

Atf İçin: Hendek Ertop M, İncemehmetoğlu E, 2021. Çam (*Pinus* spp.) Türlerinin ve Fraksiyonlarının Gıda Takviyesi ve Tıbbi Bitki Olarak Kullanım Olanakları. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12(1): 266-278.

To Cite: Hendek Ertop M, İncemehmetoğlu E, 2021. The Potential Uses of Pine (*Pinus* spp.) Species and Their Fractions as Food Supplement and Medicinal Plant. Journal of the Institute of Science and Technology, 12 (1): 266-278.

Çam (*Pinus* spp.) Türlerinin ve Fraksiyonlarının Gıda Takviyesi ve Tıbbi Bitki Olarak Kullanım Olanakları

Müge HENDEK ERTOP^{1*}, Emine İNCEMEHMETOĞLU²

ÖZET: Nutrasötik ve fonksiyonel özelliklere sahip yeni bileşenler belirlemek ve izole etmek için son zamanlarda çok sayıda bitki, meyve, sebze ve baharatlar üzerinde araştırmalar yapılmaktadır. Gıda olarak tüketilebilen kaynaklardan bu bileşiklerin ekstraksiyonu yerine endüstriyel yan veya atık ürünlerin bir biyoaktif molekül kaynağı olarak yeniden değerlendirilmesine yönelik çalışmalar ise doğal kaynakların etkin kullanımı amacıyla daha da önem kazanmıştır. Bu çalışmanın amacı, çam türleri ile kabuk, kozalak, sürgün, iğne gibi farklı fraksiyonlarının, antioksidan ve mikrobesebın kaynağı olarak gıda endüstrisinde ve biyomedikal amaçlarla kullanım potansiyelini vurgulamaktır. Çam fraksiyonları, polimerik flavanoller, tannik asit, flavonoidler ve kafeik veya protokatekik asit gibi diğer fenolik asitler dahil olmak üzere geniş biyoaktif bileşen içeriğine sahiptir. Derlenen çalışmalar, çam türlerine ait özellikle kabuk ve kozalak gibi fraksiyonların halk arasında farklı yerel tedavi yöntemlerinde kullanıldığını, aynı zamanda meyve suyu, et, fırıncılık ürünleri teknolojisinde başarılı sonuçlar verdiğini göstermiştir. Farklı çam fraksiyonlarının kullanımı ile üretilmiş ticari ürünler sınırlı sayıda olmasına rağmen, ormancılık endüstrisi yan ürünlerinin, besin takviyesi olarak ikinci bir kullanım alanına girdi sağlayabileceği açıkça görülmektedir. Yapılan çalışmaların ağırlıklı olarak tedavi, alternatif ve geleneksel tıp alanında olduğu, gıda takviyesi olarak değerlendirme konusunda araştırmaların kısıtlı olduğu belirlenmiştir. Çok yönlü kullanıma sahip olmasına rağmen, sınırlı araştırma-geliştirme çalışmaları nedeniyle çam kozalağı, kabuğu gibi farklı fraksiyonlar yakacak olarak kullanılmakta, bu da büyük miktarda kaynak israfına neden olmaktadır. Ülkemizin bu alanda sahip olduğu büyük ekolojik sistem ve kaynaklar ile günümüz tüketicisinin gıda ve katkı maddelerinden fonksiyonellik ve doğallık beklentisi göz önüne alındığında, yapılacak araştırmaların gıda sektörüne büyük katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çam kabuğu, Çam kozalağı, Fonksiyonel gıda, Gıda takviyesi, *Pinus* türleri

The Potential Uses of Pine (*Pinus* spp.) Species and Their Fractions as Food Supplement and Medicinal Plant

ABSTRACT: A great number of plants have been studied in order to identify and isolate new components with nutraceutical and functional properties. The aim of this study is to emphasize the potential of use of pine species and their fractions such as bark, cones, needles in the food industry and for biomedical purposes as sources of antioxidants and micronutrients. Pine fractions have a great content of bioactive molecules, including polymeric flavanols, tannic acid, flavonoids, and other phenolic acids. The compiled studies have shown that pine species have been used in different traditional medicinal treatments by the people, and at the same time, they gave successful results in fruit juice, meat, bakery products technology. Although commercialized goods produced with the use of different pine fractions in the global market are limited, it is clear that forestry industry by-products can provide input for a second use as a nutritional supplement. Despite they have versatile usage potential, due to limited research and development studies, different fractions such as pine cones and bark are used as a heating source, resulting in a large amount of resource waste and loss. Considering the great ecological system and resources that our country has in this field, and the functionality and naturalty expectation of today's consumers from foods and additives, it is thought that the researches will make a great contribution to the food sector.

Keywords: Pine bark, Pine cone, Functional food, Food supplement, *Pinus* spp.

¹Müge HENDEK ERTOP ([Orcid ID: 0000-0003-4300-7790](https://orcid.org/0000-0003-4300-7790)), Kastamonu Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 37150,Kastamonu, Türkiye

²Emine İNCEMEHMETOĞLU ([Orcid ID: 0000-0001-9467-2681](https://orcid.org/0000-0001-9467-2681)), Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu; Tarım ve Orman Bakanlığı Kastamonu İl Müdürlüğü, Kastamonu, Türkiye

***Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Müge HENDEK ERTOP, e-mail: mugeertop@kastamonu.edu.tr

GİRİŞ

Günümüzde beslenme kavramı her geçen gün gelişmekte, gıda ürünleri sadece beslenme amacıyla tüketilmemekte, aynı zamanda farklı fonksiyonel bileşenler sayesinde sağlık üzerine olumlu etkiler de sağlamaktadır. Böylece, beslenme işlevinin ötesine geçen, iyileştiren ve/veya hastalığı önleyen fonksiyonel gıda kavramı ortaya çıkmaktadır. Fonksiyonel gıda, “doğal yapısı gereği fonksiyonel olabilen, ya da bir bileşen eklenen, bir bileşeni çıkarılmış, bir veya daha fazla bileşenin yapısı değiştirilmiş, bir veya daha fazla bileşenin biyoyararlanımı modifiye edilmiş veya bu olasılıkların herhangi bir kombinasyonunu taşıyan gıda” şeklinde tanımlanabilir (Roberfroid, 2002). Fonksiyonel gıda veya doğal gıda katkı maddeleri geliştirmek için çam kabuğu, iğnesi, kozalakları gibi orman atıklarının kullanımı ilgi çekici olduğu kadar, bir o kadar da sayı ve kapsamı sınırlı kalmış bir konudur. Özellikle belirli çam türleri (*Pinus maritima*, *Pinus brutia*, *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris* vb.) hakkında yapılan sınırlı sayıdaki çalışma (Yesil-Celiktas ve ark., 2009; Yesil-Celiktas ve ark., 2010; Zhang ve ark., 2010; Suntar ve ark., 2012; Zou ve ark., 2013; Sadeghi ve ark., 2016; Yi ve ark., 2017; Zhang ve ark., 2017; Zhang ve ark., 2021) sonucu elde edilen bulgular, bu alandaki atık değerlendirmenin, dünya çapında iki milyardan fazla insanı etkileyen kronik mikro besin eksikliklerinin giderilmesi için katma değerli yeni gıdaların elde edilebileceğini göstermektedir (Burchi ve ark., 2011). Ticari gelişimi sınırlı olmasına rağmen, çam ağacı fraksiyonlarından elde edilen ekstraktların biyoaktif bileşik içeriği, fonksiyonel gıda geliştirmede kullanılabilir ilginç ve yeni bir bileşen olabileceğini düşündürmektedir. Bu fraksiyonların ekstrakt, toz, kapsül gibi farklı formlarının gıda katkısı veya takviyesi olarak kullanımına ilişkin az sayıda çalışma vardır (Esmaeili ve ark., 2021). *Pineaceae* familyasına ait bitkilerin yaprak, kozalak ve reçinelerinin halk arasında iyileştirici etkisi olduğuna inanılmaktadır bunlar mide rahatsızlıkları, astım, öksürük gibi çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadırlar (Altaş, 2009). Doğu Asya ülkelerinde, çam iğneleri, kozalaklar, korteksler ve polen gibi çam ağaçlarının çeşitli kısımları, sağlığı desteklemek için gıda veya diyet takviyesi olarak yaygın şekilde tüketilmektedir (Kim ve ark., 2010).

***Pinus* Türlerinin Fonksiyonel Nitelikleri**

Oksidasyon-redüksiyon reaksiyonları biyolojik sistemlerde ve gıdalarda yaygın olarak görülmektedir. Bazı oksidasyon reaksiyonları gıdalar için faydalı olsa da çoğu, besin değeri kaybı ve gıdada istenmeyen ürünlerin ve/veya aroma bileşenlerinin gelişmesi anlamına geldiğinden dolayı zararlı etkilere neden olabilmektedir. Gıdalardaki oksidasyon reaksiyonlarının kontrolü, oksijeni uzaklaştıran işleme ve paketleme teknikleri kullanılarak veya sentetik veya doğal antioksidanlar dahil edilerek gerçekleştirilir. Son dönemlerde sentetik antioksidanların kullanımına, olası toksik ve karsinojenik etkileri nedeniyle oldukça mesafeli yaklaşılmaktadır (Kaur ve Kapoor, 2001). Güvenli bileşenler olarak kabul edildiğinden dolayı tüketicilerin doğal antioksidanlara olan talebi gittikçe artmaktadır. Doğal antioksidanlar genel olarak sentezlenmesi zor olan, toksikolojik açıdan doğal ürünlerden ekstrakte edilmesi daha ucuz ve daha güvenli olan karmaşık moleküllerdir. Antioksidanlar gıdalarda olduğu kadar, insan sağlığı açısından da önemli fonksiyonel bileşiklerdir. Günümüzde çok sayıda hastalık, aşırı serbest radikal üretimi ve oksidatif stres ile ilişkilendirilmektedir. Gıdalarda oksidasyonu önlemek için antioksidan özelliklere sahip yeni bileşenlerin bulunması ve ticarileştirilmesine yönelik artan bir ilgi vardır. Antioksidanlar, reaktif oksijen türlerini ve diğer serbest radikalleri nötralize eden elektron donörleri olarak hareket ederek DNA hasarını önlerler (Willcox ve ark., 2004).

Bitkiler, antioksidatif etki, DNA'nın bakım ve onarımı, nitrozamin oluşumunun inhibisyonu, kanserojenlerin hücre farklılaşması veya deaktivasyonu sağlama gibi çok çeşitli biyoaktif özelliklere

sahip heterojen molekül grupları ile, aralarında fenolik bileşiklerin de bulunduğu nutrasötik potansiyele sahip birçok bileşik içerirler (Shahidi, 2004; Yesil Celiktas ve ark., 2010). Antioksidan özelliğe sahip yeni molekülleri sentezlemenin zorluğu ve yüksek ekonomik maliyeti göz önüne alındığında, bu tür bileşiklerin doğal kaynaklardan ekstraksiyonu en uygun seçenek olarak görülmektedir (Charles, 2013). Diğer taraftan bu antioksidanları sebze veya meyvelerden elde etmek maliyet ve gıda kaynaklarının verimli kullanımı açısından çok anlamlı olmayabilirken, doğada bulunabilen çam kabuğu, kozalağı gibi kullanılmayan bitkisel kaynaklardan elde etmek ekonomik açıdan etkili olma potansiyeline sahiptir (Marmol ve ark., 2019).

P.pinaster bileşenleri ve fonksiyonel nitelikleri açısından en çok araştırılan çam türüdür. Fradinho ve ark., (2002), sahil çam kabuğunun ve kabuğun alkali ekstraktlarının kimyasal bileşimini belirlemiştir. Çam kabuğu, lignin ve polifenollerden (%44), polisakkaritlerden (%39), kül (%1) ve diğer maddelerden (diklorometan, etanol ve su özütleri, %17) oluşmaktadır. Klason yöntemi ile belirlenen lignin içeriği %33.2 iken selüloz içeriği yaklaşık %24'tür. Jerez ve ark., (2006) ayrıca çam kabuğunun yoğunlaştırılmış tanenler açısından özellikle zengin olduğunu bulmuşlardır. Touriño ve ark. (2005), *P.pinaster* kabuğunun büyük miktarda prosiyanidin oligomerine sahip olduğunu bildirmiştir. Proantosiyanidinler, flavan-3-ollerin (kateşinler) oligomerlerinden oluşan ve bir flavonoid türü olan prosiyanidinleri ve prodelfinidinleri içerir. Proantosiyanidinler güçlü serbest radikal süpürücüdürler. Yeşil-Çeliktas ve ark. (2009), *P.brutia* ve *P.nigra*'nın fenolik kompozisyonunun *P.sylvestris* ve *P.pinea*'dan önemli düzeyde yüksek olduğunu ve *P.brutia*'nın diğerlerinden çok daha yüksek taksifolin içeriğine (%18.5) sahip olduğunu belirlemişlerdir. Nisca ve ark. (2021) ise *Pinus nigra* ve *Pinus sylvestris* türlerinden ultrases ve mikrodalga destekli ekstraksiyonla elde ettikleri kabuk ekstraktlarının kimyasal bileşimini ve biyolojik aktivitelerini değerlendirmişler, mikrodalga desteği ile daha fazla uçucu bileşik içeriğine ulaştığını, diğer taraftan ultrases destekli ekstraksiyon ile *Pinus sylvestris* kabuğundan daha yüksek antioksidan aktivite, toplam fenolik içerik ve toplam tanen içeriğine ulaştığını belirlemişlerdir. Iravani ve Zolfaghari (2014) ise İran'da yaygın olarak bulunan *Pinus* türlerinden, *P. eldarica*'nın temel bileşeninin kateşin olduğunu, *P. pinaster* ve *P. eldarica*'nın eşit düzeyde taksifolin içeriğine sahip olduğunu bulmuşlardır.

