları iplik gibi parçalı ve tüsüzdür. Çiçekler şemsiye durumunda toplanmışlardır. Çiçekler beyaz veya pembe renklidir. Meyvesi köşeli, oval şekilli, 4-5 mm boyundadır. Kimyon baharatı, kimyon bitkisinin olgunlaştıktan sonra toplanıp kurutulan tohumlarından ya da bu tohumların öğütülmesinden elde edilir. Keskin, acı ve biraz sert bir tadı vardır. Kimyon meyveleri, % 2.5-6 uçucu yağ, % 10- 23 sabit yağ, % 15-25 protein, tanen, flavonoid, reçine ve zambak içerir<sup>124</sup>.

Kimyon, çok yaygın bulunan bir bitkidir. Özellikle kuzey ve orta Avrupa'da aynı zamanda Asya ve Afrika'da da bulunmaktadır. Yabani olarak deniz seviyesinden yükseklerle kadar her yerde rastlanmaktadır. Kimyon özellikle Hollanda, Almanya, İsveç ve Norveç'te yetiştirilmektedir. Aynı zamanda Macaristan, Romanya, Çekoslovakya, İtalya, Avusturya, İspanya, Rusya ve küçük Asya'da da tarımı yapılmaktadır. Ancak üretim bakımından en önemli ülke Almanya'dır. Hollanda'da yetiştirilen kimyon açık renkli ve daha büyük meyvelidir. Genellikle kurak bölgeler için küçük meyveliler, yağışlı bölgeler için büyük meyveli tipler daha uygundur<sup>125</sup>.

*Cuminum cyminum*'un kök, gövde, yaprak ve çiçeklerinde onların uçucu yağlarının, toplam fenolik, flavonoid ve tanen içeriğinin, bireysel fenolik bileşikler ve antioksidant aktiviteleri araştırılmıştır<sup>4, 30</sup>. Onun antimikrobiyal, anti-karsinogenik ve sitotoksik etkiye sahip olduğu da yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir<sup>4, 29</sup>. Ayrıca; kimyon, halk tıbbında gaz söktürücü, süt artırıcı, periyodik kanamayı geciktirici, ishal kesici, kas ağrısını giderici (analjezik ve myorelaksan etki), romatizma tedavisi (antiinflamatuvar etki), diş ağrısı (analjezik ve antiinflamatuvar etki), farenjit (antiinflamatuvar etki), karın ağrısı

(antispazmodik etki), diüretik ve idrar yollarının tıkanıklıklarını açma (antienflamatuvar etki) gibi amaçlarla kullanıldığı bildirilmektedir<sup>24,26</sup>.



**Şekil 3.** Kimyon doğal ortamdan çekilmiş resim.

### 2.2.3. *Sumak* (*Rhus coriaria* L., Şekil 4)

Anacardiaceae familyasından *Rhus* cinsi olarak adlandırılır. 150 civarında türüyle dünyanın değişik bölgelerinde yetişmekte olup, Türkiye’de *Rhus coriaria* yaygındır<sup>126</sup>. Sumak yaygın olarak Türkiye ve Orta Doğu’da kullanılan bir baharattır. Sumak ve kuru zemin yaprakları yüksek tanen içeriğinden dolayı bir tabaklama maddesi olarak kullanılmaktadır. Önceki fitokimyasal çalışmalar bu bitkinin yapraklarının flavonlar, tanen, antosiyaninler ve organik asit içerdiğini bildirmektedir<sup>127</sup>. Meyveleri daha çok tanen, uçucu yağ, organik asit, antosiyanin ve sabit yağ içerdiğinden dolayı çalışmalar genellikle sumak yaprağının tanen ve flavonoit içeriği üzerine olmuştur<sup>128</sup>.

Sumak bitkisinin içerdiği kimyasal bileşiklerin (fitokimyasallar) antioksidant ve antimikrobiyal özellikleri vardır<sup>31</sup>. Bunların yanı sıra fizyolojik etkileri düşünüldüğünde günümüzde kullanılan bir terim olan ‘fonksiyonel gıdalar’ kavramı içinde de

değerlendirilmesi mümkündür. Fonksiyonel gıdalar konusu içinde sık rastlanan Nutrasötik terimi, gıdalarda doğal olarak bulunabilen veya sonradan ilave edilmiş olabilen doğal kimyasal bileşikler olup, hastalık önleyici, iyileştirici veya fizyolojik performansı artırıcı olabilirler<sup>31</sup>.



**Şekil 4.** Sumak doğal ortamdan çekilmiş resim.

Bitkinin yaprak ve meyveleri, içerdikleri çeşitli maddelerden dolayı uzun yıllardır ilaç hammaddesi olarak kullanılmıştır. Bu bitkinin yaprakları, Dioscorides ve İbni Sina tarafından ishalde, hemoroitte, ağız yaralarında, göz hastalıklarında, el ve ayak çatlaklarının tedavisi için önerilmiştir. Sumak yaprağı ve meyveleri Anadolu'da ağızdaki yaralara ve şeker hastalığına karşı halk ilacı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca; yaprakları, deri, ipek ve yün boyamada ve deri sepilemede yararlanır. Anadolu'da hayvanların ağız yaralarında, ishal durumlarında ve Şap'a karşı da kullanılmaktadır<sup>32-34</sup>.

### 3. MATERYAL VE METOD

#### 3.1. DeneYlerde Kullanılan Kimyasallar

DeneYlerde kullanılan bütün kimyasal malzemeler Sigma Chemicals Company (Germany)' den temin edilmiştir.

#### 3.2. DeneYlerde Kullanılan Cihazlar, Çözeltiler ve Hazırlanışları

UV-Visible Spektrofotometre	: Thermo Spectronic-HELIOS $\beta$
pH metre	: Schott CG 842
Hassas terazi	: Scaltec SPB 31
Derin dondurucu	: Sanyo MDF - 235
Magnetik karıştırıcılar	: Boeco MSH 300
Otomatik pipetler	: Eppendorf
Buzdolabı	: Profilo
Saf su cihazı	: GFL 2012
Çalkalayıcı su banyosu	: Memmert
Döner Buharlaştırıcı (Evaporatör)	: BSI

1.0.2 M Fosfat Tamponu, (pH=7)(Bitki ekstraktlarının antioksidant aktivitesini ölçmek için gereken homojenat tampon): 2,72 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  90 ml saf suda çözüldü ve pH=7,0'a ayarlandıktan sonra son hacim 100 ml'ye tamamlandı.

2. *Linoleik asit çözeltisi* (Bitki ekstraktlarının antioksidant aktivitesini ölçmek için gereken çözelti): 0.2804 g linoleik asit, 0.2804 g Tween 20 ve 45 ml homojenat tamponu karıştırıldı ve pH =7.0'a ayarlandıktan sonra son hacim 50 ml'ye tamamlandı.

3. %30 Amonyum tiyosiyanat çözeltisi (Bitki ekstraktlarının antioksidant aktivitesini ölçmek için gerekli çözelti): 4.5 g amonyum tiyosiyanat 15 ml saf suda çözüldü.

4.0.02 M Fosfat Tamponu, pH= 6.6 (Bitki ekstraktlarının indirgeme kuvvetlerini ölçmek için gereken homojenat tampon): 2.72 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  90 ml saf suda çözüldü ve pH=6.6'ya ayarlandıktan sonra son hacim 100 ml'ye saf su ile tamamlandı.

5. %1 Potasyum ferrisiyanit çözeltisi (Bitki ekstraktlarının indirgeme kuvvetlerini ölçmek için gereken çözeltisi): 0.505 g potasyum ferrisiyanit 50 ml saf suda çözüldü.
6. %10 TCA çözeltisi (Bitki ekstraktlarının indirgeme kuvvetlerini ölçmek için gereken çözeltisi): 5 g TCA 50 ml saf suda çözüldü.
7. % 0.1 Demir III klorür,  $FeCl_3$ , çözeltisi (Bitki ekstraktlarının indirgeme kuvvetlerini ölçmek için gereken çözeltisi): 0.1 g  $FeCl_3$  100 ml saf suda çözüldü.
8. % 7.5  $Na_2CO_3$  çözeltisi (Bitki ekstraktlarının toplam fenolik bileşiklerini ölçmek için gereken çözeltisi): 7.5 g  $Na_2CO_3$  100 ml saf suda çözüldü.
9. Folin Ciocalteu Çözeltisi (Bitki ekstraktlarının toplam fenolik bileşiklerini ölçmek için gereken çözeltisi): Orijinal ambalajdan hazır olarak kullanıldı.

### 3.3. Deney Bitkileri

Bu araştırma döneminde çalışma materyali olarak kullandığımız baharat çeşitleri (tarçın, kimyon ve sumak) ülkemizin önde gelen sanayii kuruluşlarından ve en önemli baharat üreticilerinden biri olan ‘Bağdat Baharatları’ isimli firmadan temin edilmiştir.

### 3.4. Bitki Ekstraktlarının Hazırlanması

Baharat örnekleri bir havanda sıvı azot ile muamele edilerek toz haline getirildi. Her birinden 100'er g örnek tartılarak bir Soxhlet cihazı balonuna yerleştirildi. Bir çalkalayıcılı su banyosunda iki gün süreyle ekstrakte edildi. Her baharat örneği için su, etanol- su, metanol ve kloroform olmak üzere 4 farklı çözücü sistemi (50 °C, 250 ml x 4) kullanıldı. Ekstraktlar süzüldü ve çözücü içeriği döner buharlaştırıcı (evaporatör) da düşük basınç ve düşük sıcaklıkta uzaklaştırıldı. Ekstraktlar 5 µm-Hg basınç altında liyofilize edildi. Ekstraktların % verimleri (g liyofilizat /100 g baharat) tartılmak suretiyle belirlendi ve Tablo 1’de verildi. Elde edilen ekstraktların kısaltmaları Tablo

1'de ayrı bir sütun olarak belirtildi. Ekstraktlar deneyler yapılincaya kadar -20 °C'ta muhafaza edildi.

**Tablo. 1.**Baharat örneklerinden elde edilen ekstraktlarının % verimi (100 g baharatdan elde edilen net ekstrakt miktarı).

Baharat örneği	Ekstraktlar	Ekstraktların kısaltılmış isimleri	% verim (g liyofilizat /100 g Baharat)
<i>Tarçın</i>	Su	TSE	8.58
	Etanol-Su	TESE	6.00
	Metanol	TME	35.9
	Kloroform	TKE	3.74
<i>Kimyon</i>	Su	KSE	20.1
	Etanol-Su	KESE	9.90
	Metanol	KME	14.2
	Kloroform	KKE	3.70
<i>Sumak</i>	Su	SSE	34.9
	Etanol-Su	SESE	22.9
	Metanol	SME	52.5
	Kloroform	SKE	3.30

### 3.5. Bitki Ekstraktlarının Antioksidant Aktivitesinin Belirlenmesi

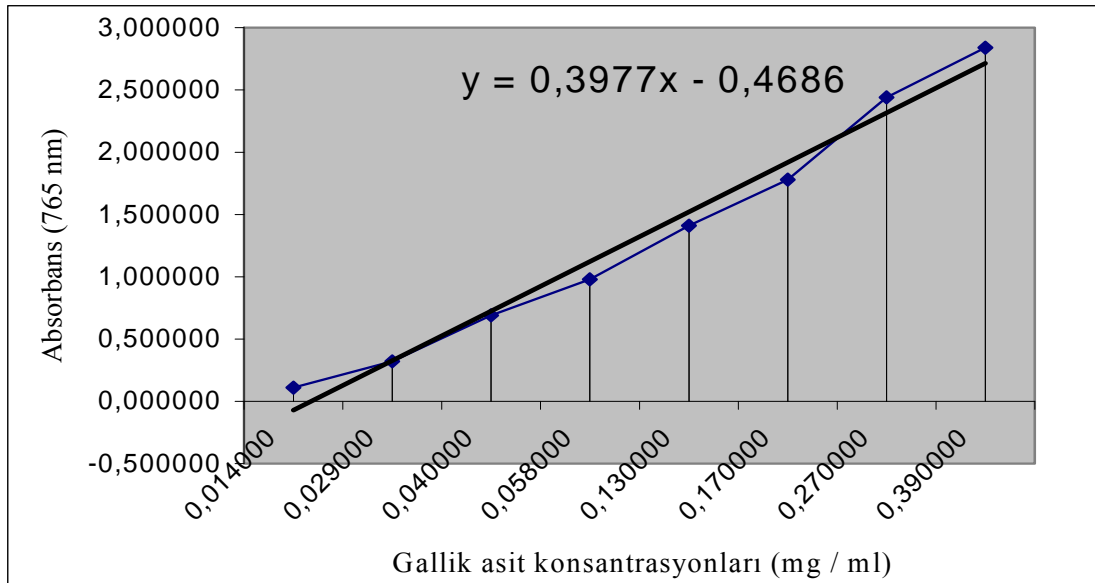
Baharatlardan elde edilen ekstraktların antioksidant aktivitesi Mitsuda ve arkadaşları tarafından belirtilen prosedüre göre tiyosiyanat yöntemi kullanılarak ölçüldü<sup>129</sup>. 1 mg ekstrakt 1 ml saf suda çözüldükten sonra kapaklı deney tüpü içerisinde üzerine 4 ml fosfat tamponu (0.2 M, pH 7.0) ve 5 ml linoleik asit çözeltisi ilave edildi ve daha sonra 37 °C'ta inkübasyona bırakıldı. İnkübasyonun başlatılmasını müteakip her 10 saatte bir %75 etanol ve %30 amonyum tiyosiyanat çözeltilerine 0.1 ml inkübasyon karışımı ilave edilerek vortekslendi. Karışıma %35 HCl içerisinde 0.02 M FeCl<sub>2</sub> çözeltisi ilave edilerek absorbanslar 500 nm'de köre karşı



ölçüldü. Kontrol için aynı işlemler yalnızca linoleik asitli karışımda, kör için ise 0.1 ml saf su ilave edilerek tekrarlandı. İnkübasyona kontrolün maksimum absorbansa ulaşması neticesinde son verildi. İnkübasyon karışımından her seferinde 6 tekerrür ile sonuçlar verildi.

### 3.6. Bitki Ekstraktlarının Toplam Fenolik Bileşiklerin Miktarlarının Belirlenmesi

Baharat ekstraktlarındaki toplam fenolik bileşiklerin miktarları, Slinkard ve Singleton tarafından belirtilen prosedüre uygun olarak Folin-Coicalteu çözeltisi kullanılarak belirlendi<sup>130</sup>. 0,5 mg liyofilizat 0.5 ml saf suda çözüldükten sonra kapaklı deney tüpü içerisinde üzerine 2.5 ml Folin-Coicalteu çözeltisi ilave edildi ve 30 °C'ta 5 dakika inkubasyona bırakıldı. Sonra bu karışımın üzerine 2ml Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ilave edilerek 30 °C'ta 90 dakika süreyle yeniden inkubasyona bırakıldı. 90. dakikanın sonunda 765 nm'de absorbanslar ölçüldü. Gallik asit kullanılarak hazırlanan standart grafikten de yararlanılarak sonuçlar, mg Gallik Asit ekuvalenti(GAE) / g liyofilizat şeklinde verildi.



**Şekil 5.** Toplam fenolik bileşik miktarını belirlemede kullanılan gallik asit standart grafiği

### 3.7. Bitki Ekstraktlarının İndirgeme Kuvvetinin Belirlenmesi

Baharat ekstraktlarının indirgeme güçleri Yen ve Chen tarafından belirtilen prosedüre uygun olarak ölçüldü<sup>131</sup>. 0.5 mg ekstrakt 0.5 ml saf suda çözüldükten sonra kapaklı deney tüpü içerisinde üzerine 2.5 ml fosfat tamponu (0.2 M, pH 6.6) ve 2.5 ml % 1'lik potasyum ferrisiyanür çözeltisi eklendikten sonra 50 °C'ta 30 dakika inkubasyona bırakıldı. % 10'luk TCA çözeltisinden 2.5 ml ilave edilip 3000 rpm'de 10 dakika santrifüj edildi. Bu karışımın üzerine 2.5 ml süpernatant alınarak üzerine 2.5 ml % 0.1'lik FeCl<sub>3</sub> ve 2.5 ml saf su ilave edildikten sonra 700 nm'de absorbans ölçüldü. Yüksek absorbans, yüksek indirgeyici gücü temsil etmektedir.

### 3.8. İstatistiksel Analizler

İstatistiksel analizler SPSS 12.0 software programı kullanılarak yapıldı. Bütün ölçümlerde istatistiksel farklılıklar ve önem seviyeleri one-way variance analyzes (ANOVA) testi ile belirlendi ve  $p < 0.05$  seviyesindeki sonuçlar önemli kabul edildi. Çoklu karşılaştırmalarda Duncan testi uygulandı.

## 4. BULGULAR

Yaptığımız çalışmalardan elde ettiğimiz antioksidant aktivite deneylerine ait veriler, kontrollerle mukayese edilmiş % inhibisyon olarak ifade edilmiştir. Deneysel verilere ait tablonun hemen altında deney grupları arasındaki farkın daha iyi görülmesi amacıyla, verilerin ortalamalarına göre hazırlanan grafikler sunulmuştur.