Özellikle çam kabuğu ve kozalağının kompozisyonel içeriğine dair yapılan çalışmaların yanı sıra bu bileşenlerin neticesinde ortaya çıkan antioksidatif etkinin gıdalarda fonksiyonel olarak sonuçlarını ortaya çıkaran çalışmalar da yapılmıştır. Vuorela ve ark., (2005) yaptıkları çalışmada, fenolik bileşikler açısından zengin olan kolza tohumu yağı ve çam kabuğu ekstraktının et lipitlerinin ve proteinlerinin oksidasyonu üzerindeki etkisini incelemiş, her iki ekstraktın da protein oksidasyonunu %42 ile %64 arasında önlediği kanıtlanmış, bu nedenle et endüstrisinde mükemmel bir antioksidan olarak kabul edilebileceği belirtilmiştir. Iglesias ve ark., (2010), *P.pinaster* kabuğundan elde edilen polifenolik ekstraktlarının balık yağı ile zenginleştirilmiş yiyeceklerdeki oksidasyonu inhibe etme üzerinde, Ahn ve ark., (2002) ise pişirilmiş etin oksidatif stabilitesinde önemli bir iyileşme sağlandığını bildirmişlerdir. Öte yandan, çam ekstraktları, meyve suyu endüstrisinde katkı maddeleri olarak önerilmiştir. Yeşil Çeliktas ve ark., (2010) portakal suyuna *P.brutia* ve *P. pinea* kabuğu ekstraktlarının ilavesini değerlendirdikleri çalışmada, çam kabuğu ekstraktı ile meyve suyu takviyesinin mevcut vitamin ve mineral takviyesi yerine meyve suyu teknolojisinde gelecek vaat eden bir yaklaşım olduğunu belirtmişlerdir. Frontela-Saseta ve ark. (2011), çam ekstraktı (piknogenol) ile zenginleştirilmiş meyve sularının *invitro* sindirim simülasyonu öncesi ve sonrası içeriklerini inceledikleri çalışmada, fenolik bileşik düzeyinin, ananas meyve suyunda 94.6 mg/100 mL'den 155.6 mg/100 mL'ye, kırmızı meyve sularında ise 406.9 mg/100 mL'den 478.5 mg/100 mL'ye yükseldiğini

belirlemişlerdir. Bu nedenle, meyve sularını piknogenol ile zenginleştirme, *invitro* gastrointestinal koşullarda yüksek stabiliteye sahip bir fenolik bileşik kaynağı olarak bildirilmiştir.

Fonksiyonel Olarak Kullanılan Çam Türleri

Pinus cinsine ait türler sistematikte *Gymnospermae*'lerin *Conifera* sınıfı, *Pinaceae* familyasına dâhildir. *Pinus* türleri çoğunlukla Kuzey Yarımküre'ye dağılmış geniş bir kozalaklı ağaç grubudur (Mármol ve ark., 2019). *Pinaceae* familyasına ait *Pinus* L. cinsi, doğal olarak Kuzey ve Güney Yarımküre'de, Avrupa, Asya ve Kuzey Amerika, Guatemala, Batı Hindistan, Kuzey Afrika ve Endonezya'da yetişmektedir. Bilinen yaklaşık 126 çam türü bulunmakta, Türkiye florası ise *Pinus silvestris* L., *P.nigra* Arnold, *P.brutia* Ten., *P.pinea* L. ve *P.halepensis* adlı beş çam türünden oluşmaktadır (Kozan ve ark., 2019). Dünya çapında geleneksel halk ilaçlarında yaygın olarak kullanılan çam ailesinin yüzden fazla türü arasında, *Pinus pinaster*, *P. sylvestris*, *P. brutia*, *P. pinea*, *P. koraiensis*, *P. maritima*, *P. eldarica* ve *P.nigra* gibi beslenme ve tıbbi amaçlar için kullanılan başlıca türler vardır. *P. pinaster* en çok araştırılan çam türüdür. Ancak *Pinus* spp.'nin diğer türlerinin biyolojik özellikleri hem ilaç hem de gıda endüstrisinde büyük potansiyel gösterdiğinden, bu araştırmalar yalnızca *P. pinaster* ile sınırlı kalmamıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Çam (*Pinus* spp.) türlerinin gıda endüstrisinde ve tıbbi bitki olarak potansiyel kullanımları

Çam türü	Kullanım nedeni	Kaynak
<i>P. koraiensis</i>	Gıda antioksidanı	Zhang ve ark., 2017; Zhang ve ark., 2021
<i>P. koraiensis</i> (fıstığı)	Gıda antioksidanı	Liang ve ark., 2018
<i>P. pinaster</i>	Gıda antioksidanı	Ahn, ve ark., 2002; Iglesias ve ark., 2010; Frontela-Saseta ve ark., 2011
<i>P. sylvestris</i>	Gıda antioksidanı	Vuorela ve ark., 2005
<i>P.brutia</i> , <i>P.pinea</i> , <i>P.pinaster</i>	Gıda antioksidanı	Yesil Celiktas ve ark., 2010
<i>P. pinaster</i>	Gıda antioksidanı, antiproliferatif etki	Touriño,ve ark., 2005
<i>P. pinea</i>	Gıdada antimikrobiyal etki	Kocabaş ve ark., 2008
<i>Pinus</i> spp.	Diyet lif kaynağı	Kartal ve Öztürk, 2016
<i>P. densiflora</i>	Biyo-bozunur antioksidan film	Han ve ark., 2018
<i>P. koraiensis</i>	Antikanser, antioksidan, immün düzenleyici	Yi,ve ark., 2017
<i>P. koraiensis</i> (fıstığı)	Hepatoprotektif (karaciğer koruyucu) etki, Yorgunluk, yaşlanma (anti-fatigue ve anti-aging) önleyici	Qu ve ark., 2019
<i>P. morrisonicola</i>	LDL oksidasyonu engelleme, antiinflamatuvar	Su ve ark., 2009
<i>P. pinaster</i>	Diyabet önleme	Yen ve ark., 2008
<i>P. pinaster</i>	Sedef hastalığı tedavisi	Stuard ve ark., 2010; Belcaro ve ark., 2013; Muchova ve ark., 2014
<i>P. pinaster</i>	Antiinflamatuvar ve immünomodülatör etki	Belcaro ve ark., 2014
<i>P. pinaster</i>	Kardiyovasküler hastalık risk faktörlerini azaltma	Belcaro ve ark., 2016; Ross, 2016; Jessberger ve ark., 2017
<i>P. radiata</i>	Nöroprotektif etki	Valls ve ark., 2016
		Pipingas ve ark., 2008; Chayasirisobhon, 2013; Theadom ve ark., 2013

Yapılan çalışmalar, çam türleri arasında en fazla *P.pinaster*'in araştırmalarda materyal olarak kullanıldığını ve özellikle tıbbi bitki olarak ele alındığını göstermektedir (Çizelge1). *P.pinaster*'in özellikle kabuklarından elde edilen ekstraktların kullanıldığı ve günümüzde ticarileştirilen ürünlerden biri olduğu bilinmektedir. Diğer taraftan, farklı çam türlerinin gıdalarda kullanımına dair yapılan çalışmaların özellikle bu bitkinin antioksidan aktivitesi ve oksidasyonuna bağlı gıda bozulmaları ile raf ömrü çalışmaları üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Tüm dünyada olduğu gibi, ülkemizde de tıbbi açıdan önemli olan bitkiler, yüzyıllardan beri halk arasında hastalıkların tedavisi amacıyla kullanılmaktadır. Sınırlı sayıda çalışma olsa da, bu bilgiler yapılan bazı etnobotanik çalışmaların da

yardımıyla günümüze kadar gelmiştir. Özellikle çam ormanlarının yoğun olduğu Karadeniz bölgesinde farklı çam türleri ve fraksiyonlarından bu amaçla faydalandığı bilinmektedir. Artvin ili merkez ilçesine bağlı mahalle ve köylerinde yapılan bir çalışma sonucunda yerli halkın *Pinaceae* familyasına ait Sarıçam ve Köknar bitkilerinin sakız, reçine, odun ve kozalaklarından faydalanma şekilleri belirlenmiştir (Bak, 2020). Benzer şekilde, Orman Genel Müdürlüğü'nün Çankırı'nın orman köylerinde yapmış oldukları etnobotanik çalışma sonucunda çam ağacından yöre halkının farklı şekillerde faydalandıkları görülmüştür (Özer ve ark., 2015). Halk arasında uygulanan bu tür geleneksel yöntemler bilimsel yaklaşımdan uzak uygulamalar olmakla birlikte geleneksel halk tıbbi niteliğindedir. Her iki çalışmada elde edilen sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Köknar, Sarıçam ve Karaçam'dan halk arasında geleneksel faydalanma yöntemleri

Bitki	Kullanılan kısmı	Kullanım şekli	Kullanılış amacı	Kaynak	
Köknar (<i>Abies</i> ssp.)	Sakızı	Çiğnenir ve yutulur	Mide rahatsızlıkları	Bak, 2020	
	Reçinesi	Sürülür	İltihaplı yaralar		
	Reçinesi	Kaynatılıp soğutularak yapılan haplar yutulur.	Mide ülseri		
Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i>)	Reçinesi	Zeytinyağı ve balmumu ile karıştırılıp sürülür.	Yara		
	Yeşil kozalağı	İnfüzyon veya dekoksion	Öksürük		
	Odunu	Isıtılarak, üzerine oturulur	İshal, karın ağrısı		
Karaçam (<i>Pinus nigra</i>)	Çam kozası-kozalağı (Açmamış)	2-3 kozalak suda kaynatılarak, balla karıştırılır	Astım		Özer ve ark., 2015
	Reçinesi	Direkt sürülür Kolafan kısmı direkt sürülür	Siğillerin düşürülmesi Kesiklerin kapanması		
	Sakızı (Yağrı, yağırı)	Yarının üzerine sürülerek Demlenip içilerek	Yara tedavisinde, yaranın kuruyup çatlamasını engellemek İltihaplı yarayı patlatmak İshali kesmek		
	Çam tozu (poleni)	Kaynatılıp içilir	Bronşit		
	Odundan elde edilen katran	Leblebi tozu ile karıştırılıp leblebi büyüklüğünde yuvarlanarak yutulur	Kısırlık		

Çam Fraksiyonlarının Fonksiyonel Nitelikleri

Çam kabuğu, iğneleri veya uçucu yağ dahil olmak üzere çamın farklı fraksiyonları, biyoaktif moleküllerindeki içeriklerinden dolayı farklı araştırmalarda yer bulmuştur (Cheng ve ark., 2015; Sharma ve ark., 2016; Basholli-Salihu ve ark., 2017). Ülkemizde de geleneksel olarak kullanılan halk ilaçlarının çeşitliliği oldukça fazladır. Çam (*Pinus*) tomurcuğu, palamutu, kozalağı, filizleri ve çırası da ilaç yapımında kullanılan fraksiyonlar arasında yer almaktadır. Çamın farklı bölümlerinin kullanımı ile yapılan bazı çalışmalarda ise benzer nitelikte sonuçlar bulunmuştur. Örneğin, Sadeghi ve ark., (2016), *P. eldarica*'dan hem uçucu yağın hem de kabuğun antibakteriyel etki gösterdiğini tespit etmiştir. Bu nedenle çam bütün olarak potansiyel yeni bileşiklerin kaynağı olarak düşünülebilir.

Kozalak

Kore çamı olarak bilinen *Pinus koraiensis* yöresel gıdalar, tıbbi tedaviler ve çam kozalaklarından elde edilen fonksiyonel maddeleri temel alan uygulamalarda kullanılan çam ağacı türlerinden biridir (Guan ve ark., 2012). *Pinaceae* familyasından biri olan *P.koraiensis*, Çin'in kuzeydoğusunda, özellikle Xiaoxing'anling bölgesinden Changbai Dağları'na kadar uzanan bölgede bol miktarda bulunur. Ming Hanedanlığı döneminde (1368 ~ 1644) Li Shizhen tarafından tedavi için kullanılan maddelerin (yöresel ilaçların) terapötik özellikleriyle ilgili bilgilerini derlediği, "Compendium of Materia Medica" adlı Çin herboloji kitabında, *P.koraiensis* başta olmak üzere diğer çam türlerinin kozalaklarına da yer verilmiştir (Zhang ve ark., 2021). Tıpta çam kozalakları toksik olarak değerlendirilmemektedir. Akciğerleri nemlendirmek, öksürüğü gidermek ve ateşi düşürmek için kullanılmıştır (Zhang ve ark., 2010). Bununla birlikte, kapsamlı araştırmalar, *P.koraiensis*'ten elde edilen çam kozalağının, antitümör, antiinflamatuvar, antibakteriyel ve antioksidan aktivitelere sahip flavonoidler, polisakkaritler ve fenolik bileşikler gibi çeşitli biyoaktif maddelere sahip olduğunu göstermiştir (Wang ve Hong, 2016; Yive ark., 2017).