### 4.1. Tarçının (*Cinnamon*) antioksidant özellikleri:

Tarçının (*Cinnamon*)'nın su ekstraktı (TSE):TSE'nin total antioksidant aktivitesi (TAA), toplam fenolik bileşik (TFB) miktarı ve indirgeme gücü (İG) belirlenerek sonuçlar Tablo 2 ve Şekil 6'da gösterilmiştir. TAA'ya ait sonuçlar, pozitif kontroller (troloks ve askorbik asit) ile mukayese edilerek verilmiştir. Her 10 saatte bir alınan ölçümleri içeren Şekil 6'da ki veriler esas alınarak 60. saatte en yüksek seviyeye çıkan peroksit oluşumu esnasında ölçülen TAA'lar Tablo 2'de sunuldu. Tablo 2 ve Şekil 6'dan görülebileceği gibi TSE'nin üç dozu, troloks ve askorbik asidin total antioksidant aktivitesi sırasıyla  $0.423 \pm 0.001$ ,  $0.260 \pm 0.004$ ,  $0.204 \pm 0.007$ ,  $0.165 \pm 0.002$  ve  $0.951 \pm 0.001$  olarak tespit edilmiştir. Tablo 2'ye göre, kontrolle karşılaştırıldığında TSE'nin üç dozunun sırasıyla %80.0, %87.7 %90.4 ve pozitif kontroller, troloks ve askorbik asit'in %92.2 ve %55.0 oranında peroksit oluşumunu inhibe ettiği tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Bu sonuçlar ışığında TSE'nin üç dozunda antioksidant aktiviteye sahip olduğu ve doz artışına bağlı olarak antioksidant aktiviteninde arttığı hatta 10 mg/ml dozda çok güçlü bir antioksidant olan troloksa yakın bir değer aldığı söylenebilir.

Farklı bir antioksidant özellik göstergesi olan TSE'nin indirgeme gücü ise doza bağlı olarak  $0.417 \pm 0.014$ ,  $1.500 \pm 0.012$ ,  $2.371 \pm 0.002$  (ort. abs.) olduğu tespit edilmiştir.



**Şekil 6.** TSE'nin antioksidant aktivitesi. Sonuçlar, her 10 saatte bir paralel altı ölçümün ortalaması olarak verilmiştir.

Tarçının (*Cinnamon*)'nın etanol-su ekstraktı (TESE): TESE'nin total antioksidant aktivitesi (TAA), toplam fenolik bileşik (TFB) miktarı ve indirgeme gücü (İG) belirlenerek sonuçlar Tablo 3 ve Şekil 7'de gösterilmiştir. TAA'ya ait sonuçlar, pozitif kontroller (troloks ve askorbik asit) ile mukayese edilerek verilmiştir.

Her 10 saatte bir alınan ölçümleri içeren Şekil 10'da ki veriler esas alınarak 40. saatte en yüksek seviyeye çıkan peroksit oluşumu esnasında ölçülen TAA'lar Tablo 3'de sunuldu. Tablo 3 ve Şekil 7'den görülebileceği üzere TESE'nin üç dozu, troloks ve askorbik asidin total antioksidant aktivitesi sırasıyla  $0.654 \pm 0.005$ ,  $0.321 \pm 0.002$ ,  $0.183 \pm 0.001$ ,  $0.109 \pm 0.001$  ve  $0.413 \pm 0.008$  olarak tespit edilmiştir. Tablo 3'e göre, kontrolle karşılaştırıldığında TESE'nin üç dozunun sırasıyla %43.4, %72.2, %84.1 ve pozitif kontroller troloks ve askorbik asit'in ise %90.6 ve %64.3 oranında peroksit oluşumunu inhibe ettiği tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Bu sonuçlar ışığında TESE'nin üç dozunda antioksidant aktiviteye sahip olduğu ve doz artışına bağlı olarak antioksidant aktiviteninde arttığı hatta 10 mg/ml dozda çok güçlü bir antioksidant olan troloksa yakın bir antioksidant özellik göstermiştir.

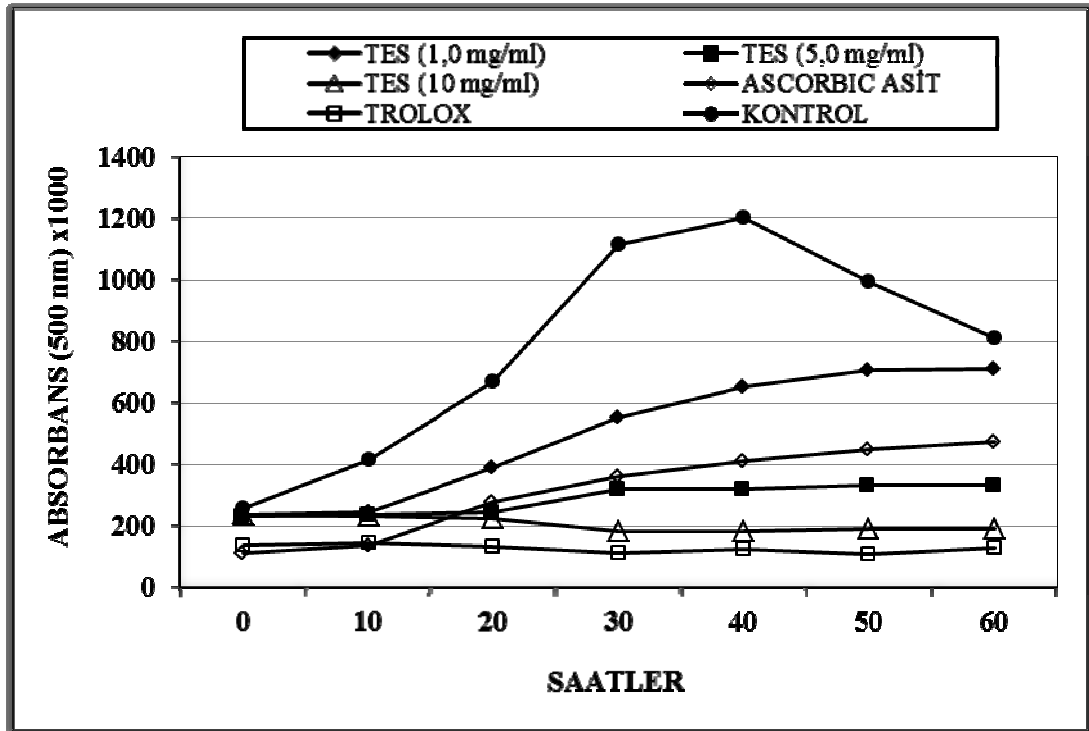
Farklı bir antioksidant özellik göstergesi olan TESE'nin indirgeme gücü ise doza bağlı olarak  $0.391 \pm 0.003$ ,  $1.305 \pm 0.002$ ,  $2.193 \pm 0.001$  (ort. abs.) olduğu tespit edilmiştir. Bitki ekstraktlarının genellikle antioksidant özelliğinden içerdikleri fenolik maddeler sorumludur. Bu nedenle TESE ekstraktının toplam fenolik madde içeriği tespit edilmiş ve fenolik madde içeriğinin  $0.555 \pm 0.02$ ,  $1.293 \pm 0.001$ ,  $1.944 \pm 0.09$  GAE/g liyofilizat'a tekabül ettiği bulunmuştur (Tablo 3). Bu sonuç bize TESE'nin antioksidant özelliğinin genellikle içerdiği yüksek fenolik madde içeriğinden kaynaklandığını göstermektedir.

**Tablo 3.** Tarçının etanol-su ekstraktının (TESE) total antioksidant aktivitesinin, indirgeme

Örnekler	Doz (mg/ml)	Total antioksidant aktivite		İndirgeme gücü Ort. Absorbans (700 nm)	Fenolik bileşik miktarı (mg GAE/g liyofilizat)
		Ort. Absorbans (60. saat, 500 nm)	% İnhibisyon		
TESE	1	0.654±0.005d	43.4	0.391±0.003a	0.555±0.001a
	5	0.321±0.002c	72.2	1.305±0.002b	1.293±0.001b
	10	0.183±0.001a	84.1	2.194±0.001c	1.944±0.009c
C vitamini	1	0.413±0.008e	64.3	—	—
Troloks	1	0.109±0.001c	90.6	—	—
Kontrol (su)	—	1.160±0.014f	—	—	—

gücünün ve fenolik bileşik miktarının karşılaştırılması.

Sonuçlar, paralel altı ölçümün ortalaması ( $p < 0.05 \pm$  standart hata) olarak verilmiştir. Aynı harfe sahip olan değerler Duncan testine göre istatistiksel açıdan farklıdır ( $\alpha = 0,05$ ).



**Şekil 7.** TESE'nin antioksidant aktivitesi. Sonuçlar, her 10 saatte bir paralel altı ölçümün ortalaması olarak verilmiştir.

Tarçının (*Cinnamon*)'nin metanol ekstraktı (TME):TME'nin total antioksidant aktivitesi (TAA), toplam fenolik bileşik (TFB) miktarı ve indirgeme gücü (İG) belirlenerek sonuçlar Tablo 4 ve Şekil 8'de gösterilmiştir. TAA'ya ait sonuçlar, pozitif kontroller (troloks ve askorbik asit) ile mukayese edilerek verilmiştir.

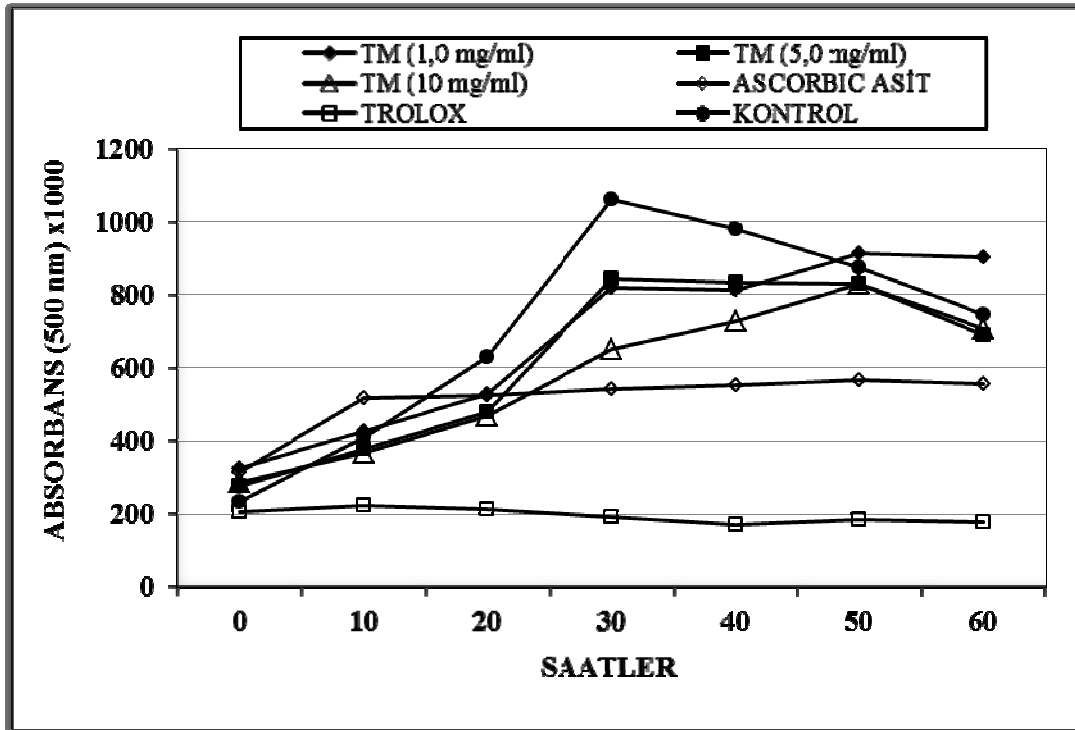
Her 10 saatte bir alınan ölçümleri içeren Şekil 8'de ki veriler esas alınarak 50. saatte en yüksek seviyeye çıkan peroksit oluşumu esnasında ölçülen TAA'lar Tablo 4'de sunuldu. Tablo 4 ve Şekil 8'ten görülebileceği gibi TME'nin üç dozu, troloks ve askorbik asidin total antioksidant aktivitesi sırasıyla  $0.913\pm 0.001$ ,  $0.830\pm 0.003$ ,  $0.831\pm 0.003$ ,  $0.184\pm 0.003$  ve  $0.570\pm 0.006$  olarak tespit edilmiştir. Tablo 4'e göre, kontrolle karşılaştırıldığında TME'nin üç dozunun sırasıyla %45.4, %50.4, %50.3 ve pozitif kontroller troloks ve askorbik asit'in ise %89.0 ve %66.0 oranında peroksit oluşumunu inhibe ettiği tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Bu sonuçlar bize TME'nin üç dozunun da orta seviyede antioksidant aktiviteye sahip olduğu ve doz artışına bağlı olarak da antioksidant aktiviteninde arttığını göstermektedir.

Farklı bir antioksidant özellik göstergesi olan TME'nin indirgeme gücü ise  $0.079\pm 0.002$ ,  $0.125\pm 0.001$ ,  $0.151\pm 0.002$  (ort. abs.) olduğu tespit edilmiştir. Bitki ekstraktlarının genellikle antioksidant özelliğinden içerdikleri fenolik maddeler sorumlulmasından yola çıkarak TME ekstraktının toplam fenolik madde içeriği tespit edilmiş ve fenolik madde içeriğinin  $0.252\pm 0.008$ ,  $0.351\pm 0.001$ ,  $0.650\pm 0.006$  GAE/g liyofilizat'a tekabül ettiği bulunmuştur (Tablo 4). Bu sonuç bize TME'nin antioksidant özelliğinin genellikle içerdiği yüksek fenolik madde içeriğinden kaynaklandığını göstermektedir.

**Tablo 4.** Tarçının metanol ekstraktı (TME)'nin total antioksidant aktivitesinin, indirgeme gücünün ve fenolik bileşik miktarının karşılaştırılması.

Örnekler	Doz (mg/ml)	Total antioksidant aktivite		İndirgeme gücü Ort. Absorbans (700 nm)	Fenolik bileşik miktarı (mg GAE/g liyofilizat)
		Ort. Absorbans (60. saat, 500 nm)	% İnhibisyon		
TME	1	0.913±0.001f	45.4	0.079±0.002a	0.252±0.008a
	5	0.830±0.003e	50.4	0.125±0.001b	0.351±0.001b
	10	0.831±0.003d	50.3	0.151±0.002c	0.650±0.006c
C vitamini	1	0.570±0.006e	66.0	—	—
Troloks	1	0.184±0.003b,c	89.0	—	—
Kontrol (su)	—	1.671±0.001d	—	—	—

Sonuçlar, paralel altı ölçümün ortalaması ( $p < 0.05$  ± standart hata) olarak verilmiştir. Aynı harflere sahip olan değerler Duncan testine göre istatistiksel açıdan farksızdır ( $\alpha = 0,05$ ).



**Şekil 8.** TME'nin antioksidant aktivitesi. Sonuçlar, her 10 saatte bir paralel altı ölçümün ortalaması olarak verilmiştir.



Tarçının (*Cinnamon*)'nin kloroform ekstraktı (TKE):TKE'nin total antioksidant aktivitesi (TAA), toplam fenolik bileşik (TFB) miktarı ve indirgeme gücü (İG) belirlenerek sonuçlar Tablo 5 ve Şekil 9'da gösterilmiştir. TAA'ya ait sonuçlar, pozitif kontroller (troloks ve askorbik asit) ile mukayese edilerek verilmiştir.

Her 10 saatte bir alınan ölçümleri içeren Şekil 9'da ki veriler esas alınarak 60. saatte en yüksek seviyeye çıkan peroksit oluşumu esnasında ölçülen TAA'lar Tablo 5'de sunuldu. Tablo 5 ve Şekil 9'dan görülebileceği gibi TKE'nin üç dozu, troloks ve askorbik asidin total antioksidant aktivitesi sırasıyla  $1.268 \pm 0.005$ ,  $0.988 \pm 0.002$ ,  $0.995 \pm 0.005$ ,  $0.308 \pm 0.006$  ve  $0.631 \pm 0.01$  olarak tespit edilmiştir. Tablo 5'e göre, kontrolle karşılaştırıldığında TKE'nin üç dozunun sırasıyla %26.7, %42.9, %42.5 ve pozitif kontroller, troloks ve askorbik asit'in %82.2 ve %63.6 oranında peroksit oluşumunu inhibe ettiği tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Bu sonuçlar ışığında TKE'nin üç dozunda orta seviyede antioksidant aktiviteye sahip olduğu ve doz artışına bağlı olarak antioksidant aktiviteninde arttığı hatta 10 mg/ml dozda diğerlerine göre biraz daha güçlü bir antioksidant olduğu söylenebilir.