Pinus ekstresi terpenoidler, steroidler, prosiyanidinleri ve flavonoidleri içermektedir (Lantto ve ark., 2009). Bu bileşikler üzerinde antibakteriyel, antifungal ve yara iyileştirme aktivitelerini ortaya çıkaran çeşitli biyolojik aktivite çalışmaları yapılmıştır (Smith ve ark., 2005; Suntar ve ark., 2012). Çam kozalaklarından elde edilen ekstraktların, reaktif oksijeni süpürücü etkisinin olduğu ve serum lipidlerini düşürdüğü bildirilmiştir (Kwak ve ark., 2006; Kartal ve Öztürk, 2016). Oksidatif stresten kaynaklanan süperoksit anyon, hidroksil ve ABTS+ radikalleri dahil olmak üzere reaktif oksijen türleri hücreler, dokular ve organlardaki biyolojik makromoleküllere saldırabilir. Hücrelerdeki yüksek reaktif oksijen konsantrasyonları, diyabet, ateroskleroz, kanser, nörodejenerasyon ve yaşlanma gibi hastalıkların olasılığını artırır (Xu ve ark., 2016). Bu nedenle, aşırı reaktif oksijenin *invivo* olarak temizlenmesi, canlı organizmalara önemli bir koruma sağlar (Fanve ark., 2012). Genellikle polisakkaritler, yapı ile ilişkili antioksidan aktiviteye sahiptirler. Üç boyutlu konformasyonları kadar, moleküler ağırlık, monosakkarit bileşimi, glikosidik bağların tipi ve dallanma derecesi gibi yapısal özellikler, polisakkaritlerin biyolojik aktivitesi ile ilgilidir (Jia ve ark., 2015; Miao ve ark., 2020). Zhang ve ark., (2017), *P.koraiensis*'in farklı fraksiyonlarından polisakkaritleri izole ederek karakterize etmişlerdir. Çam kozalaklarından ekstrakte edilen polisakkaritlerin, kabuk ve iğnelere elde edilenlere kıyasla daha iyi antioksidan aktiviteye sahip olduğunu, *P.koraiensis*'ten elde edilen polisakkaritlerin *invitro* antioksidan özelliklerinin, fizikokimyasal özellikleriyle ilişkili olduğu bulmuşlardır. Daha önce de Meng (2010), *P.koraiensis*'in çam kozalaklarından ekstrakte edilen ham polisakaritlerin antioksidan aktivitesini incelemiş ve polisakkaritlerin önemli ölçüde serbest radikal temizleme kabiliyetine sahip olduğunu ve ABTS+ radikaliyle IC₅₀ değerinin 28.0 mg/mL olduğunu belirtmiştir. Başka bir çalışmada dakademeli etanol çökeltilmesi kullanılarak izole edilen beş polisakkarit fraksiyonunun, *invitro* olarak güçlü radikal temizleme yeteneği ve antiproliferasyon etki gösterdikleri belirtilmiştir (Zou ve ark., 2013).

Yapılan çalışmalarda ülkemizde yetişen bazı çam türlerinin kök, gövde, kozalak, dal, sürgünlerinden elde edilen ekstraktların da antimikrobiyal (Kızıl ve ark., 2002, Eryılmaz ve ark., 2016), yara iyileştirici ve antiinflamatuvar aktivite (Tümen, 2010) ile antikarsinogenik etki (Aydın, 2013) gösterdikleri belirlenmiştir.

Kabuk

Kabuk fraksiyonunun, biyoaktif bileşikler açısından genellikle yüksek içerik gösterdiği bilinmektedir. Bileşenleri arasında, patojen istilasını geciktirme veya önleme gibi farklı fonksiyonlara

sahip maddeler, depo rezerv maddeleri ve bitkisel hormonlar bulunabilir. Farklı bitkilerden elde edilen ağaç kabuklarının, hastalıkları önleme ve tedavi için tıbbi değerli ürünler elde etmede kullanıldığı bilinmektedir. Örneğin, asetillenmiş formu aspirin olan salisilik asit, *Salix alba* kabuğundan elde edilir. Birkaç yıl öncesine kadar orman endüstrisi atığı olarak görülmesine rağmen, çam ağacı kabuğu da bu bağlamda, yeni biyomedikal bileşikler için ilginç bir kaynak olarak görülmektedir. Çam ağaçlarının kabuk kısmının, terebentin reçinesi ve tanen kaynağı olduğu (Zhang ve ark., 2021), eski dönemlerden bu yana öksürük şurubu olarak, inflamatuvar hastalıklarda, kanamaların önlenmesinde, yaraların ve diş ağrılarının tedavisinde kullanıldığı bilinmektedir.

Çam ailesinin 100'den fazla türü arasında, sahil çamı olarak da bilinen *Pinus pinaster* beslenme ve tıbbi amaçlar için en çok kullanılan türdür. *P. pinaster* Güney Fransa, İspanya, İtalya, Portekiz ve Fas'ta yaygın olarak bulunurken, Cezayir, Malta ve İran'ın kuzeyinde küçük popülasyonlar halinde bulunabilmektedir. Amerika'da "United States Pharmacopeia (USP)" da diyet takviyesi olarak kabul gören, sahil çam (*P. pinaster*) kabuğu ekstresi, karanlıkta ve kuru bir yerde muhafaza edildiğinde stabil kahverengi bir tozdur (Maimoona ve ark., 2011). Günümüzde *P. pinaster*'den ticari olarak da temin edilebilen, tescilli markaya sahip ve pek çok ülkede regülasyonlarca kabul görmüş Pycnogenol® ve Flavangenol® olmak üzere iki farklı ekstrakt bulunmaktadır. Fransa'nın güneybatı sahillerinde yetişen *P. pinaster* (*Pinus maritima*)'in kabuklarından elde edilen, prosiyanidinler ve fenolik asitler başta olmak üzere flavonoid/polifenol yapısında bir bitki ekstresi olan Pknogenol'un, gıda takviyesi olarak dünya çapında oral tüketimi bulunmaktadır. Bu ekstraktın toplam kompozisyonunun yaklaşık %65-75'i, insan sağlığı için faydalı olarak kabul edilen çeşitli zincir uzunluğuna sahip prosiyanidin-kateşin ve epikateşin parçalarıdır (Rohdewald, 2002). Minor olarak bulunan diğer bileşenleri, polifenolik monomerler, fenolik veya hidrokisisinamik asitler ve bunların glikozitleridir (Kurlbaum ve Hogger, 2011). Pknogenol, kabuğun su ve alkolle ekstrakte edilmesiyle elde edilmekte ve tüm dünyada besin takviyesi ve çeşitli hastalıklar için fitokimyasal olarak kullanılmaktadır. Bu ekstrakt, uzun süredir açık yaraları ve cilt hasarını iyileştirmek ve skorbüt hastalığını önlemek için de kullanılmaktadır (Ohkita ve ark., 2011). Kılcal geçirgenliği arttırdığı, askorbil radikalini yenileyebildiği ve endojen E vitamini ve glutasyonu oksidatif strese karşı koruyabildiği için dolaşım problemlerinin tedavisinde ve kardiyovasküler faydaları için de kullanılmaktadır (Marmol ve ark., 2019). Sahil çam kabuğu ekstresi hakkında yapılan *invitro* ve *invivo* çalışmalar terapötik etkinliğini desteklerken, yüksek antioksidan ve antiinflamatuvar etkisini ortaya çıkarmış, kardiyovasküler ve solunum yolu hastalıklarında, diyabette glisemik indeks kontrolü, alerji, kramp ve kas ağrıları gibi çeşitli fizyolojik rahatsızlıklarda koruyucu veya destekleyici tedavide yer bulabileceği belirtilmektedir (Becit ve ark., 2017).

Öte yandan, Flavangenol® ise, kabuğun sıcak suyla ekstrakte edilmesiyle elde edilmekte ve oligomerik proantosiyandinleri içermektedir (Shimada ve ark., 2012). Flavangenol®'ün UV'nin neden olduğu cilt kanseri üzerinde önleyici ve antihipertansif etkiye sahip olduğu, böbrek bozukluğu ve arteriyoskleroz bastırıcı, düşük yoğunluklu lipoprotein oksidasyonunu önleyici etkileri olduğu bilinmektedir. Pycnogenol® ve Flavangenol® gibi ticarileşmiş ürünler, bir ormancılık endüstrisi yan ürününün, farklı türden ekstraksiyon yöntemleriyle besin takviyesi olarak ikinci bir şansa sahip olabileceğinin iyi bir göstergesidir.

Diğer çam türleri de hem farmasötik hem de gıda endüstrisinde büyük potansiyel gösterdiği için, *Pinus spp.*'nin biyolojik özellikleri yalnızca *P. pinaster* türü ile sınırlı değildir. Yeşil-Çelikleş ve ark., (2009), *P. nigra*, *P. pinea*, *P. brutia* ve *P. sylvestris*'ten elde edilen ağaç kabuğu özlerinin fenolik ve biyolojik aktivitelerini analiz etmişler, *P. brutia* ve *P. nigra*'da, *P. sylvestris* ve *P. pinea*'dan daha yüksek içerik fenolik içerik ve bileşimde önemli farklılıklar bulmuşlardır. Radikal süpürme aktivitesi; *P. pinea*'da en yüksek seviyede (%88.6) iken, onu *P. nigra* (%87.2) ve *P. brutia* (%86.4) izlemiştir.

Geleneksel Türk tıbbında ise *P. nigra* subsp.*pallasiana* ve *P.sylvestris*, yara tedavisinde harici olarak kullanılmakta, ayrıca sığırlarda solucan tedavisinde ve kaynatılmış ekstraktı hemoroit, diyabet, karaciğer hastalıkları, soğuk algınlığı, bronşit, karın ağrısı ve ciltteki mantar enfeksiyonlarının tedavisinde de kullanılmaktadır (Ari ve ark., 2017). Ayrıca bitkinin katranı deri hastalıkları, egzama, osteomyelit ve viral enfeksiyonları tedavi etmek ve aynı zamanda keçileri parazitlerden korumak için de kullanılmaktadır (Ari ve ark., 2014; Ari ve ark., 2015; Ari ve ark., 2018).

Diğer çam fraksiyonları

Çam türlerinin yalnızca kabuk ve kozalakları değil, iğne, fıstık, sürgün, polen gibi farklı fraksiyonları da değişik amaçlarla kullanılmakta, çam terementisi, katran, sakız, tomurcuk gibi çok değişik ürünler de elde edilmektedir. Çam katranında fenol türevleri ve reçine asidi, çam sakızında kolofan ve reçine asidi, çam tomurcuğunda uçucu yağ ve reçineli maddeler, çam fıstığında sabit yağ, protein ve selüloz bulunur. *Pinus koraiensis*'in tohumu olan çam fıstığı, tüm dünyada yemeklerde, tatlılarda ve çerezlerde yaygın olarak kullanılmaktadır ve aynı zamanda iyi bilinen tıbbi bitkisel bir kaynaktır (Qu ve ark., 2019). Modern farmakolojik çalışmalar, çam fıstığının hiperlipidemi ve hipertansiyonu tedavi etmek için (Asset ve ark., 1997), yorgunluk ve iltihap önleyici, yaşlanma karşıtı (Su ve ark., 2009) ve antioksidan (Liang ve ark., 2018) olarak tüketilebileceğini göstermiştir. Bildirilen bu biyoaktiviteler, çoğunlukla çam fıstığında bulunan çoklu doymamış yağ asitlerine ve peptitlere bağlanmaktadır. Çam fıstığı yağı, doymamış yağ asidi, pinolenik asit- (cis-5-cis-9-cis-12 oktadekatrienoik asit) içerir. Çam tozu olarak da bilinen çam poleni ise, geleneksel olarak balgam söktürücü ve dişeti kanamalarının önlenmesinde etkili olan değerli bir besin maddesi olarak kabul edilir. Ayrıca parçalanmış çam iğneleri kümes hayvanları yemi olarak kullanılmaktadır (Zhang ve ark., 2021). Yağrı veya yağırı olarak bilinen çam sakızı ise özellikle yaraların tedavisinde yara yüzeyinin kuruyarak çatlamasını önlemek ve yaranın yumuşak kalmasını sağlamak için yöresel olarak kullanılır. Karaçam reçinesinin halk arasında siğillere sürülerek düşmesini sağladığı bilinmektedir. Çam yağları, kozmetikte koku olarak, yiyecekler için tatlandırıcı katkı maddeleri olarak ve içecekler ile çeşitli ev ürünlerinde koku verici maddeler olarak kullanılmaktadır (Sezik ve ark., 2010; Üstün ve ark., 2016). Farklı çam türlerinin sürgünlerinden ise Anadolu'nun farklı yörelerinde çam reçeli ve çam pekmezi adı verilen ürünler üretilmekte, fonksiyonel nitelikleri nedeniyle tüketilmektedir. Çam fraksiyonlarının veya ekstraktlarının kullanımı dışında fonksiyonel özellikleri nedeniyle, gıdalarda kullanımına dair yapılmış farklı çalışmalar da vardır. Kartal ve Öztürk (2016) tarafından yapılan çalışmada çam kozalağı toz forma getirilerek alternatif bir lif kaynağı olarak kek ve bisküvi formülasyonlarında kullanılmış, %20 oranında kullanımının duysal olarak kabul edilebilir olduğu ve fırıncılık ürünlerinde besinsel lif olarak kullanım potansiyelinin bulunduğu belirtilmiştir. Fraksiyonlara dair yapılan çalışmaların yanı sıra, fraksiyonların bir arada kullanımına dair yapılan çalışmalarda vardır. Hajhashemi ve ark.(2021), *Pinus elderica*'nın kabuğunun hidroalkolik ekstraktı ile yaprak uçucu yağı karışımını hayvan modelinde denedikleri *invivo* çalışmada, karışımın antinosiseptif ve antiinflamatuvar etki gösterdiğini, ödemi giderdiğini, kronik ağrıyı gidermesinin yanında karışımın iltihabı da önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir.