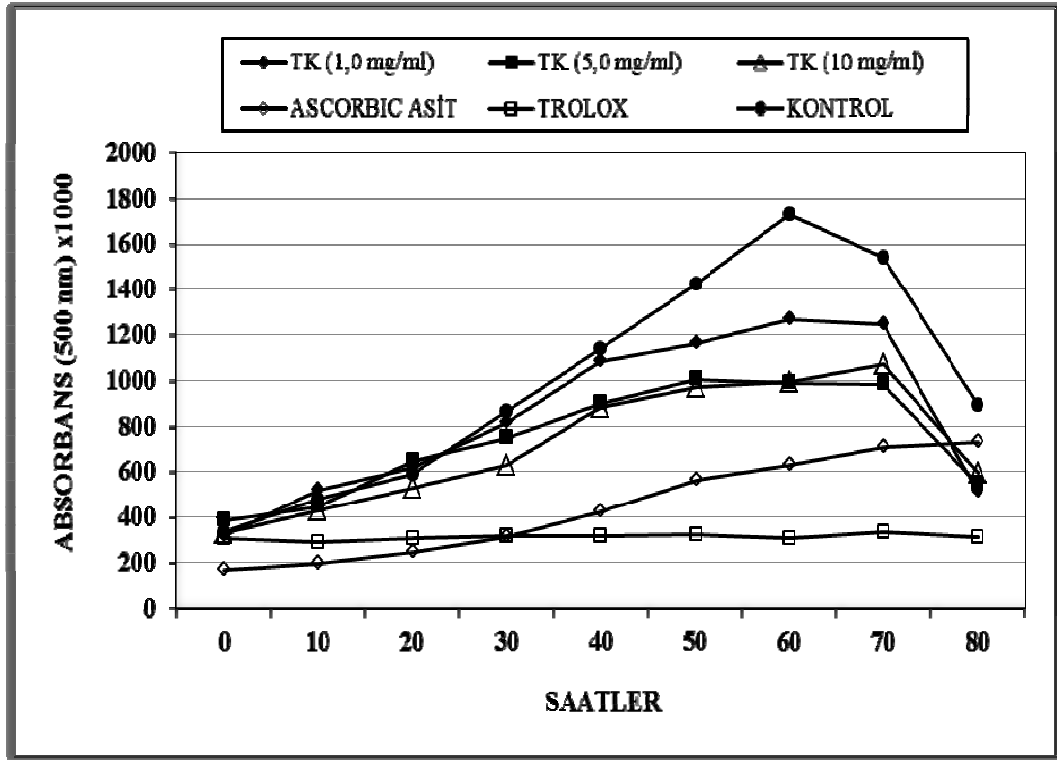
Farklı bir antioksidant özellik göstergesi olan TKE'nin indirgeme gücü ise doza bağlı olarak  $0.089 \pm 0.008$ ,  $0.102 \pm 0.009$ ,  $0.142 \pm 0.008$  (ort. abs.) olduğu tespit edilmiştir. Bitki ekstraktlarının antioksidant özelliklerinde genellikle içerdikleri fenolik maddeler sorumludur. Bu nedenle TKE ekstraktının toplam fenolik madde içeriği tespit edilmiş ve fenolik madde içeriğinin  $0.250 \pm 0.005$ ,  $0.352 \pm 0.001$ ,  $0.501 \pm 0.002$  GAE/g liyofilizat'a tekabül ettiği bulunmuştur (Tablo 2). Bu sonuç bize TKE'nin antioksidant özelliğinin genellikle içerdiği yüksek fenolik madde içeriğinden kaynaklandığını göstermektedir.

**Tablo 5.** Tarçının kloroform ekstraktının (TKE) total antioksidant aktivitesinin,

Örnekler	Doz (mg/ml)	Total antioksidant aktivite		İndirgeme gücü Ort. Absorbans (700 nm)	Fenolik bileşik miktar (mg GAE/g liyofilizat)
		Ort. Absorbans (60. saat, 500 nm)	% İnhibisyon		
TKE	1	1.268±0.005h	26.7	0.089±0.008a	0.250±0.005a
	5	0.988±0.002f	42.9	0.102±0.009a	0.352±0.001b
	10	0.995±0.005g	42.5	0.142±0.008b	0.501±0.002c
C vitamini	1	0.631±0.01g	63.6	—	—
Troloks	1	0.308±0.006b,c	82.2	—	—
Kontrol (su)	—	1.731±0.003h	—	—	—

indirgeme gücünün ve fenolik bileşik miktarının karşılaştırılması.

Sonuçlar, paralel altı ölçümün ortalaması ( $p < 0.05 \pm$  standart hata) olarak verilmiştir. Aynı harfe sahip olan değerler Duncan testine göre istatistiksel açıdan farksızdır ( $\alpha = 0,05$ ).



**Şekil 9.** TKE'nin antioksidant aktivitesi. Sonuçlar, her 10 saatte bir paralel altı ölçümün ortalaması olarak verilmiştir.

#### 4.2. Kimyonun (*Cuminum cyminum*) antioksidant özellikleri:

Kimyon'un(*Cuminum cyminum*) su ekstraktı (KSE):KSE'nin total antioksidant aktivitesi (TAA), toplam fenolik bileşik (TFB) miktarı ve indirgeme gücü (İG) belirlenerek sonuçlar Tablo 6 ve Şekil 10'da gösterilmiştir. TAA'ya ait sonuçlar, pozitif kontroller (troloks ve askorbik asit) ile mukayese edilerek verilmiştir.

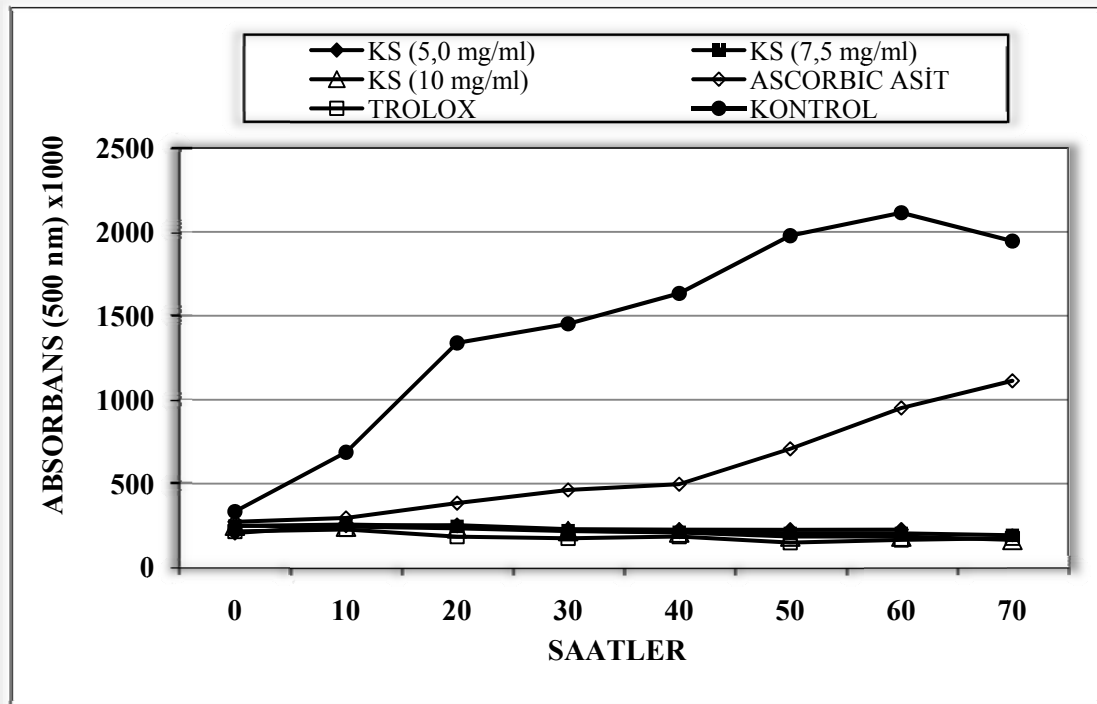
Her 10 saatte bir alınan ölçümleri içeren Şekil 10'da ki veriler esas alınarak 60. saatte en yüksek seviyeye çıkan peroksit oluşumu esnasında ölçülen TAA'lar Tablo 6'da sunuldu. Tablo 6 ve Şekil 10'dan görülebileceği gibi KSE'nin üç dozu, troloks ve askorbik asidin total antioksidant aktivitesi sırasıyla  $0.226\pm 0.001$ ,  $0.203\pm 0.003$ ,  $0.184\pm 0.002$ ,  $0.165\pm 0.002$  ve  $0.951\pm 0.001$  olarak tespit edilmiştir. Tablo 6'e göre, kontrolle karşılaştırıldığında KSE'nin üç dozunun sırasıyla %89.3, %90.4, %91.3 ve pozitif kontroller troloks ve askorbik asit'in ise %92.2 ve %50.0 oranında peroksit oluşumunu inhibe ettiği tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Bu sonuçlar ışığında KSE'nin üç dozunda antioksidant aktiviteye sahip olduğu ve doz artışına bağlı olarak antioksidant aktiviteninde arttığı söylenebilir.

Farklı bir antioksidant özellik göstergesi olan KSE'nin indirgeme gücü ise  $0.499\pm 0.002$ ,  $0.948\pm 0.003$ ,  $1.667\pm 0.001$  (ort. abs.) olduğu tespit edilmiştir. Bitki ekstraktlarının genellikle antioksidant özelliğinden içerdikleri fenolik maddeler sorumludur. Bu nedenle KSE ekstraktının toplam fenolik madde içeriği tespit edilmiş ve fenolik madde içeriğinin  $0.652\pm 0.001$ ,  $0.979\pm 0.001$ ,  $1.509\pm 0.002$  GAE/g liyofilizat'a tekabül ettiği bulunmuştur (Tablo 6). Bu sonuç bize KSE'nin antioksidant özelliğinin genellikle içerdiği yüksek fenolik madde içeriğinden kaynaklanabileceğini göstermektedir.

**Tablo 6.** Kimyonun su ekstraktının (KSE) total antioksidant aktivitesinin, indirgeme gücünün ve fenolik bileşik miktarının karşılaştırılması.

Örnekler	Doz (mg/ml)	Total antioksidant aktivite		İndirgeme gücü Ort. Absorbans (700 nm)	Fenolik bileşik miktarı (mg GAE/g liyofilizat)
		Ort. Absorbans (60. saat, 500 nm)	% İnhibisyon		
KSE	5	0.226±0.001b	89.3	0.499±0.002a	0.652±0.001a
	7.5	0.203±0.003b	90.4	0.948±0.003b	0.979±0.001b
	10	0.184±0.002b	91.3	1.667±0.001c	1.509±0.002c
C vitamini	1	0.951±0.001 g	50.0	—	—
Troloks	1	0.165±0.002b	92.2	—	—
Kontrol (su)	—	2.114±0.001e	—	—	—

Sonuçlar, paralel altı ölçümün ortalaması ( $p < 0.05 \pm$  standart hata) olarak verilmiştir. Aynı harfe sahip olan değerler Duncan testine göre istatistiksel açıdan farklıdır ( $\alpha = 0,05$ ).



**Şekil 10.** KSE'nin antioksidant aktivitesi. Sonuçlar, her 10 saatte bir paralel üç ölçümün ortalaması olarak verilmiştir.

Kimyon'un (*Cuminum cyminum*) etanol-su ekstraktı (KESE): KESE'nin total antioksidant aktivitesi (TAA), toplam fenolik bileşik (TFB) miktarı ve indirgeme gücü (İG) belirlenerek sonuçlar Tablo 7 ve Şekil 11'de gösterilmiştir. TAA'ya ait sonuçlar, pozitif kontroller (troloks ve askorbik asit) ile mukayese edilerek verilmiştir.

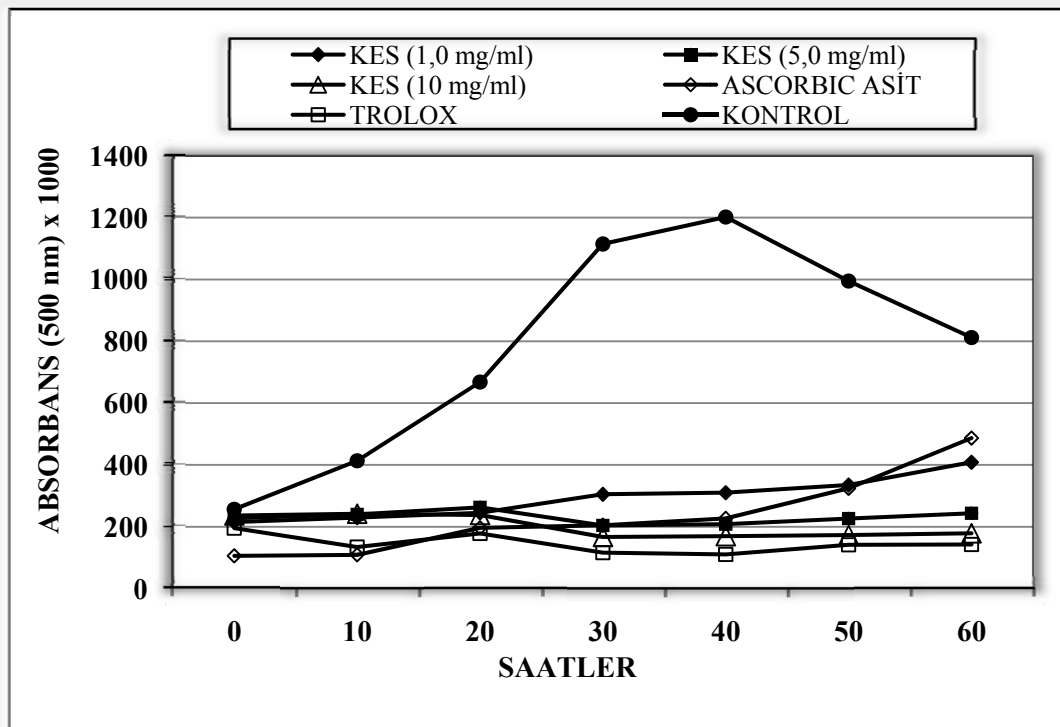
Her 10 saatte bir alınan ölçümleri içeren Şekil 11'de ki veriler esas alınarak 40. saatte en yüksek seviyeye çıkan peroksit oluşumu esnasında ölçülen TAA'lar Tablo 7'da sunuldu. Tablo 7 ve Şekil 11'ten görülebileceği gibi KESE'nin üç dozu, troloks ve askorbik asidin total antioksidant aktivitesi sırasıyla  $0.310 \pm 0.002$ ,  $0.208 \pm 0.002$ ,  $0.170 \pm 0.002$ ,  $0.111 \pm 0.002$  ve  $0.227 \pm 0.003$  olarak tespit edilmiştir. Tablo 7'ye göre, kontrolle karşılaştırıldığında KESE'nin üç dozunun sırasıyla %74.2, %82.7, %85.9 ve pozitif kontroller troloks ve askorbik asit'in ise %90.1 ve %81.1 oranında peroksit oluşumunu inhibe ettiği tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Bu sonuçlar açıkça KESE'nin üç dozunda antioksidant aktiviteye sahip olduğu ve doz artışına bağlı olarak antioksidant aktivitenin de arttığını göstermektedir.

Farklı bir antioksidant özellik göstergesi olan KESE'nin indirgeme gücü ise doza bağlı olarak  $0.224 \pm 0.001$ ,  $0.673 \pm 0.001$ ,  $1.023 \pm 0.001$  (ort. abs.) olduğu tespit edilmiştir. Bitki ekstraktlarının genellikle antioksidant özelliğinden içerdikleri fenolik maddelerin sorumlu olduğundan yola çıkılarak KESE ekstraktının toplam fenolik madde içeriği tespit edilmiş ve fenolik madde içeriğinin  $0.699 \pm 0.008$ ,  $1.401 \pm 0.009$ ,  $2.316 \pm 0.004$  GAE/g liyofilizat'a tekabül ettiği bulunmuştur (Tablo 7). Bu sonuç bize KESE'nin antioksidant özelliğinin genellikle içerdiği yüksek fenolik madde içeriğinden kaynaklanabileceğini göstermektedir.

**Tablo 7.** Kimyonun etanol-su ekstraktının (KESE) total antioksidant aktivitesinin, indirgeme gücünün ve fenolik bileşik miktarının karşılaştırılması.

Örnekler	Doz (mg/ml)	Total antioksidant aktivite		İndirgeme gücü Ort. Absorbans (700 nm)	Fenolik bileşik miktarı (mg GAE/g liyofilizat)
		Ort. Absorbans (40. saat, 500 nm)	% İnhibisyon		
KESE	1	0.310±0.002d	74.2	0.243±0.001a	0.699±0.008a
	5	0.208±0.002a	82.7	0.673±0.001b	1.401±0.009b
	10	0.170±0.002a,b	85.9	1.023±0.001c	2.316±0.004c
C vitamini	1	0.227±0.003c	81.1	—	—
Troloks	1	0.111±0.002a	90.1	—	—
Kontrol (su)	—	1.201±0.001g	—	—	—

Sonuçlar, paralel altı ölçümün ortalaması ( $p < 0.05 \pm$  standart hata) olarak verilmiştir. Aynı harfe sahip olan değerler Duncan testine göre istatistiksel açıdan farksızdır ( $\alpha = 0,05$ ).



**Şekil 11.** KESE'nin antioksidant aktiviteleri. Sonuçlar, her 10 saatte bir paralel altı ölçümün ortalaması olarak verilmiştir.

Kimyon'un(*Cuminum cyminum*)metanol ekstraktı (KME):KME'nin total antioksidant aktivitesi (TAA), toplam fenolik bileşik (TFB) miktarı ve indirgeme gücü (İG) belirlenerek sonuçlar Tablo 8 ve Şekil 12'de gösterilmiştir. TAA'ya ait sonuçlar, pozitif kontroller (troloks ve askorbik asit) ile mukayese edilerek verilmiştir.