SONUÇ

Yapılan çalışmalarda farklı çam türlerinden elde edilen ekstraktların bileşim ve antioksidan aktivite bakımından çok farklı profillere sahip olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle gıda endüstrisindeki uygulamalar için farklı çam türlerinden hatta kabuk, kozalak gibi farklı fraksiyonlardan elde edilecek doğal antioksidan karışımların tasarımının faydalı olacağı düşünülmektedir. Çok yönlü kullanıma sahip olmasına rağmen, sınırlı araştırma geliştirme çalışmaları nedeniyle birçok çam kozalağı, kabuğu

gibi farklı fraksiyonlar yakacak olarak atılmakta ve bu da büyük miktarda kaynak israfına ve kayba neden olmaktadır. Farklı çam fraksiyonlarının kullanımı ile üretilmiş global pazardaki ticarileşmiş ürünler, ormancılık endüstrisi yan ürünlerinin, farklı türden ekstraksiyon yöntemleriyle besin takviyesi olarak ikinci bir yaşama sahip olabileceğinin en iyi kanıtıdır. Ülkemizin bu alanda sahip olduğu büyük ekolojik sistem ve kaynaklar ile günümüz tüketicisinin gıda ve katkı maddelerinden fonksiyonellik ve doğallık beklentisi göz önüne alındığında, yapılacak araştırmaların gıda sektörüne büyük katkı sağlayacağı açıktır. Diğer taraftan, gıda takviyesi olarak diyeteye veya katkı olarak gıdalara eklenebilecek çam ekstraktlarını elde etmek için kullanılan yöntemlerin, çözenlerin ve toksikolojik etkilerin de göz önünde bulundurulması gerektiği düşünülmektedir.

Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Ahn J, Grün IU, Fernando LN, 2002. Antioxidant properties of natural plant extracts containing polyphenolic compounds in cooked ground beef. *Journal of Food Science*, 67(4): 1364–1369.
- Altaş S, 2009. *Cedrus libani* (sedir) ve *Abies cilicia* (köknar) reçine özütlerinin antimikrobiyal ve antioksidant aktivitelerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Diyarbakır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 1-146.
- Ari S, Kargiöglu M, Temel, M Konuk M, 2014. Traditional tar production from the Anatolian Black Pine [*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe var. *pallasiana*] and its usages in Afyonkarahisar, Central Western Turkey. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 10: 29
- Ari S, Kargiöglu M, Yildirim HI, Konuk M, 2018. An ethnobotanical approach to animal diseases and biological control in Antalya: Southern Turkey. *Indian Journal of Traditional Knowledge (IJTK)*. 17, 59–70.
- Ari S, Temel M, Kargiöglu M, Konuk M, 2015. Ethnobotanical survey of plants used in Afyonkarahisar-Turkey. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 11:84.
- Ari S, Temel M, Konuk M. 2017. An ethnobotanical approach to MRSA (Methicillin resistant *Staphylococcus aureus*) in Western Anatolia: a case of Afyonkarahisar. *Indian Journal of Traditional Knowledge (IJTK)*. 16: 35–43.
- Asset G, Wolff R L, Bauge E, Fruchart JC, Dallongeville J, 1997. 91Δ5 olefinic acids extracted from pine tree seeds decrease serum triglyceride levels in rats. *Atherosclerosis*, 130:24.
- Aydin E, Türkez H, Geyikoğlu F, 2013. Antioxidative, anticancer and genotoxic properties of α-pinene on N2a neuroblastoma cells. *Biologia*, 68: 1004–1009.
- Basholli-Salih M, Schuster R, Hajdari A, Mulla D, Viernstei H, Mustafa B, et al, 2017. Phytochemical composition, anti-inflammatory activity and cytotoxic effects of essential oils from three *Pinus* spp. *Pharmacien Biologiste*, 55(1): 1553–1560. <https://doi.org/10.1080/13880209.2017.1309555>
- Bak F, Çifci K, 2020. Artvin'in merkez köylerinde bazı tıbbi bitkilerin yöresel kullanımları. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 318-329.
- Becit M, Aydın S, Başaran N, 2017. İnsan Sağlığında Pknogenol: Bir Genel Derleme, *FABAD Journal of Pharmaceutical Sciences*, 42(2):125-138.
- Belcaro G, Cornelli U, Luzzi R, Cesarone, MR, Dugall, M. Feragalli B, et al. 2013. Pycnogenol® supplementation improves health risk factors in subjects with metabolic syndrome. *Phytotherapy Research*, 27(10): 1572–1578. <https://doi.org/10.1002/ptr.4883>.
- Belcaro, G, Feragalli, B, Hosoi M, Dugall M, Cornelli, U 2016. Pycnogenol® reduces the wheal and flare response to histamine in normal subjects. *Minerva Biotechnologica*, 28(2): 114–119.