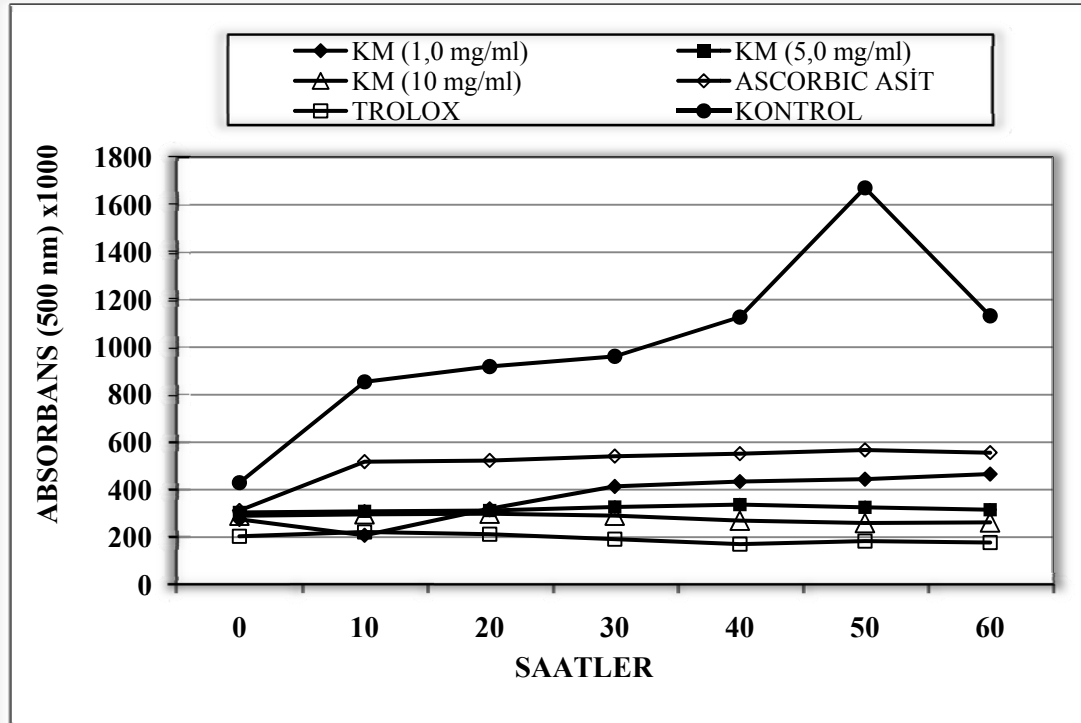
Her 10 saatte bir alınan ölçümleri içeren Şekil 12'de ki veriler esas alınarak 50. saatte en yüksek seviyeye çıkan peroksit oluşumu esnasında ölçülen TAA'lar Tablo 8'de sunuldu. Tablo 8 ve Şekil 12'ten görülebileceği gibi KME'nin üç dozu, troloks ve askorbik asidin total antioksidant aktivitesi sırasıyla  $0.444\pm 0.005$ ,  $0.326\pm 0.003$ ,  $0.260\pm 0.002$ ,  $0.184\pm 0.003$  ve  $0.568\pm 0.006$  olarak tespit edilmiştir. Tablo 8'e göre, negatif kontrole karşılaştırıldığında KME'nin üç dozunun sırasıyla %73.4, %80.5, %84.5 ve pozitif kontroller, troloks ve askorbik asit'in ise sırasıyla %90.0 ve %66.0 oranında peroksit oluşumunu inhibe ettiği tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Bu sonuçlar ışığında KME'nin üç dozunda antioksidant aktiviteye sahip olduğu ve doz artışına bağlı olarak antioksidant aktiviteninde arttığı hatta 10 mg/ml dozda çok daha güçlü bir antioksidant özellik sergilediği söylenebilir.

Farklı bir antioksidant özellik göstergesi olan KME'nin indirgeme gücü ise doza bağlı olarak  $0.273\pm 0.005$ ,  $0.306\pm 0.002$ ,  $0.384\pm 0.002$ (ort. Abs.) olduğu tespit edilmiştir. Bitki ekstraktlarının genellikle antioksidant özelliğinden içerdikleri fenolik maddeler sorumludur. Bu nedenle KME ekstraktının toplam fenolik madde içeriği tespit edilmiş ve fenolik madde içeriğinin  $0.421\pm 0.009$ ,  $0.680\pm 0.001$ ,  $0.850\pm 0.005$  GAE/g liyofilizat'a tekabül ettiği bulunmuştur (Tablo 7). Bu sonuç bize KME'nin antioksidant özelliğinin de genellikle içerdiği yüksek fenolik madde içeriğinden kaynaklanabileceğini göstermektedir.

**Tablo 8.** Kimyonunmetanol ekstraktının (KME) total antioksidant aktivitesinin, indirgeme gücünün ve fenolik bileşik miktarının karşılaştırılması.

Örnekler	Doz (mg/ml)	Total antioksidant aktivite		İndirgeme gücü Ort. Absorbans (700 nm)	Fenolik bileşik miktarı (mg GAE/g liyofilizat)
		Ort. Absorbans (50. saat, 500 nm)	% İnhibisyon		
KME	1	0.444±0.005d	73.4	0.273±0.005a	0.421±0.009a
	5	0.326±0.003c,d	80.5	0.306±0.002b	0.680±0.001b
	10	0.260±0.002a	84.5	0.384±0.002c	0.850±0.005c
C vitamini	1	0.568±0.006e	66.0	—	—
Troloks	1	0.184±0.003b,c	90.0	—	—
Kontrol (su)	—	1.671±0.001d	—	—	—

Sonuçlar, paralel altı ölçümün ortalaması ( $p < 0.05 \pm$  standart hata) olarak verilmiştir. Aynı harfe sahip olan değerler Duncan testine göre istatistiksel açıdan farklıdır ( $\alpha = 0,05$ ).



**Şekil 12.** KME'nin antioksidant aktiviteleri. Sonuçlar, her 10 saatte bir paralel altı ölçümün ortalaması olarak verilmiştir.



Kimyon'un(*Cuminum cyminum*)kloroform ekstraktı (KKE):KKE'nin total antioksidant aktivitesi (TAA), toplam fenolik bileşik (TFB) miktarı ve indirgeme gücü (İG) belirlenerek sonuçlar Tablo 9 ve Şekil 13'de gösterilmiştir. TAA'ya ait sonuçlar, pozitif kontroller (troloks ve askorbik asit) ile mukayese edilerek verilmiştir.

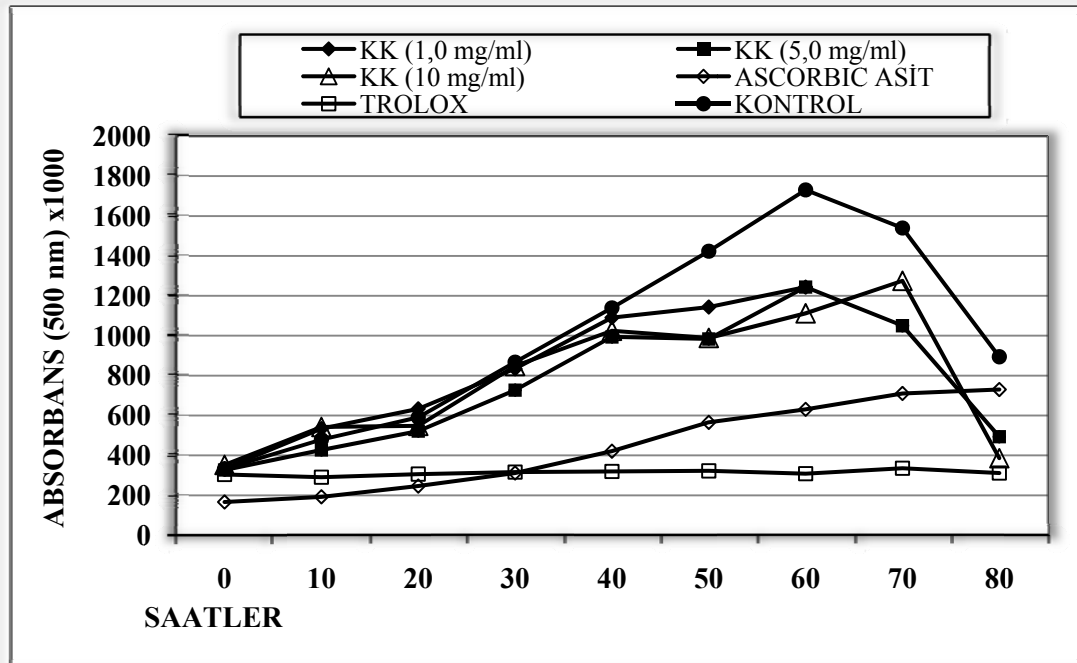
Her 10 saatte bir alınan ölçümleri içeren Şekil 13'de ki veriler esas alınarak 60. saatte en yüksek seviyeye çıkan peroksit oluşumu esnasında ölçülen TAA'lar Tablo 9'de sunuldu. Tablo 9 ve Şekil 13'den görülebileceği gibi KKE'nin üç dozu, troloks ve askorbik asidin total antioksidant aktivitesi sırasıyla  $1.244\pm 0.003$ ,  $1.244\pm 0.003$ ,  $1.112\pm 0.003$ ,  $0.308\pm 0.006$  ve  $0.631\pm 0.001$  olarak tespit edilmiştir. Tablo 9'ye göre, kontrolle karşılaştırıldığında KKE'nin üç dozunun sırasıyla %73.4, %80.5, %84.5 ve pozitif kontroller, troloks ve askorbik asit'in %82.2 ve %63.6 oranında peroksit oluşumunu inhibe ettiği tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Bu sonuçlar ışığında KKE'nin üç dozunda antioksidant aktiviteye sahip olduğu ve doz artışına bağlı olarak antioksidant aktiviteninde arttığı hatta 10 mg/ml dozda çok güçlü bir antioksidant olan troloksa yakın bir değer aldığı söylenebilir.

Farklı bir antioksidant özellik göstergesi olan KKE'nin indirgeme gücü ise doza bağlı olarak  $0.129\pm 0.008$ ,  $0.152\pm 0.003$ ,  $0.132\pm 0.001$  (ort. abs.) olduğu tespit edilmiştir. Bitki ekstraktlarının antioksidant özelliklerinde genellikle içerdikleri fenolik maddeler sorumludur. Bu nedenle KKE ekstraktının toplam fenolik madde içeriği tespit edilmiş ve fenolik madde içeriğinin  $0.181\pm 0.001$ ,  $0.203\pm 0.008$ ,  $0.240\pm 0.005$  GAE/g liyofilizat'a tekabül ettiği bulunmuştur (Tablo 9). Bu sonuç bize KKE'nin antioksidant özelliğinin genellikle içerdiği yüksek fenolik madde içeriğinden kaynaklandığını göstermektedir.

**Tablo 9.** Kimyonunkloroform ekstraktının (KKE) total antioksidant aktivitesinin, indirgeme gücünün ve fenolik bileşik miktarının karşılaştırılması.

Örnekler	Doz (mg/ml)	Total antioksidant aktivite		İndirgeme gücü Ort. Absorbans (700 nm)	Fenolik bileşik miktarı (mg GAE/gliyofilizat)
		Ort. Absorbans (60. saat, 500 nm)	% İnhibisyon		
KKE	1	1.244±0.003 <sub>1</sub>	28.2	0.129±0.008 <sub>a</sub>	0.181±0.001 <sub>a</sub>
	5	1.244±0.003 <sub>1</sub>	28.2	0.152±0.003 <sub>a</sub>	0.203±0.008 <sub>b</sub>
	10	1.112±0.003 <sub>g</sub>	35.7	0.132±0.001 <sub>a</sub>	0.240±0.005 <sub>c</sub>
C vitamini	1	0.631±0.001 <sub>g</sub>	63.6	—	—
Troloks	1	0.308±0.006 <sub>b,c</sub>	82.2	—	—
Kontrol (su)	—	1.731±0.004 <sub>h</sub>	—	—	—

Sonuçlar, paralel altı ölçümün ortalaması ( $p < 0.05 \pm$  standart hata) olarak verilmiştir. Aynı harfe sahip olan değerler Duncan testine göre istatistiksel açıdan farklıdır ( $\alpha = 0,05$ ).



**Şekil 13.** KKE'nin antioksidant aktiviteleri. Sonuçlar, her 10 saatte bir paralel altı ölçümün ortalaması olarak verilmiştir.

### 4.3. Sumak'ın (*Sumac*) antioksidant özellikleri:

Sumağın (*Sumac*) su ekstraktı (SSE):SSE'nin total antioksidant aktivitesi (TAA), toplam fenolik bileşik (TFB) miktarı ve indirgeme gücü (İG) belirlenerek sonuçlar Tablo 10 ve Şekil 14'de gösterilmiştir. TAA'ya ait sonuçlar, pozitif kontroller (troloks ve askorbik asit) ile mukayese edilerek verilmiştir.

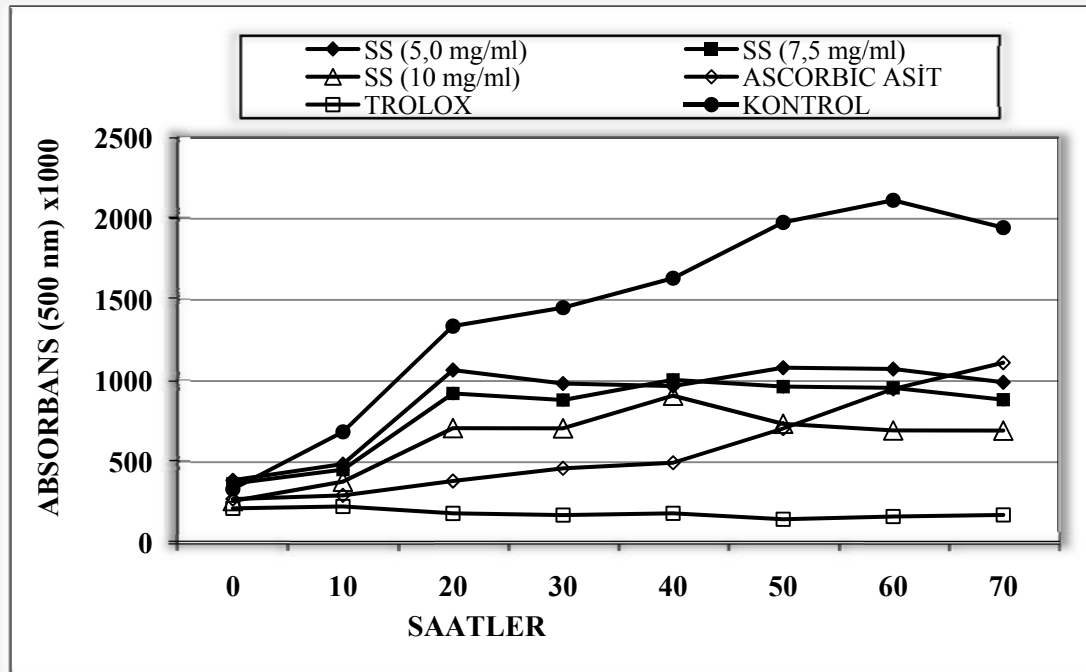
Her 10 saatte bir alınan ölçümleri içeren Şekil 14'de ki veriler esas alınarak 60. saatte en yüksek seviyeye çıkan peroksit oluşumu esnasında ölçülen TAA'lar Tablo 10'da sunuldu. Tablo 10 ve Şekil 14'ten görülebileceği gibi SSE'nin üç dozu, troloks ve askorbik asidin total antioksidant aktivitesi sırasıyla  $1.075 \pm 0.008$ ,  $0.958 \pm 0.006$ ,  $0.596 \pm 0.006$ ,  $0.165 \pm 0.002$  ve  $0.951 \pm 0.001$  olarak tespit edilmiştir. Tablo 10'a göre, negatif kontrolle mukayese edildiğinde SSE'nin üç dozunun sırasıyla %49.2 %54.7, %67.1 ve pozitif kontroller, troloks ve askorbik asit'in ise sırasıyla %92.2 ve %55.0 oranında peroksit oluşumunu inhibe ettiği tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Bu sonuçlar bize SSE'nin üç dozunda antioksidant aktiviteye sahip olduğu ve doz artışına bağlı olarak antioksidant aktivitesinde arttığını göstermektedir.

Farklı bir antioksidant özellik göstergesi olan SSE'nin indirgeme gücü ise doza bağlı olarak  $0.516 \pm 0.003$ ,  $0.992 \pm 0.001$ ,  $1.344 \pm 0.01$ (ort. abs.) olduğu tespit edilmiştir. Bitki ekstraktlarının genellikle antioksidant özelliğinden içerdikleri fenolik maddeler sorumludur. Bu bilgiden yola çıkarak SSE ekstraktının toplam fenolik madde içeriği tespit edilmiş ve fenolik madde içeriğinin  $0.844 \pm 0.001$ ,  $1.442 \pm 0.008$ ,  $2.203 \pm 0.009$  GAE/g liyofilizat'a tekabül ettiği bulunmuştur (Tablo 8). Bu sonuç bize SSE'nin antioksidant özelliğinin genellikle içerdiği yüksek fenolik madde içeriğinden kaynaklandığını göstermektedir.

**Tablo 10.** Sumaksu ekstraktının (SSE) total antioksidant aktivitesinin, indirgeme gücünün ve fenolik bileşik miktarının karşılaştırılması.

Örnekler	Doz (mg/ml)	Total antioksidant aktivite		İndirgeme gücü Ort. Absorbans (700 nm)	Fenolik bileşik miktarı (mg GAE/g liyofilizat)
		Ort. Absorbans (60. saat, 500 nm)	% İnhibisyon		
SSE	5	1.075±0.008e	49.2	0.516±0.003a	0.844±0.001a
	7.5	0.958±0.006f	54.7	0.992±0.001b	1.442±0.008b
	10	0.596±0.006d	67.1	1.344±0.01c	2.203±0.009c
C vitamini	1	0.951±0.001g	55.0	—	—
Troloks	1	0.165±0.002b	92.2	—	—
Kontrol (su)	—	2.114±0.001e	—	—	—

Sonuçlar, paralel altı ölçümün ortalaması ( $p < 0.05 \pm$  standart hata) olarak verilmiştir. Aynı harfe sahip olan değerler Duncan testine göre istatistiksel açıdan farklıdır ( $\alpha = 0,05$ ).



**Şekil 14.** SSE'nin antioksidant aktiviteleri. Sonuçlar, her 10 saatte bir paralel altı ölçümün ortalaması olarak verilmiştir.

Sumağın (Sumac) etanol-su ekstraktı (SESE): SESE'nin total antioksidant aktivitesi (TAA), toplam fenolik bileşik (TFB) miktarı ve indirgeme gücü (İG) belirlenerek sonuçlar Tablo 11 ve Şekil 15'de gösterilmiştir. TAA'ya ait sonuçlar, pozitif kontroller (troloks ve askorbik asit) ile mukayese edilerek verilmiştir.

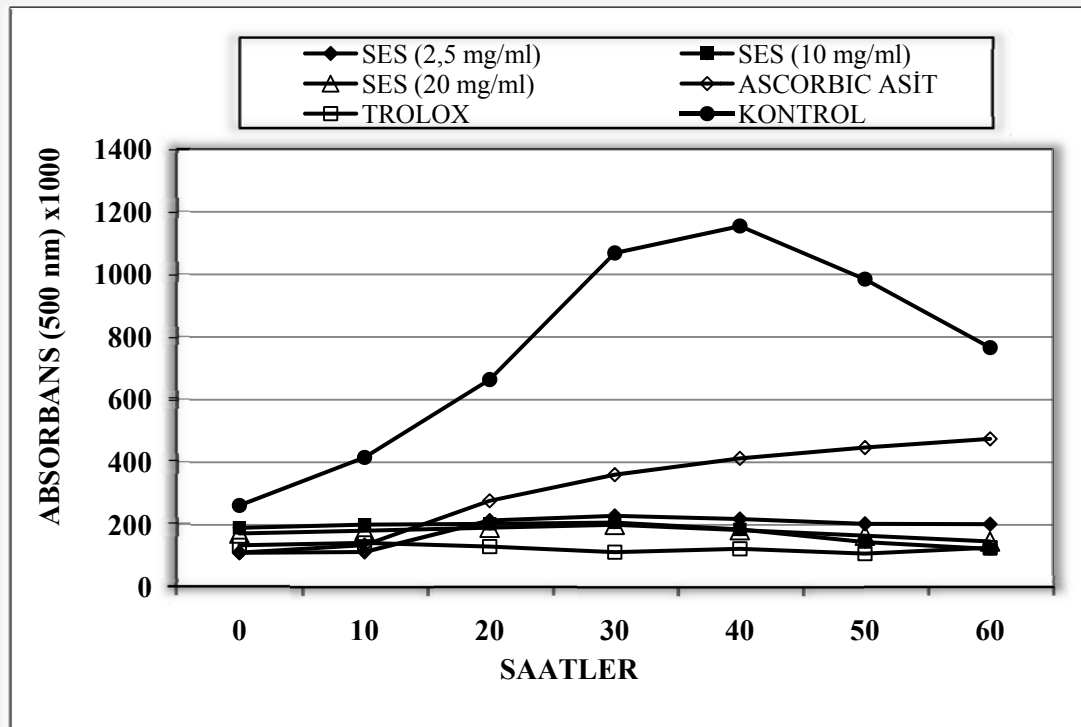
Her 10 saatte bir alınan ölçümleri içeren Şekil 15'de ki veriler esas alınarak 40. saatte en yüksek seviyeye çıkan peroksit oluşumu esnasında ölçülen TAA'lar Tablo 11'de sunuldu. Tablo 11 ve Şekil 15'den görülebileceği gibi SESE'nin üç dozu, troloks ve askorbik asidin total antioksidant aktivitesi sırasıyla  $0.219 \pm 0.003$ ,  $0.186 \pm 0.001$ ,  $0.183 \pm 0.001$ ,  $0.124 \pm 0.001$  ve  $0.300 \pm 0.001$  olarak tespit edilmiştir. Tablo 11'e göre, negatif kontrolle karşılaştırıldığında SESE'nin üç dozunun sırasıyla %82.6, %85.2, %85.4 ve pozitif kontroller troloks ve askorbik asit'in ise sırasıyla %90.1 ve %76.1 oranında peroksit oluşumunu inhibe ettiği tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Bu sonuçlar ışığında SESE'nin üç dozunda antioksidant aktiviteye sahip olduğu ve doz artışına bağlı olarak antioksidant aktivitesinde arttığı söylenebilir.

Farklı bir antioksidant özellik göstergesi olan SESE'nin indirgeme gücü ise doza bağlı olarak  $0.641 \pm 0.005$ ,  $1.741 \pm 0.008$ ,  $2.561 \pm 0.008$  (ort. abs.) olduğu tespit edilmiştir. Bitki ekstraktlarının genellikle antioksidant özelliğinden içerdikleri fenolik maddeler sorumludur. Bu nedenle SESE ekstraktının toplam fenolik madde içeriği tespit edilmiş ve fenolik madde içeriğinin  $1.403 \pm 0.003$ ,  $2.401 \pm 0.001$ ,  $2.733 \pm 0.001$  GAE/g liyofilizat'a tekabül ettiği bulunmuştur (Tablo 11). Bu sonuç bize SESE'nin antioksidant özelliğinin de genellikle içerdiği yüksek fenolik madde içeriğinden kaynaklanabileceğini göstermektedir.

**Tablo 11.** Sumağın etanol-su ekstraktının (SESE) total antioksidant aktivitesinin, indirgeme gücünün ve fenolik bileşik miktarının karşılaştırılması.

Örnekler	Doz (mg/ml)	Total antioksidant aktivite		İndirgeme gücü Ort. Absorbans (700 nm)	Fenolik bileşik miktarı (mg GAE/g liyofilizat)
		Ort. Absorbans (40. saat, 500 nm)	% İnhibisyon		
SESE	2.5	0.219±0.003d,e	82.6	0.641±0.005a	1.403±0.003a
	10	0.186±0.001e	85.2	1.741±0.008b	2.401±0.001b
	20	0.183±0.001d	85.4	2.561±0.008c	2.733±0.001c
C vitamini	1	0.300±0.001e	76.1	—	—
Troloks	1	0.124±0.001b	90.1	—	—
Kontrol (su)	—	1.255±0.01g	—	—	—

Sonuçlar, paralel altı ölçümün ortalaması ( $p < 0.05$  standart hata) olarak verilmiştir. Aynı harfe sahip olan değerler Duncan testine göre istatistiksel açıdan farklıdır ( $\alpha = 0,05$ ).



**Şekil 15.** SESE'nin antioksidant aktiviteleri. Sonuçlar, her 10 saatte bir paralel altı ölçümün ortalaması olarak verilmiştir.

Sumağın (*Sumac*)metanol ekstraktı (SME):SME'nin total antioksidant aktivitesi (TAA), toplam fenolik bileşik (TFB) miktarı ve indirgeme gücü (İG) belirlenerek sonuçlar Tablo 12 ve Şekil 16'da gösterilmiştir. TAA'ya ait sonuçlar, pozitif kontroller (troloks ve askorbik asit) ile mukayese edilerek verilmiştir.

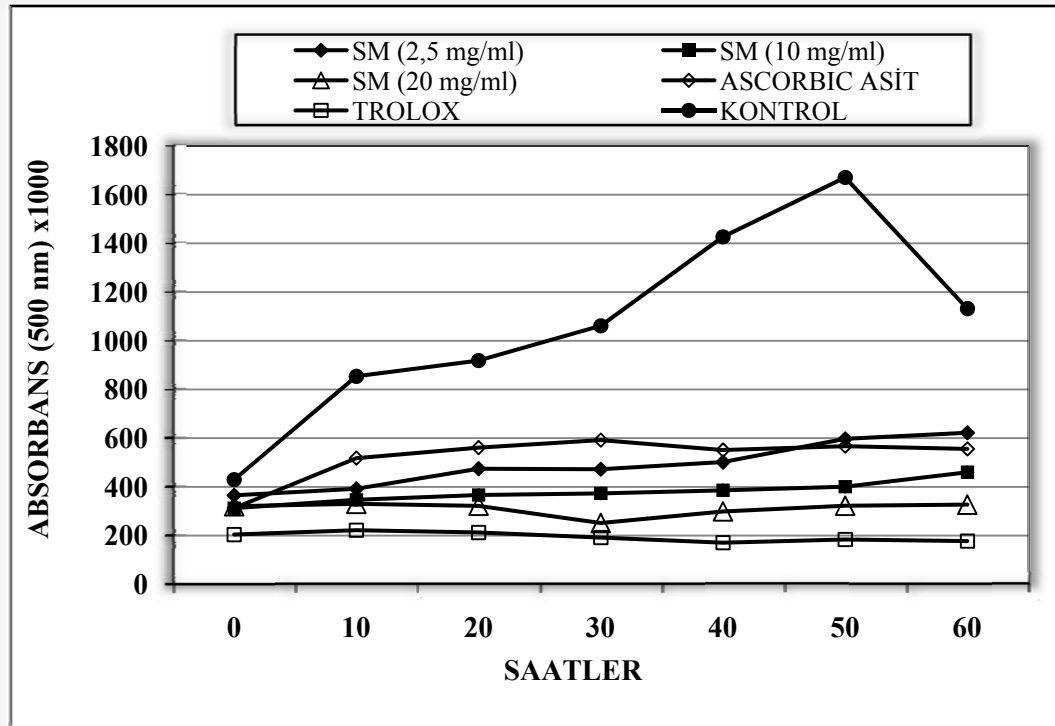
Her 10 saatte bir alınan ölçümleri içeren Şekil 16'da ki veriler esas alınarak 50. saatte en yüksek seviyeye çıkan peroksit oluşumu esnasında ölçülen TAA'lar Tablo 12'de sunuldu. Tablo 12 ve Şekil 16'dan görülebileceği gibi SME'nin üç dozu, troloks ve askorbik asidin total antioksidant aktivitesi sırasıyla  $0.598\pm 0.006$ ,  $0.410\pm 0.005$ ,  $0.323\pm 0.001$ ,  $0.194\pm 0.001$  ve  $0.566\pm 0.006$  olarak tespit edilmiştir. Tablo 12'ye göre, negatif kontrolle karşılaştırıldığında SME'nin üç dozunun sırasıyla %64.2, %76, %80.7 ve pozitif kontroller, troloks ve askorbik asit'in ise sırasıyla %88.4 ve %66.0 oranında peroksit oluşumunu inhibe ettiği tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Bu sonuçlar bize SME'nin üç dozunda çok yüksek antioksidant aktiviteye sahip olduğunu ve doz artışına bağlı olarakda antioksidant aktivitesinin arttığını ve hatta 10 mg/ml dozda troloks ile aynı oranda antioksidant aktiviteye sahip olduğunu göstermektedir.

Farklı bir antioksidant özellik göstergesi olan SME'nin indirgeme gücü ise doza bağlı olarak  $1.076\pm 0.001$ ,  $2.618\pm 0.009$ ,  $3.750\pm 0.002$  (ort. abs.) olduğu tespit edilmiştir. Bitki ekstraktlerinin genellikle antioksidant özelliğinden içerdikleri fenolik maddeler sorumludur. Bu nedenle SME ekstraktının toplam fenolik madde içeriği tespit edilmiş ve fenolik madde içeriğinin  $1.602\pm 0.001$ ,  $2.901\pm 0.005$ ,  $3.402\pm 0.008$  GAE/g liyofilizat'a tekabül ettiği bulunmuştur (Tablo 12). Bu sonuç bize SME'nin antioksidant özelliğinin de genellikle içerdiği yüksek fenolik madde içeriğinden kaynaklanabileceğini göstermektedir.

**Tablo 12.** Sumağın metanol ekstraktının (SME) total antioksidant aktivitesinin, indirgeme gücünün ve fenolik bileşik miktarının karşılaştırılması.

Örnekler	Doz (mg/ml)	Total antioksidant aktivite		İndirgeme gücü Ort. Absorbans (700 nm)	Fenolik bileşik miktarı (mg GAE/g liyofilizat)
		Ort. Absorbans (50. saat, 500 nm)	% İnhibisyon		
SME	2.5	0.598±0.006e	64.2	1.076±0.001a	1.602±0.001a
	10	0.410±0.005e	76.0	2.618±0.009b	2.901±0.005b
	20	0.323±0.001c	80.7	3.750±0.002c	3.402±0.008b
C vitamini	1	0.566±0.006e	66.0	—	—
Troloks	1	0.194±0.001c	88.4	—	—
Kontrol (su)	—	1.671±0.001d	—	—	—

Sonuçlar, paralel altı ölçümün ortalaması ( $p < 0.05 \pm$  standart hata) olarak verilmiştir. Aynı harfe sahip olan değerler Duncan testine göre istatistiksel açıdan farklıdır ( $\alpha = 0,05$ ).



**Şekil 16.** SME'nin antioksidant aktiviteleri. Sonuçlar, her 10 saatte bir paralel altı ölçümün ortalaması olarak verilmiştir.



Sumağın (Sumac) kloroform ekstraktı (SKE):SKE'nin total antioksidant aktivitesi (TAA), toplam fenolik bileşik (TFB) miktarı ve indirgeme gücü (İG) belirlenerek sonuçlar Tablo 13 ve Şekil 17'de gösterilmiştir. TAA'ya ait sonuçlar, pozitif kontroller (troloks ve askorbik asit) ile mukayese edilerek verilmiştir.

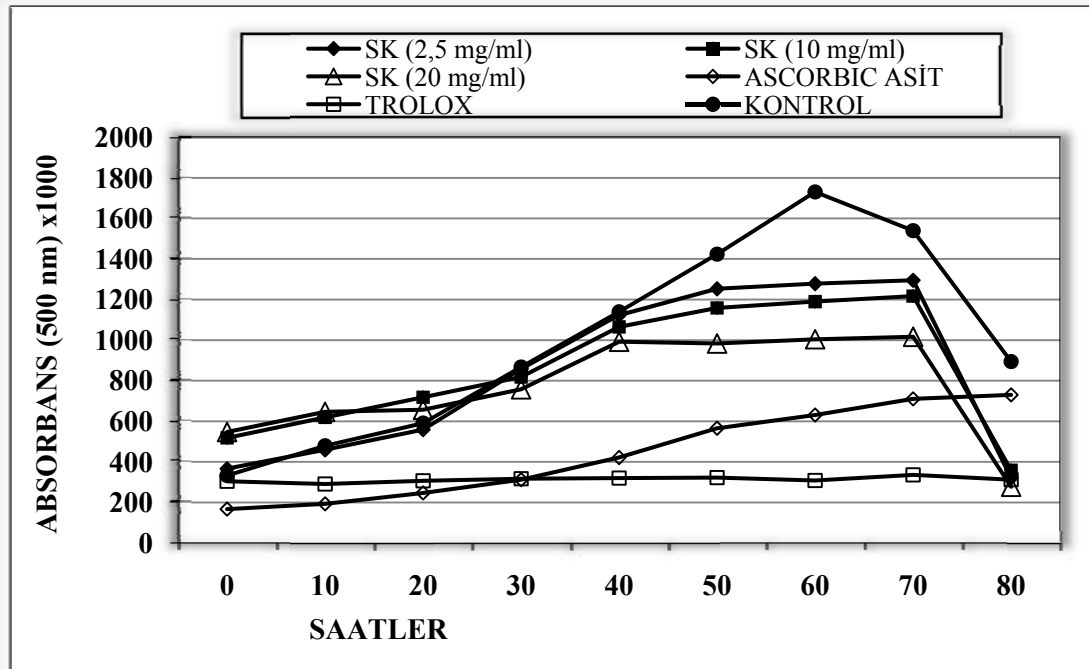
Her 10 saatte bir alınan ölçümleri içeren Şekil 17'de ki veriler esas alınarak 60. saatte en yüksek seviyeye çıkan peroksit oluşumu esnasında ölçülen TAA'lar Tablo 13'de sunuldu. Tablo 13 ve Şekil 17'den görülebileceği gibi SKE'nin üç dozu, troloks ve askorbik asidin total antioksidant aktivitesi sırasıyla  $1.279 \pm 0.002$ ,  $1.190 \pm 0.004$ ,  $1.004 \pm 0.003$ ,  $0.308 \pm 0.006$  ve  $0.631 \pm 0.001$  olarak tespit edilmiştir. Tablo 13'e göre, kontrolle karşılaştırıldığında SKE'nin üç dozunun sırasıyla %26.2, %31.3, %42.0 ve pozitif kontroller, troloks ve askorbik asit'in %82.2 ve %63.6 oranında peroksit oluşumunu inhibe ettiği tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Bu sonuçlar ışığında SKE'nin üç dozunda antioksidant aktiviteye sahip olduğu ve doz artışına bağlı olarak antioksidant aktiviteninde arttığı hatta 10 mg/ml dozda çok güçlü bir antioksidant olan troloksa yakın bir değer aldığı söylenebilir.

Farklı bir antioksidant özellik göstergesi olan SKE'nin indirgeme gücü ise doza bağlı olarak  $0.174 \pm 0.008$ ,  $0.184 \pm 0.009$ ,  $0.221 \pm 0.001$  (ort. abs.) olduğu tespit edilmiştir. Bitki ekstraktlarının antioksidant özelliklerinde genellikle içerdikleri fenolik maddeler sorumludur. Bu nedenle SKE ekstraktının toplam fenolik madde içeriği tespit edilmiş ve fenolik madde içeriğinin  $0.424 \pm 0.002$ ,  $0.531 \pm 0.001$ ,  $0.608 \pm 0.002$  GAE/g liyofilizat'a tekabül ettiği bulunmuştur (Tablo 13). Bu sonuç bize SKE'nin antioksidant özelliğinin genellikle içerdiği yüksek fenolik madde içeriğinden kaynaklandığını göstermektedir.

**Tablo 13.** Sumak kloroform ekstraktının (SKE) total antioksidant aktivitesinin, indirgeme gücünün ve fenolik bileşik miktarının karşılaştırılması.

Örnekler	Doz (mg/ml)	Total antioksidant aktivite		İndirgeme gücü Ort. Absorbans (700 nm)	Fenolik bileşik miktarı (mg GAE/g liyofilizat)
		Ort. Absorbans (60. saat, 500 nm)	% İnhibisyon		
SKE	2.5	1.279±0.002f	26.2	0.174±0.008a	0.424±0.002a
	10	1.190±0.004h	31.3	0.184±0.009a	0.531±0.001b
	20	1.004±0.003e,f	42.0	0.221±0.001b	0.608±0.002c
C vitamini	1	0.631±0.001g	63.6	—	—
Troloks	1	0.308±0.006b,c	82.2	—	—
Kontrol (su)	—	1.731±0.003h	—	—	—

Sonuçlar, paralel altı ölçümün ortalaması ( $p < 0.05$  ± standart hata) olarak verilmiştir. Aynı harfe sahip olan değerler Duncan testine göre istatistiksel açıdan farklıdır ( $\alpha = 0,05$ ).



**Şekil 17.** SKE'nin antioksidant aktiviteleri. Sonuçlar, her 10 saatte bir paralel altı ölçümün ortalaması olarak verilmiştir.

## 5. TARTIŞMA

Bitkiler yüzyıllardan beri tüm dünyada gıdaların tad ve aromasının artırılmasında<sup>115</sup>, gıdalarda istenmeyen kokuların giderilmesinde<sup>116</sup> ve hepsinden önemlisi de tedavi amaçlı olarak kullanılmıştır. Uzun yıllar geleneksel şekilde devam eden bu kullanım şekilleri, 20. yüzyılın başından itibaren değişime uğramış, gıdalara baharat olarak katılan ve tedavi amaçlı kullanılan bitkilerin çeşitli özellikleri laboratuvarlarda araştırılmaya başlanmıştır<sup>117, 118</sup>. Dünyada tedavi amaçlı ve baharat olarak kullanılan bitkilerin sayısının 20 000 civarında olduğu Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından rapor edilmiştir<sup>119</sup>. Gerek kimyasal katkı maddelerinin insan sağlığı üzerine çeşitli zararlarının ortaya çıkması, gerekse baharat niteliğindeki maddelerin faydalarını ortaya koyan çeşitli çalışmalara paralel olarak gıdalarda baharat kullanımı daha büyük önem kazanmıştır<sup>3, 4, 115, 116, 121, 122</sup>.

Bitki, sebze ve meyve tüketiminin pek çok hastalığın yanı sıra kanser ve kardiovasküler hastalıklara da yakalanma riskini azalttığı kaydedilmiştir<sup>1</sup>. Bu özelliğin bitki, sebze ve meyvelerde bulunan antioksidant maddelerden kaynaklandığına inanılmaktadır. Antioksidant maddeler besinlerin korunmasını artırırken depolanmış besinlerin bozulma süresini de uzatır. Bu yüzden çok sayıda antioksidant madde besin endüstrisinde ticari değeri yüksek olarak kullanılmaktadır<sup>9</sup>.

Antioksidantlar “serbest radikaller” olarak isimlendirilen maddelere karşı etki gösterir. Bu maddeler bir elektrona ihtiyaç duyarlar ve bu yüzden de yüksek derecede reaktiftirler. Onlar organizmalarda hücre membranındaki lipitler gibi kritik yapılardan ve organellerden elektron çalabilirler<sup>10, 11</sup> ve böylece elektronunu kaybetmiş bileşen serbest radikal olarak davranacak ve zincirleme bir reaksiyon başlayacaktır. Bunun devamında organizmada redoks dengesi bozulacaktır<sup>11</sup>. Kısaca, reaktif oksijen türleri ve metal iyonları (örneğin, Fe<sup>+++</sup>) gibi serbest radikallerin üretimi organizmanın

antioksidantları tarafından engellenmezse “oksidatif stres” olarak isimlendirilen anormal durum ortaya çıkacaktır. Oksidatif stresin hastalıkların büyük bir çoğunluğu ile ilişkili olduğu kabul edilmektedir<sup>45</sup>. Bu patolojik koşullarda yaygın olarak rastlanan bir mekanizma, polidoymamış yağ asitlerinin oksidasyona uğraması (lipit peroksidasyonu) dir<sup>132</sup>. İşte bu gibi patolojik durumların ortaya çıkmaması için antioksidantlar (radikal süpürücüler, redükleyici ajanlar, prooksidant metallerin potansiyel kompleksörleri, singlet oksijen söndürücüler gibi.) devreye girer ve organizmayı korur<sup>14, 15</sup>.

Antioksidant potansiyelin etkin belirlenmesinde en dikkat çekici parametrelerden birisi fenolik maddelerdir<sup>23</sup>. Fenolik maddelerin çeşide bağlı olarak antioksidant kapasiteyi değiştirebilmesine rağmen bir ekstraktın toplam fenolik içeriği ekstraktın antioksidant aktivitesi ile genellikle uyumluluk gösterir. Bu yüzden pek çok bitki ekstraktının antioksidant aktivitesinin ekstrakta bulunan fenolik maddelerden kaynaklandığı görüşü yaygın olarak kabul edilmiştir<sup>7, 36, 129, 131, 133, 134</sup>. Antioksidant maddeler hakkındaki diğer bir gerçekte sentetik antioksidantlar hakkındaki kuşkulara bağlı olarak doğal antioksidantların tercih edildiğidir<sup>22</sup>. Bugün insanlar ihtiyaçlarını karşılama hususunda doğal ürünleri tüketmek istemektedir. Bu yüzden bitkilerde bulunan antioksidantlar (doğal antioksidantlar) çok ilgi çekmektedir. Çok sayıda bitkinin yanısıra, literatürde baharat ekstraktlarının antioksidant etkilerinin incelendiği bazı araştırmalara da rastlanmıştır<sup>3- 5, 24, 26-34, 120-122</sup>.

Bu araştırmada ülkemizde kullanımı yaygın olan baharatlardan tarçın, kimyon ve sumak türleri antioksidant aktivite, fenolik bileşik miktarları ve indirgeme güçleri yönünden araştırıldı. Baharat örneklerinin her bir türü için su, etanol-su, metanol ve kloroform ekstraktları literatüre uygun yöntemler kullanılarak elde edildi ve her ekstrakt ayrı ayrı deneylere alınarak değerlendirildi.

Araştırmamızda tarçının her dört ekstraktının antioksidant etkiye sahip olduğu belirlendi. Su ekstraktında en yüksek, etanol-su ve metanol ekstraktlarında orta düzeyde, klorform ekstraktında ise en düşük aktivitenin olduğu belirlendi. Doza bağlı olarak sırasıyla su ekstraktı %80.0, 87.7 ve 90.4; etanol-su ekstraktı %43.4, 72.2 ve 84.1; metanol ekstraktı %45.4, 50.4 ve 50.3; kloroform ekstraktı % 26.7, 42.9, 42.5 oranında antioksidant etki gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 2, 3, 4, 5 ve Şekil 6, 7, 8, 9). Bu sonuçlardan anlaşılacağı üzere bu türün özellikle de su ekstraktı doza bağlı olarak yüksek düzeyde antioksidant aktiviteye sahiptir ve bu baharattan elde edilen ekstraktlar içerisinde antioksidant aktivite kloroform < metanol ≤ etanol-su < su şeklinde sıralanabilir. Fenolik bileşik miktarları su, etanol-su, metanol ve kloroform ekstraktlarında sırası ile  $0.746 \pm 0.008$ ,  $1.393 \pm 0.01$ ,  $1.790 \pm 0.03$ ;  $0.555 \pm 0.02$ ,  $1.293 \pm 0.001$ ,  $1.944 \pm 0.09$ ;  $0.252 \pm 0.008$ ,  $0.351 \pm 0.001$ ,  $0.650 \pm 0.006$  ve  $0.250 \pm 0.005$ ,  $0.352 \pm 0.001$ ,  $0.501 \pm 0.002$  olarak tespit edildi (Tablo 2, 3, 4, 5). Görüldüğü gibi tarçının su ve etanol-su ekstraktları toplam fenolik bileşik miktarı açısından oldukça zengindir ve en yüksek antioksidant potansiyelde bu ekstraktlar tarafından belirlenmiştir. Ekstraktlar arasındaki toplam fenolik bileşik miktarları sıralandığında ise; kloroform < metanol < etanol-su ≤ su ekstraktları şeklinde gösterilebilir. Fenolik bileşik miktarı ile antioksidant aktivite arasında paralellik vardır. Bunu için buradaki antioksidant aktivite fenolik bileşiklerden kaynaklanmaktadır. Diğer yandan indirgeme gücü su, etanol-su, metanol ve kloroform ekstraktları için sırasıyla  $0.417 \pm 0.014$ ,  $1.500 \pm 0.012$ ,  $2.371 \pm 0.002$ ;  $0.391 \pm 0.003$ ,  $1.305 \pm 0.002$ ,  $2.193 \pm 0.001$ ;  $0.079 \pm 0.002$ ,  $0.125 \pm 0.001$ ,  $0.151 \pm 0.002$ ;  $0.089 \pm 0.008$ ,  $0.102 \pm 0.009$ ,  $0.142 \pm 0.008$  olarak belirlenmiştir (Tablo 2, 3, 4, 5). Bu sonuçlar içerisinde ilginç olanı: metanol ekstraktlarının indirgeyici güç açısından çok az yetenekli olduğudur. Bunun anlamı şu şekilde izah edilebilir: Metanol

çözücüsü tarafından ekstrakte edilen bileşikler oldukça fazla olmasına rağmen, bunların indirgeme yetenekleri zayıf olabilir<sup>7, 134</sup>.

Bu sonuçlar bize antioksidant aktivitenin çok olduğu ekstraktlarda fenolik bileşiklerin miktarının da daha fazla olduğunu göstermektedir. İndirgeme gücü ile ilgili bulgularımız içerisinde en yüksek olan sonuç su ekstraktında görülebilir. Yüksek antioksidant aktivitenin tespit edildiği su ekstraktında belirlenen indirgeme gücü de diğer ekstraktlardan daha yüksek bulunmuştur. Yani antioksidant aktivite, fenolik bileşik miktarına, oda indirgeme gücüne sıkı sıkıya bağlıdır. Bu durum literatürlerde de benzer şekilde kaydedilmiştir<sup>28, 135,136</sup>.

Tarçın;defnegiller familyasından anavatani Güney ve Güneydoğu Asya olan, yaprak dökmeyen aromatik kokulu bir ağaç cinsidir. İklimin elverişli olmamasından dolayı ülkemizde yetişmez.Kışın yapraklarını dökmez ve alçak boylu bir ağaçtır. Bu ağacın körpe dalları kesilir. Kabukları soyulur, mantar tabakaları çıkarılır, tabakalar birbirinin içine konulup sarılarak kurutulur ve baharat olarak kullanılır<sup>3</sup>. Bu baharatın biyolojik aktiviteleri konusunda literatürde bazı bilgilere ulaşılmıştır. Bu türün metanol, etanol ve kloroform ekstraktlarında antioksidant, antimikrobial ve antiviral aktiviteye sahip olduğu tesbit edilmiştir<sup>28,137-139</sup>. Bulgularımız bu araştırmacıların bulguları vasıtasıyla da desteklenmektedir<sup>28, 135,136, 140, 141</sup>.

Araştırmamızda kimyonun her üç ekstraktı içinde yüksek antioksidant aktivite gözlenirken, kloroform ekstraktında bu aktivite düşüktü. Doza bağlı olarak sırasıyla su ekstraktı %89.3, 90.4 ve 91.3; etanol-su ekstraktı %74.2, 82.7 ve 85.9; metanol ekstraktı %73.4, 80.5 ve 84.5 ve kloroform ekstraktı %28.2, 28.2, 35.7 oranında antioksidant etki gösterdi (Tablo 6, 7, 8, 9 ve Şekil 10, 11, 12 ve 13). Bu sonuçlardan anlaşılacağı üzere kimyon yüksek düzeyde antioksidant aktiviteye sahiptir ve bu baharattan elde edilen ekstraktlar içerisinde de en yüksek ve en düşük antioksidant aktivite su ve kloroform

ekstraktlarındadır. Bu sonuçlara bakılarak su, etanol-su, metanol ve kloroform ekstraktlarında doza bağlı olarak antioksidant aktivitede artış gözlenmektedir. Aralarındaki ilişki ise kloroform < etanol-su < metanol < su şeklinde gösterilebilir. Fenolik bileşik miktarları su, etanol-su, metanol ve kloroform ekstraktları için sırası ile  $0.652 \pm 0.001$ ,  $0.979 \pm 0.001$ ,  $1.509 \pm 0.002$ ;  $0.699 \pm 0.008$ ,  $1.401 \pm 0.009$ ,  $2.316 \pm 0.004$ ;  $0.421 \pm 0.009$ ,  $0.680 \pm 0.001$ ,  $0.850 \pm 0.005$ ;  $0.181 \pm 0.001$ ,  $0.203 \pm 0.008$ ,  $0.240 \pm 0.005$  olarak tespit edilmiştir (Tablo 6, 7, 8, 9). Bunlar arasındaki ilişki kloroform < metanol < etanol-su < su şeklinde gösterilebilir. Fenolik bileşik miktarları arasındaki oran ile antioksidant aktivite arasındaki oran paraleldir ve antioksidan aktivite ile fenolik içerik arasında çok güçlü bir korelasyon vardır. Bunun anlamı yüksek antioksidant etkinin fenolik bileşiklerden kaynaklandığıdır. Diğer yandan indirgeme gücü su, etanol-su, metanol ve kloroform ekstraktlarının her üç dozu için sırası ile  $0.499 \pm 0.002$ ,  $0.948 \pm 0.003$ ,  $1.667 \pm 0.001$ ;  $0.2243 \pm 0.001$ ,  $0.673 \pm 0.001$ ,  $1.023 \pm 0.001$ ;  $0.273 \pm 0.005$ ,  $0.306 \pm 0.002$ ,  $0.384 \pm 0.002$ ;  $0.129 \pm 0.008$ ,  $0.152 \pm 0.003$ ,  $0.132 \pm 0.001$  olarak belirlenmiştir (Tablo 6, 7, 8, 9). İndirgeme gücüne ait bu sonuçlar da fenolik bileşikler ile paralel değerlendirilebilir. Böylece kimyonun sahip olduğu fenolik bileşiklerinin indirgeme güçlerinin de yüksek olduğu bu sonuçlardan anlaşılmaktadır<sup>7, 8, 135</sup>.

Kimyon; maydanozgiller (Apiaceae) familyasından olup, Mayıs-Haziran ayları arasında toplanan, beyaz ve pembemsi renkli çiçekleri açan bir bitkidir. Kimyon baharatı, kimyon bitkisinin olgunlaştıktan sonra toplanıp kurutulan tohumlarından ya da bu tohumların öğütülmesinden elde edilir<sup>124</sup>. Literatürlerde kimyon meyvelerinin, % 2.5-6 uçucu yağ, % 10- 23 sabit yağ, % 15-25 protein, tanen, flavonoit, reçine ve zamk içerdiği belirtilmiştir<sup>124</sup>. Bu baharatın ekstraktlarında gözlenen çok yüksek fenolik bileşik miktarlarının bu bitkinin sahip olduğu flavonoitlerden ileri geldiği söylenebilir. Bu baharatın içerdiği moleküller hakkında ne yazık ki fazla bilgiye

sahip değildir. En son rapor edilen bir çalışmada kimyonun; başlıca linoleik asit, thymoquinone, palmitic acid, p-cymene, longifolene ve carvacrol olmak üzere aseton ekstraktlarından 16 farklı molekül gaz kromatografisi ile tanımlanmıştır<sup>142</sup>. Literatürlerde bu baharatın uçucu yağları yaygın olarak çalışılmış olmasına rağmen ihtiva ettiği moleküller hakkında çok sınırlı bilgiler vardır. Bu yüzden literatürdeki bu boşluğun doldurulması gerektiğini düşünüyoruz. Diğer yandan bu baharatın biyolojik aktiviteleri konusunda da literatürlerde bazı bilgilere ulaşılmıştır. Birçok araştırmada kimyonun idrar söktürücü, gaz giderici<sup>24</sup>, kanamayı geciktirici, ishal kesici, kas ağrısını giderici (analjezik ve myorelaksan etki), romatizma tedavisi (antiinflamatuvar etki), diş ağrısı (analjezik ve antiinflamatuvar etki), farenjit (antiinflamatuvar etki), karın ağrısı (antispazmodik etki), diüretik ve idrar yollarının tıkanıklıklarını açma (antiinflamatuvar etki) gibi etkileri bulunmuştur<sup>24, 124, 142, 143</sup>. Bizim bulgularımız bu araştırmacıların bulguları ile uyumludur.

Araştırmamızda sumanın her dört ekstraktı içinde yüksek antioksidant aktivite gözlemlendi. Doza bağlı olarak sırasıyla su ekstraktı % 49.2, 54.7 ve 67.1; etanol-su ekstraktı % 82.6, 85.2 ve 85.4; metanol ekstraktı % 64.2, 76.0 ve 80.7 ve kloroform ekstraktı % 26.2, 31.3 ve 42.0 oranında antioksidant etki gösterdi (Tablo 10, 11, 12, 13 ve Şekil 14, 15, 16 ve 17). Bu sonuçlardan anlaşılacağı üzere sumak su, etanol-su ve metanol ekstraktlarında çok yüksek antioksidant aktiviteye sahipken kloroform ekstraktlarında bu aktivitenin daha düşük olduğu belirlendi. Bu baharattan elde edilen ekstraktlar içerisindeki ilişki ise kloroform < su < metanol < etanol-su şeklinde gösterilebilir. Fenolik bileşik miktarları su, etanol-su, metanol ve kloroform ekstraktları için sırası ile 0.844±0.001, 1.442±0.008, 2.203±0.009; 1.403±0.003, 2.401±0.001, 2.733±0.001; 1.602±0.001, 2.901±0.005, 3.402±0.008; 0.424±0.002, 0.531±0.001, 0.608±0.002 olarak tespit edilmiştir (Tablo 10, 11, 12, 13). Fenolik bileşik miktarları



arasında kloroform < su < etanol-su < metanol şeklinde dizilim belirlendi. Görüldüğü gibi fenolik bileşik miktarındaki artış ile total antioksidant aktivite arasında yakın ilişki olduğu bir kez daha teyit edilmiştir. Diğer yandan indirgeme gücü su, etanol-su, metanol ve kloroform ekstraktları için sırası ile  $0.516 \pm 0.003$ ,  $0.992 \pm 0.001$ ,  $1.344 \pm 0.01$ ;  $0.641 \pm 0.005$ ,  $1.741 \pm 0.008$ ,  $2.561 \pm 0.008$ ;  $1.076 \pm 0.001$ ,  $2.618 \pm 0.009$ ,  $3.750 \pm 0.002$ ;  $0.174 \pm 0.008$ ,  $0.184 \pm 0.009$ ,  $0.221 \pm 0.001$  olarak belirlenmiştir (Tablo 10, 11, 12, 13). İndirgeme gücü ile ilgili sonuçlar kloroform < su < etanol-su < metanol şeklinde sıralanabilir. Yine görüldüğü gibi, fenolik bileşik miktarları arasındaki oran ile indirgeme gücü arasındaki oran aynıdır ve benzer şekilde antioksidan aktivite ile fenolik içerik arasında da çok güçlü bir korelasyon vardır. Bu sonuçlar ekstraktların antioksidant etkisinin içerdiği fenolik maddelerden ileri geldiğini ve indirgeyici güç miktarlarında fenolik içerik miktarı ile bağlantılı olduğunu göstermektedir.

Sumak (*Rhus coriaria* L.), Anacardiaceae familyasından olup dünyanın değişik bölgelerinde yetişmektedir ve Türkiye’de *R. Coriaria* cinsi yaygındır<sup>126</sup>. Bitkinin yaprak ve meyveleri tanen, uçucu yağ, organik asit, antosiyanin, sabit yağ ve flavonoit içerir<sup>128</sup>. İçerdikleri bu maddelerden dolayı yıllardır ilaç hammaddesi olarak kullanılmıştır<sup>32</sup>. Sahip olduğu kimyasal bileşiklerin yapısı bakımından sumak birçok fizyolojik özelliklere sahiptir. Yapılan çalışmalarda antioksidant ve antimikrobiyal etkileri gösterilmiştir<sup>31, 144-146</sup>.

Bitki ekstraktlarındaki yüksek antioksidatif etki, elbette ekstraktın içerdiği antioksidatif özellikteki moleküllerden ileri gelmektedir. Antioksidant bileşikler, antioksidatif etkinliklerini değişik mekanizmalarla (geçiş metallerini bağlayabilirler, peroksitleri parçalayabilirler, hidrojen koparılmasını engelleyebilirler, moleküllerin radikal özelliklerini ortadan kaldırabilirler. v.s.) ortaya koyabilirler<sup>147</sup>. Bir ekstraktın antioksidant aktivitesini çok değişik faktörlerin etkileyebilmesi, antioksidant aktivitenin

ana kaynağının ve diğer faktörlerin katkısının tespitini zorlaştırmaktadır. Ana etkenin ne olduğunun tespiti için ekstrakttaki her bir bileşik hakkında çok sayıda veriye (indirgeme gücü, serbest metal bağlayabilme, radikal giderebilme, peroksit giderebilme, süperoksit giderebilme yetenekleri) ihtiyaç vardır. Bu amaçla toplam fenolik bileşiklerin miktarı ve indirgeme güçlerinin tespit edilmesi antioksidant aktivitenin kaynağı hakkında bize bilgi verecektir.

Antioksidant potansiyelin etkin belirlenmesinde en dikkat çekici parametrelerden birisi fenolik maddelerdir<sup>23</sup>. Fenolik maddelerin çeşide bağlı olarak antioksidant kapasiteyi değiştirebilmesine rağmen bir ekstraktın toplam fenolik içeriği ekstraktın antioksidant aktivitesi ile genellikle uyumluluk gösterir<sup>7, 134</sup>. Bizim bulgularımız da literatürdeki verilerle uyum içerisindedir. Nitekim deneylerimizde yüksek antioksidant aktivite belirlediğimiz ekstraktlardaki fenolik madde içeriklerinin de diğerlerinden daha yüksek olduğunu tespit ettik. Aynı şekilde indirgeyici güç miktarlarında fenolik içerik ve antioksidant aktivite miktarlarıyla benzer olarak ilişki içerisindedir.

İndirgeme gücü bir bileşiğin antioksidant aktivite sergilemesinde önemli bir etken olabilir<sup>148</sup>. Bizim deneylerimizde antioksidant aktivitenin yüksek olduğu ekstraktlardaki indirgeme gücünün yüksek olduğunu gözlemlendi. Yüksek antioksidant aktiviteye sahip olan ekstraktların indirgeme gücünün yüksek olabileceği literatürlerde kaydedilmiştir<sup>135</sup>. İndirgeme gücünden kasıt elektron verme veya elektronu radikal moleküle aktarabilme potansiyelini ifade eder. İndirgeme gücü yüksek olan bir ekstraktın antioksidant potansiyelinde yüksek olmasının beklenmesi ise gayet doğal olarak karşımızda durmaktadır.

Mevcut araştırmaya göre, antioksidant aktivitenin düşük olduğu ekstraktlarda, indirgeme gücünün ve fenolik miktarlarında da düşük olacağını söylemek mümkündür. Nitekim fenolik miktarları en düşük olarak kloroform ekstraktlarında

belirlendi. Kloroform apolar bir çözücü olup, polar karakterli fenolikleri çok az ekstrakte etmiş ve bu ekstraktlarda da çok düşük anti oksidant aktivite ve indirgeme gücü belirlenmiştir.

Sonuç olarak bu çalışmada;

1. Dünya çapında ve ülkemizde yaygın kullanım gösteren baharatlardan tarçın, kimyon ve sumak isimli türler antioksidant aktivite, fenolik bileşik miktarı ve indirgeme yetenekleri yönünden araştırıldı.
2. Baharat örneklerinin her bir türü için su, etanol-su, metanol ve kloroform ekstraktları literatürlerdeki uygun yöntemler kullanılarak elde edildi ve her ekstrakt ayrı ayrı deneylere alınarak değerlendirildi.
3. Baharat örneklerinden elde edilen ekstraktlarda ki antioksidant aktivite en yüksek düzeyde tarçın ve kimyonun su ekstraktlarında, en düşük düzeyde kloroform ekstraktlarında ve diğer ekstraktlarda ise orta düzeyde olduğu belirlendi.
4. Ekstraktlar arasında toplam fenolik bileşiklerin miktarlarının; en yüksek sumanın metanol ve etanol-su ekstraktlarında, en düşük kloroform ekstraktlarında ve değişen düzeylerde diğer bütün ekstraktlarda olduğu belirlendi.
5. Ekstraktlar arasında ki indirgeyici güç ölçümleri sonucu; en yüksek sumak metanol ekstraktında, en düşük kloroform ekstraktlarında ve değişen düzeylerde de diğer bütün ekstraktlarda olduğu belirlendi.
6. Ekstraktlarda toplam fenolik bileşiklerin miktarı antioksidant aktivite ile paralel olarak arttığı belirlendi. İndirgeme güçlerinin ise fenolik bileşiklerin miktarları ile sıkı sıkıya bağlantılı olduğu tespit edildi.
7. Bu çalışmada deney materyali olarak kullanılan baharat türlerinin sahip oldukları antioksidant potansiyel, fenolik bileşik miktarları ve indirgeme yetenekleri gözönüne alınarak, çeşitli *in vivo* ve *in vitro* biyolojik aktivite çalışmalarında öncelikli olarak değerlendirilebilecekleri kanaatine varıldı.

## 6. KAYNAKLAR

1. Heinonen MI, Meyer AS & Frankel EN. Antioxidant activity of berry phenolics on human low-density lipoprotein and liposome oxidation. J Agric Food Chem 1996; 46: 4107-4112.
2. Shan B, Cai YZ, Sun M, Corke H. Antioxidant capacity of 26 spices extracts and characterization of their phenolic constituents. J Agric Food Chem 2005; 53(20): 7749-7759.
3. Gürson O, Özçelikay G. Tarçının Tarih Boyunca ve Günümüzdeki Kullanımı. OTAM 2005; 18: 171-183.
4. Allahghadri T, Rasooli I, Owlia P, Nadooshan MJ, Ghazanfari T, Taghizadeh M, Darvish S, Astaneh A. Antimicrobial Property, Antioxidant Capacity, and Cytotoxicity of Essential Oil from Cumin Produced in Iran. J Food Sci 2010; 75(2): 54-61.
5. Gruenwald J, Freder J, Armbruester N. Cinnamon and Health. Crit Rev Food Sci Nutr 2010; 50(9): 822-834.
6. Halıcı M. Ratlarda indometazin ile oluşturulan ülser modelinde “*Usnea longissima*” dan elde edilen su ekstresinin antiülserojenik ve bazı antioksidan enzim aktiviteleri üzerine etkilerinin araştırılması. Sağ Bil Enst Ecz Fak Biyokimya AD, Yüksek Lisans Tezi Erzurum, 2003.
7. Odabasoglu F, Gulluce M, Cakır A, Aslan A, Bayir Y, Halici M, Yazici K. Investigation of antioxidant and antimicrobial properties of three lichen species growing in Turkey. 19<sup>th</sup> European Workshop on Drug Metabolism 2004a. October 03-08. Antalya, Turkey.

8. Odabasoglu F, Aslan A, Cakir A, Suleyman H, Karagoz Y, Halici M, Bayir Y. Comparison of antioxidant activity and phenolic content of three lichen species. *Phytother Res* 2004b; 18: 938-941.
9. Lee KY, Weintraub ST and Yu BP. Isolation and identification of a phenolic antioxidant from *Aloe barbadensi*. *Free Radical Bio Med* 2000; 28(2): 261-265.
10. Zhang D, Yasuda T, Yu Y, Zheng P, Kawabata T, Ma Y, Okada S. Ginseng extracts scavenges hydroxyl radical and protects unsaturated fatty acids from decomposition caused by iron-mediated lipid peroxydation. *Free Radical Bio Med* 1996; 20(1): 145-150.
11. Osawa T. Protective role of dietary polyphenols in oxidative stress. *Mech Ageing Dev* 1999; 111: 133-139.
12. Odabasoglu F, Cakir A, Suleyman H, Aslan A, Bayir Y, Halici M, Kazaz C. Gastroprotective and antioxidant effects of usnic acid on indomethacine-induced gastric ulcer in rats. *J Ethnopharmacol* 2006a; 103(1): 59-65.
13. Odabasoglu F. Antioksidan vitaminler. *Pharma Şark* 2006b; 1(1): 19-21.
14. Przybylski R, Lee Y, Eskin NAM. Antioxidant and radical-scavenging activities of buckwheat seed components. *J Am Oil Chem Soc* 1998; 75(11): 1595-1601.
15. Xing Y, White PJ. Identification and function of antioxidants from oat groats and hulls. *J Am Oil Chem Soc* 1997; 74(3): 303-307.
16. Ommaty R. *Vademecum*. İstanbul: Pelikan Yayınları: Yayınevi Genel Dizisi, İstanbul, 2010.
17. Altun R, Özden A. Tamamlayıcı ve Alternatif Tıp. *Güncel Gastroenteroloji* 2004; 8(3).
18. Topuz E. Tamamlayıcı ve Alternatif Tıp: Onkoloji Tedavisindeki Güncel Durum. İstanbul Üniversitesi Onkoloji Enstitüsü İstanbul, 2005.

19. Uncu EB, Velioglu YS. Ambalajlamanın Raf Ömrü Üzerine Etkisi. Akademik Gıda 2008; 6(4): 27-34.
20. Özçandır S, Yetim H. Akıllı Ambalajlama Teknolojisi ve Gıdalarda İzlenebilirlik. Elect J of Food Technol 2010; 5(1): 1-11.
21. Şahin M. Gıda Kalitesi ve Gıda Güvenliği. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitirme Tezi Samsun, 2001.
22. Schwarz K, Bertelsen G, Nissen LR, Gardner PT, Heinonen MI et., al. Investigation of plant extracts for the protection of processed foods against lipid oxidation. Comparison of antioxidant assays based on radical scavenging, lipid oxidation and analysis of the principal antioxidant compounds. Eur Food Res Technol 2001; 212: 319-328.
23. Benavente-Garcia O, Castillo J, Lorente J, Ortuno A, Del-Rio JA. Antioxidant activity of phenolics extracted from *Olea europaea L-leaves*. Food Chem 2000; 68(4): 457-462.
24. Baytop A. Farmasötik Botanik. İstanbul: İstanbul. Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi Dilek Matbaası Yayınları. 1983: 3158.
25. Van del Doll. Spices: Quality control and standards. Perfumer and Flavorist 1981; 5(7): 3-10.
26. Pamuk A. Şifalı Bitkiler Ansiklopedisi. İstanbul: Pamuk Yayıncılık ve Matbaacılık, 1998: (1): 656.
27. Kurokawa M, Kumeda CA, Yamamura J, Kamiyama T, Shiraki K. Antipyretic activity of cinnamyl derivatives and related compounds in influenza virus infected mice. Eur J Pharmacol 1998; 348: 45-51.

28. Mathew S, Abraham TE. Studies on the antioxidant activities of cinnamon (*Cinnamomum verum*) bark extracts, through various in vitro models. Food Chem 2006; 94: 520-528.
29. Aruna K, Sivaramakrishnan VM. Anticarcinogenic effects of some Indian plant products. Food Chem Toxicol 1992; 30(11): 953-956.
30. Bettaieb I, Bourgou S, Wannas WA, Hamrouni I, Limam F, Marzouk B. Essential Oils, Phenolics, and Antioxidant Activities of Different Parts of Cumin(*Cuminum cyminum L.*) J Agr Food Chem 2010; 58(19): 10410-10418.
31. Wildman REC. Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods. CRC Press: Boca Raton, FL, 2001.
32. Al-Shabibi MMA, Siddiqi AM, Kassim S, Haddad BA. Studies on the sumach of Iraq. I. proximate analysis and characterization of seed coat lipids. Can Inst Food Sci Technl J 1982; 15: 65-67.
33. Bařođlu F, Cemerođlu B. Sumak'ın kimyasal bileşimi üzerine araştırma. Gıda 1984; 84:167-172.
34. Kurucu S, Koyuncu M, Güvenç (Körođlu) A, Bařer KHC, zek T. The essential oils of *Rhus coriaria L.* (sumac). J Essent Oil Res 1993; 5: 481-486.
35. Rucker RB, Steinberg F. Vitamin C. Encyclopedia of Biol Chem 2004; 4: 367-371.
36. Halıcı M. Bazı likenlerden izole edilen maddelerin sıçanlarda indometazin ile oluşturulan ülser modelinde antiülser mekanizmalarının araştırılması. Fen Bilimleri Enst. Kimya AD, Doktora Tezi Erzurum, 2008.
37. Naidu KA. Vitamin C in human health and disease is still a mystery? An overview. J Nutr 2003; 2: 1-10.
38. Tuncer řD. Vitaminler: Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları. Ankara: Pozitif Yayıncılık, 2006; 117-118.

39. Fox PF, McSweeney PLH. Dairy Chemistry and Biochemistry. London, Blackie Academic and Professional An Imprint of Yhomsom Science 1998; 289-291.
40. Padayatty SJ, Katz A, Wang Y, Eck P, Kwon O, Lee J, Chen S, Corpe C, Dutta A, Dutta SK, Levine M. Vitamin C as an Antioxidant: Evaluation of Its Role in Disease Prevention. *J Am College of Nutr* 2003; 22: 18–35.
41. Malo C, Wilson JX. Glucose modulates vitamin C transport in adult human small intestinal brush border Membrane Vesicles. *J Nutr* 2000; 130: 63–69.
42. Rose RC, Choi JL. Intestinal absorption and metabolism of ascorbic acid in rainbow trout. *Am J Physiol* 1990; 258: 1238-41.
43. Olson JA, Hodges RE. Recommended dietary intakes (RDI) of vitamin C in humans. *Am J Clin Nutr* 1987; 45: 693-703.
44. Huges DA. Dietary antioxidants and human immune function. *British Nutr Founda* 2000; 25: 35-41.
45. Odabaşoğlu F. Antioksidan Vitaminler, Atatürk Üniversitesi Eczacılık Fakültesi - Konferans Kitapçığı, Erzurum, 8 Mart 1999.
46. McCorkle F, Taylor R, Stinson R, Day EJ, Glick B. The effects of a mega level of vitamin C on the immune response of the chicken. *Poultry Sci* 1980; 59: 1324-1329.
47. Wu CC, Dorairajan T, Lin TL. Effect of ascorbic acid supplementation on the immune response of chickens vaccinated and challenged with infectious bursal disease virus. *Vet Immunol and Immunopathol* 2000; 74: 145-152.
48. Perdue SL, Thaxton JP, Brake J. Role of ascorbic acid in chicks exposed to high environmental temperature. *J Applied Physiol* 1985; 58: 1511-1516.
49. Iqbal K, Khan A, Khattak MMAK. Biological significance of ascorbic acid (vitamin C) in human health. *Pakistan J Nutr* 2004; 3: 5-13.



50. Chattopadhyay I, Bandyopadhyay U, Biswas K, Maity P, Banerjee RK. Indomethacin inactivates gastric peroxidase to induce reactive-oxygen-mediated gastric mucosal injury and curcumin protects it by preventing peroxidase inactivation and scavenging reactive oxygen. *Free Radical Bio Med* 2006; 40: 1397-1408.
51. Vatn S, Sjaastad OV, Ulvund MJ. Histamine in lambs with abomasal bloat, hemorrhage and ulcers. *J Vet Med* 2000; 47: 251–255.
52. Sullivan M and Yool DA. Gastric disease in the dog and cat. *The Vet J* 1998; 156: 91-106.
53. Halpern SL. *Quick reference to clinical nutrition a guide for physicians*. Lippincott, Philadelphia (USA): 1979: 175-176.
54. Belaiche J, Burette A, De Vos M, Louis E, Huybrechts M et al. Observational survey of NSAID-related upper gastro-intestinal adverse events in Belgium. *Acta Gastroenterol Belg* 2002; 65: 65-73.
55. Brendan JRW. Mechanisms underlying intestinal injury induced by anti-inflammatory COX inhibitors. *Eur J Pharmacol* 2004; 500: 427-439.
56. Villegas I, La Casa C, La Lastra CA, Motilva V, Herrerias JM, Martin MJ. Mucosal damage induced by preferential COX-1 and COX-2 inhibitors: Role of prostaglandins and inflammatory response. *Life Sci* 2004; 74: 873-884.
57. Jainu M, Devi CSS. Gastro protective action of *Cissus quadrangularis* extract against NSAID induced gastric ulcer: Role of proinflammatory cytokines and oxidative damage. *Chemico-Biol Interac* 2006; 161: 262-270.
58. Suleyman H, Demircan B, Karagöz Y. Anti-inflammatory and side effects of cyclooxygenase inhibitors. *Pharmacol Rep* 2007; 59: 257-268.

59. Burke A, Smyth E, Fitz Gerald GA. In Goodman and Gilman's the pharmacological basis of therapeutics. Laurence L. Brunton, Ed.; Mc Graw-Hill Companies: New-York, 2006; 11: 671-717.
60. Simon LS. Role and regulation of cyclooxygenase-2 during inflammation. *Am J Med* 1999; 106: 37-42.
61. Maricic N, Ehrlich K, Gretzer B, Schuligoi R, Respondek M et al. Selective cyclooxygenase-2 inhibitors aggravate ischemia-reperfusion injury in the rat stomach. *Br J Pharmacol* 1999; 128: 1659-1666.
62. İmik H, Fidancı UR, Sel T. Ankara Keçisi oğlaklarında C ve E vitaminlerinin metabolik strese karşı etkisi. *Vet Bil Derg* 1999; 15: 47-53.
63. Hawkey CJ. COX-1 and COX-2 inhibitors. *Best Pract Res Clin Gastroenterol* 2001; 15: 801-820.
64. Laine L. Gastrointestinal effects of NSAIDs and coxibs. *J Pain Symptom Manage* 2003; 25: 32-40.
65. Kayaalp O. Rasyonel tedavi yönünden tıbbi farmakoloji. İstanbul: Feryal Matbaacılık Sanayi ve Tic Ltd Şti: 1997; 3(7): 2818-2856.
66. Takeuchi K, Kagawa S, Mimaki H, Aoi M, Kawauchi S. COX and NOS isoforms involved in acid-induced duodenal bicarbonate secretion in rats. *Dig Dis Sci* 2002; 47: 2116-2124.
67. Halliwell B and Gutteridge JMC. Oxygen toxicity, oxygen radicals, transition metals and disease. *Biochem J* 1984; 219: 1-14.
68. Dündar Y, Aslan R. Hekimlikte oksidatif stres ve antioksidanlar. Afyon: Afyon Kocatepe Üniversitesi Yayın, 2000; 1-35.
69. Weis SJ, LoBuglio AF. Biology of disease: Phagocyte-generated oxygen metabolites and cellular injury. *Lab Invest* 1982; 47: 5-18.

70. Akkuş T. Serbest radikaller ve fizyopatolojik etkileri. Konya: Mimoza Yayınları, 1995: 1-80.
71. Buonocore G, Groenendaal F. Anti-oxidant strategies. *Seminars in Fetal and Neonatal Med* 2007; 1-9.
72. Aust SD, Morehouse LA, Thomas CE. Role of metals in oxygen radical reactions. *J Free Rad Biol Med* 1985; 1: 3-25.
73. Gutteridge JMC. Lipid Peroxidation and antioxidants as biomarkers of tissue damage. *Clin Chem* 1995; 41(12): 1819-1828.
74. Szabo S. Mechanisms of mucosal injury in the stomach and duodenum: time-sequence analysis of morphologic, functional, biochemical and histochemical studies. *Scand J Gastroenterol* 1987; 127: 21-8.
75. Afanas'ev IB. Signaling functions of free radicals superoxide and nitric oxide under physiological and pathological conditions. *Mol Biotechnol* 2007; 37: 2-4.
76. Halliwell B. Tell me about radicals, doctor: a review. *J Royal Society of Med* 1989; 82: 747-752.
77. Auroma O. Free radicals, antioxidants and international nutrition review. *Asia Pacific J Clin Nutr* 1999; 8: 53-63.
78. Ames BN, Shigenaga MK, Hagen TM. Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging. *Proc Natl Acad Sc.* 1993; 90: 7915-7922.
79. Robison TW, Murphy JK, Beyer LL, Richters A, Forman HJ. Depression of stimulated arachidonate metabolism and superoxide production in rat alveolar macrophages following in vivo exposure to 0.5 ppm NO<sub>2</sub>. *J Toxicol Environ Health* 1993; 38: 273-92.
80. Aslan R, Dündar Y. Bir fizyolojik eleman ve radikal olarak azot oksit. *Hay Araş Derg* 1998; 8: 34-38.

81. Lohinai ZM, Szabo C. Role of nitric oxide in physiology and patophysiology of periodontal tissues. *Med Sci Monit* 1998; 4: 1089-1095.
82. Freeman BA, Crapo JD. Biology of disease: Free radicals and tissue injury. *Lab Invest* 1982; 47: 412-426.
83. Guemouri L, Artur Y, Herbeth B, Jeandel C, Cuny G, Siest G. Biological variability of superoxide dismutase, glutathione peroxidase, and catalase in blood. *Clin Chem* 1991; 37: 1932-1937.
84. Georgieva NV. Oxidative stress as a factor of disrupted ecological oxidative balance in biological systems. *Bulgarian J Vet Med* 2005; 8: 1-11.
85. Baccanari DP. Coupled oxidation of NADPH with thiols at neutral pH. *Biochem and Biophys* 1978; 191: 351-357.
86. Dengiz GO, Odabasoglu F, Halici Z, Suleyman H, Cadirci E, Bayir Y. Gastroprotective and antioxidant effects of amiodarone on indomethacin-induced gastric ulcers in rats. *Arch Pharm Res* 2007;30(11): 1426-1434.
87. Çavdar C, Sifil A, Çamsarı T. Reaktif oksijen partikülleri ve antioksidan savunma. *Office J Turk Nephrol Assoc* 1997; 3-4: 92-95.
88. Prichard M, Ducharme NG, Wilkins PA, Erb HN, Butt M. Xanthine Oxidase Formation during Experimental Ischemia of the Equine Small Intestine. *Can J Vet Res.* 1991; 55: 310-314.
89. Seifried HE, Anderson DE, Sorkin BC, Costello RB. Free Radicals: The Pros and Cons of Antioxidants. *J Nutr* 2004; 134: 3143–3163
90. Doctor RB, Mandel LJ. Minimal role of xanthine oxidase and oxygen free radicals in rat renal tubular reoxygenation injury. *J Am Soc Nephrol* 1991; 1: 959-969.

91. Houston M, Estevez A, Chumley P, Aslan M, Marklundi S, Parks DA, Freeman BA. Binding of xanthine oxidase to vascular endothelium. *J Biol Chem* 1999; 274: 4985–4994.
92. Hirata F, Hayaishi O. Possible participation of superoxide anion in the intestinal tryptophan 2,3 -dioxygenase reaction. *J Biol Chem* 1971; 25: 7825.
93. McCord JM. Oxygen-derived free radicals in postischemic tissue injury. *The New England J Med* 1985; 312: 159-163.
94. Hung-Hai K, Brunk UT, Sohal RS. Relationship between mitochondrial superoxide and hydrogen peroxide production and longevity of mammalian species. *Free Rad Biol Med* 1993; 15: 621-627.
95. Ersoy A, Dilek K. Hemodiyaliz Hastalarında Eritrosit Membran Lipid Peroksidasyonu ve Antioksidatif Homeostazis Değişiklikleri. *Türk Nefroloji Diyaliz ve Transplantasyon Derg* 1999; 1:1-4.
96. Jana AK, Agarwal S, Chatterjee SN. Membrane lipid peroxidation by ultrasound: Mechanism and Implications. *J Biosci* 1990; 15: 211-215.
97. Li JM, Shah AM. ROS Generation by nonphagocytic NADPH oxidase: Potential relevance in diabetic nephropathy. *J Am Soc Nephrol* 2003; 14: 221-226.
98. Comporti M. Biology of disease: lipid peroxidation and cellular damage in toxic liver injury. *Lab Invest* 1985; 53: 599-623.
99. Halliwell B, Aruoma OI. DNA damage by oxygen-derived species. *FEBS Letter* 1991; 281: 9-19.
100. Panduri V, Weitzman SA, Chandel NS, Kamp DW. Mitochondrial-derived free radicals mediate asbestos-induced alveolar epithelial cell apoptosis. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol* 2004; 286: 1220-1227.

101. Davies KJA, Goldberg AL. Oxygen radicals stimulate intracellular proteolysis and lipid peroxidation by independent mechanisms in erythrocytes. *J Biol Chem* 1987; 262: 8220-8226.
102. Thomas CE, Aust SD. Free radicals and environmental toxins. *Ann Emerg Med* 1986; 15: 1075-83.
103. Goulart M, Batoréu MC, Rodriguez AS, Laires A, Rueff J. Lipoperoxidation products and thiol antioxidants in chromium exposed workers. *Mutagen* 2005; 20: 311-315.
104. Marnett LJ. Lipid peroxidation—DNA damage by malondialdehyde. *Mutat Res* 1999; 424: 83-95.
105. Hudson N, Everitt S, Edwards T. Elevation of gastric mucosal leukotriene B4 levels of patients on long-standing NSAID therapy. *Gastroenterol* 1991; 100: A86.
106. Long CA, Bislskl HJ. Rate of Reaction of Superoxide Radical with Chloride-Containing Species. *J Phys Chem* 1980; 84: 555-557.
107. Halliwell B, Chirico S. Lipid peroxidation: its mechanism, measurement, and significance. *Am J Clin Nutr* 1993; 57: 715-25.
108. Çakatay U, Kayalı R. Protein oksidasyonunun klinik önemi. *Cerrah Paşa Tıp Derg* 2004; 35: 140-149.
109. Dalle-Donne I, Rossi R, Giustarini D, Milzani A, Colombo R. Protein carbonyl groups as biomarkers of oxidative stress. *Clin Chem Acta* 2003; 329: 23-38.
110. Simpson JA, Narita S, Gieseg S, Gebicki S, Gebicki JM, Dean RT. Long-lived reactive species on free-radical-damaged proteins. *Biochem J* 1992; 282: 621-624.
111. Epe B, Ballmaier D, Adam W, Grimm GN, Saha-Möller CR. Photolysis of N-hydroxypyridinethiones: a new source of hydroxyl radicals for the direct damage of cell-free and cellular DNA. *Nucleic Acids Res* 1996; 24: 1625-1631.

- 112.Marnett LJ. Oxy radicals, lipid peroxidation and DNA damage. *Toxicol* 2002; 181-182: 219-222.
- 113.Odabasoglu F, Halici Z, Cakir A, Halici M, Cadirci E et al. Gastroprotective effect of vegetable oils and alpha-tocopherol on indomethacine-induced gastric ulcer in rats and its relation with myeloperoxidase and glutathione s-transferase activities. *3rd International Meeting on Medicinal and Pharmaceutical Chemistry*. 2007. October 16-21. Antalya, TURKEY, P: 73.
- 114.Jornot L, Petersen H, Junod AF. Hydrogen peroxide-induced DNA damage is independent of nuclear calcium but dependent on redox-active ions. *Biochem J* 1998; 335: 85-94.
- 115.Shelef, LA. Antimicrobial effects of spices. *J Food Safety* 1983; 6: 29-44.
- 116.Giese J. Spices and seasoning blends: A taste for all seasons. *Food Technol* 1994; 48(4): 87-98.
- 117.Vonderbank H. Ergebnisse der Chemotherapie der Tuberculose. *Pharmazie* 1949; 4: 198-207.
- 118.Dığrak M, Alma, MH, İlçim A, Şen S. Antibacterial and Antifungal Effects of Various Commercial Plant Extracts. *Pharma Biol* 1998; 36(5): 1-5.
- 119.Kalaycıoğlu A, Öner C. Bazı bitki ekstraksiyonlarının antimutajenik etkilerinin Amest-Salmonella test sistemi ile araştırılması. *Tr J Botany* 1994; 18: 117-122.
- 120.Pruthi JS. *Spices and Condiments: Chemistry, Microbiology, Technology*. Academic Press: New York, 1980: 449s.
- 121.Aran N. Baharatın antimikrobiyal etkileri. 20. Diyabet ve Beslenme Günleri, 5. Diyabet Yıllığı: 16-18 Haziran, İstanbul, 1988: 383-387.
- 122.Akgül A. Baharatlar: Lezzet, koku ve renk dünyası. *Gıda Sanayii*, 1997; 48:27-34.

- 123.Gunther RT. The Grek Herbal of Dioscorides. Hafner Publishing Co, New York, 1959.
- 124.Akgül A. Baharat Bilimi ve Teknolojisi. Ankara: Ankara Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, 1993: (15): 111-112.
- 125.Ceylan A. Tıbbi Bitkiler I. İzmir: Tarla Bitkileri Bölümü, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın, 1995: 312.
- 126.Davis PH. Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Edinburgh: University Press, 1967: 2.
- 127.Mavlyanov SM, Islambekov Sh Yu, Karimdzhanov AK, Ismailov AI. Anthocyanins and organic acids of the fruits of some species of sumac. Chem Nat Compd 1997; 33: 209.
- 128.Brunke EJ, Hammerschmidt FJ, Schmaus G, Akgül A. The essential oil of *Rhus coriaria* L. fruits. Flavour Fragr J 1993; 8: 209-214.
- 129.Mitsuda H, Yasumoto K, Iwami K. Antioxidative action of indole compounds during the autoxidation of linoleic acid. Eiyo to Shokuryo 1996; 19: 210-214.
- 130.Slinkard K, Singleton VL. Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. Am J Enol Vitic 1977; 28: 49-55.
- 131.Yen GH, Chen HY. Antioxidant activity of a various tea extracts in relation to their antimutagenicity. J Agric Food Chem 1997; 43: 27-32.
- 132.Cos P, Calomme M, Sindambiwe J, De Bruyne T, Cimanga K, Pieters L, Vlietinck AJ, Vanden Berghe D. Cytotoxicity and lipid peroxidation-inhibiting activity of flavonoids. Planta Medica 2001; 67: 515-519.
- 133.Shahidi F, Janitha PK, Wanasundara PD. Phenolic antioxidants. Crit Rev Food Sci 1992; 32: 67-103.



- 134.Odabasoglu F, Aslan A, Cakir A, Suleyman H, Karagoz Y et al. Antioxidant activity, reducing power and total phenolic content of some lichen species. *Fitoterapia* 2005; 76(2): 216-219.
- 135.Lugasi A, Dworschák E, Latif S, Barna E, Gergely A et al. Comparison of characteristic components from chickens of different genotype kept in intensive and extensive farming systems. *Nahrung* 1994; 40(6): 319-325.
- 136.Jark B, Blum A, Sammet B, Luksch T. Achiral oligoamines as versatile tool for the development of aspartic protease inhibitors. *Bioorganic and Medicinal Chem* 2008; 16: 8574–8586.
- 137.Tabak M, Armon R, Neeman I. *J Ethnopharmacol* 1999; 67: 269-277.
- 138.Jayaprakasha GK, Neg PS, Jena BS and Rao LJM. Antioxidant and antimutagenic activities of *Cinnamomum zeylanicum* fruit extracts. *J Food Compos Anal* 2007; 3-4(20); 330-336.
- 139.Sun M, Surveswaran S, Cai YZ, Corke H. Systematic evaluation natural phenolic antioxidants from 133 Indian medicinal plants. *Food Chem* 2007; 102: 938-953.
- 140.Lee MJ, Rao YK, Chen K, Lee YC, Tzeng YM. Effect of flavonol glycosides from *Cinnamomum osmophloeum* leaves on adiponectin secretion and phosphorylation of insulin receptor- $\alpha$  in 3T3-L1 adipocytes. *J Ethnopharm* 2009; 126: 79-85.
- 141.Dudonne S, Vitrac X, Coutiere P, Woillez M, Merillon JM. Comparative Study of Antioxidant Properties and Total Phenolic Content of 30 Plant Extracts of Industrial Interest. *J Agr Food Chem* 2009; 57(5): 1768-1774.
- 142.Singh G, Marimuthu P, Heluani C, Catalan C. Chemical constituents and antimicrobial and antioxidant potentials of essential oil and acetone extract of *Nigella sativa* seeds. *J Sci Food Agr* 2005; 85(13): 2297-2306.

143. Thippeswamy NBK, Naidu Akhilender. Antioxidant potency of cumin varieties cummin, black cummin and bitter cummin on antioxidant systems. Eur Food Res Technol 2005; 220: 472-476.
144. Kosar M, Bozan B, Temelli F, Baser KHC. Antioxidant activity and phenolic composition of sumac (*Rhus coriaria L.*) extracts. Food Chem 2007; 103: 952–959.
145. Panico A, Cardile V, Alfredo NS and Messina R. Antioxidant and protective effects of Sumac Leaves on chondrocytes. J Med Plants Res 2009; 3(11): 855-861.
146. Kossah R, Zhang H, Chen. Antimicrobial and antioxidant activities of Chinese sumac (*Rhus typhina L.*) fruit extract. Food Control 2011; 22: 128-132
147. Diplock A, Will T. The good fairies please prove us that vitamin E lessens human degenerative disease? Free Rad Res 27:511-532.
148. Meir S, Kanner J, Akiri B, Philosoph-Hadas S. Determination and Involvement of Aqueous Reducing Compounds in Oxidative Defense Systems of Various Senescing Leaves. J Agric Food Chem 1995; 43(7): 1813-1819.