- Belcaro, G., Luzzi, R., Hu, S., Cesarone, M. R., Dugall, M., Ippolito, E., ... Caporale, S. 2014. Improvement in signs and symptoms in psoriasis patients with Pycnogenol® supplementation. *Panminerva Medica*, 56(1): 41–48
- Burchi, F., Fanzo, J. and Frison, E. 2011. The role of food and nutrition system approaches in tackling hidden hunger. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8, 358–373.
- Charles, D. J. (Ed.). 2013. Antioxidant properties of spices, herbs and other sources. New York: Springer.
- Chayasirisobhon, S. 2013. Efficacy of *Pinus radiata* bark extract and vitamin C combination product as a prophylactic therapy for recalcitrant migraine and long-term results. *Acta Neurol Taiwan*, 22(1), 13–21 doi:10196099/221013
- Cheng MC, Chang WH, Chen CW, Li WW, Tseng CY, SongTY,2015. Antioxidant properties of essential oil extracted from *Pinus morrisonicola* hay needles by supercritical fluid and identification of possible active compounds by GC/MS. *Molecules*, 20(10), 19051–19065. <https://doi.org/10.3390/molecules201019051>
- Eryilmaz M., Tosun A. and Tümen İ. 2016. Antimicrobial activity of some species from *Pinaceae* and *Cupressaceae*. *Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences*, 13(1), 35-40.
- Esmaeili S, Dayani L, Taheri A, Zolfaghari B,2021. Phytochemical standardization, formulation and evaluation of oral hard gelatin capsules from *Pinus eldarica* bark extract. *Avicenna journal of phytomedicine*. 11(2):168-179.
- Fan, L. P., Li, J. W., Deng, K. Q., and Ai, L. Z. 2012. Effects of drying methods on the antioxidant activities of polysaccharides extracted from *Ganoderma lucidum*. *Carbohydrate Polymers*, 87(2), 1849–1854.
- Fradinho, D. M., Pascoal-Neto, C., Evtuguin, D., Jorge, F. C., Irle, M. A., Gil, M. H., et al. 2002. Chemical characterisation of bark and of alkaline bark extracts from maritime pine grown in Portugal. *Industrial Crops and Products*, 16: 23–32.
- Frontela-Saseta, C, Lopez-Nicolas R, Gonzalez-Bermudez CA, Peso-Echarri P, Ros-Berruezo G, Martinez-Gracia C, ...Virgili F,2011. Evaluation of antioxidant activity and antiproliferative effect of fruit juices enriched with Pycnogenol® in colon carcinoma cells. The effect of in vitro gastrointestinal digestion. *Phytotherapy Research*, 25(12): 1870–1875. <https://doi.org/10.1002/ptr.3625>.
- Guan Y, Zhang DW, Liu W, Hao LL, Liu SC, 2012. Research advance of natural polysaccharide in *Pinus*. *Journal Anhui Agricultural Sciences*, 40(25): 12357–12359.
- HanY, Yu M, Wang L, 2018. Bio-based films prepared with soybean by-products and pine (*Pinus densiflora*) bark extract, *Journal of Cleaner Production*, 187, 1-8
- Hajhashemi V, Zolfaghari B, Amin P, 2021. Anti-nociceptive and anti-inflammatory effects of hydroalcoholic extract and essential oil of *Pinus eldarica* in animal models. *Avicenna journal of phytomedicine*. 11(5):494-504. doi:10.22038/AJP.2021.18038
- Iglesias J, Pazos M, Lois S, Medina I,2010. Contribution of galloylation and polymerization to the antioxidant activity of polyphenols in fish lipid systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(12): 7423–7431. <https://doi.org/10.1021/jf100832z>.
- Iravani S, Zolfaghari B,2014. Phytochemical analysis of *Pinus eldarica* bark. *Research in Pharmaceutical Sciences*, 9(4): 243–250.
- Jerez M, Pinelo M, Sineiro J, Nuñez MJ,2006. Influence of extraction conditions on phenolic yields from pine bark: Assessment of procyanidins polymerization degree by thiolysis. *Food Chemistry*, 94: 406–414.
- Jessberger S, Hogger P, Genest F, Salter DM, Seefried L,2017. Cellular pharmacodynamic effects of Pycnogenol® in patients with severe osteoarthritis: A randomized controlled pilot study. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 17(1): 537. <https://doi.org/10.1186/s12906-017-2044-1>
- Jia XJ, Zhang C, Qiu, JF, Wang LL, Bao JL, Wang K, et al. 2015. Purification, structural characterization and anticancer activity of the novel polysaccharides from *Rhynchosia minima* root. *Carbohydrate Polymers*, 132: 67–71.
- Kartal E, Öztürk S,2016. Pine cone as an alternative dietary fiber source and its effect on cake and cookie quality, *Gıda*, 41 (5): 291-297

- Kaur C, Kapoor HC, 2001. Antioxidants in fruits and vegetables - the millenium's healt. *International Journal of Food Science and Technology*, 36:703–725.
- Kızıl M, Kızıl G, Yavuz M, Aytekin Ç, 2002. Antimicrobial activity of resins obtained from the roots and stems of *Cedrus libani* and *Abies cilicia*, *Applied Biochemistry and Microbiology*, 38: 144-146.
- Kim NY, Jang MK, Lee DG, Yu KH, Jang H, Kim M, Kim SG, Yoo BH, Lee SH. 2010. Comparison of methods for proanthocyanidin extraction from pine (*Pinus densiflora*) needles and biological activities of the extracts, 4(1): 16-22. <https://doi.org/10.4162/nrp.2010.4.1.16>
- Kocabas EEH, Yesil O, Isleten M, Sukan FV, 2008, Antimicrobial activity of pine bark extract and assessment of potential application in cooked red meat, *Gıda*, 33 (3): 123-127.
- Kozan E, Ilhan M, Tümen I, Küpeli Akkol E, 2019. The scolicidal activity of the essential oil obtained from the needles of *Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe on hydatid cyst, *Journal of Ethnopharmacology*, 235: 243–247. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2019.02.018>
- Kurlbaum M, Hogger P, 2011. Plasma protein binding of polyphenols from maritime pine bark extract (USP). *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 54(1): 127–132. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2010.07.038>
- Kwak CS, Moon SC, Lee MS, 2006. Antioxidant, antimutagenic, and antitumor effects of pine needles (*Pinus densiflora*). *Nutrition and Cancer*, 56: 162-171.
- Lantto TA, Dorman HJD, Shikov AN, Pozharitskaya ON, Makarov VG, Tikhonov VP, Hiltunen RAR, 2009. Chemical composition, antioxidative activity and cell viability effects of a Siberian pine (*Pinus sibirica* Du Tour) extract. *Food Chemistry*. 112: 936–943.
- Liang R, Cheng S, Wang X, 2018. Secondary structure changes induced by pulsed electric field affect antioxidant activity of pentapeptides from pine nut (*Pinus koraiensis*) protein. *Food Chemistry*, 254: 170–184
- Maimoona, A., Naeem, I., Saddiqe, Z. and Jameel, K. 2011. A review on biological, nutraceutical and clinical aspects of French maritime pine bark extract. *Journal of Ethnopharmacology*, 133(2): 261–277. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.10.041>
- Mármol I, Quero J, Jiménez-Moreno N, Rodríguez-Yoldi MJ, Ancín-Azpilicueta C, 2019. A systematic review of the potential uses of pine bark in food industry and health care, *Trends in Food Science & Technology* 88: 558–566.
- Meng Q, 2010. Separation, purification and bioactivity of polysaccharide from pine cone of *Pinus koraiensis*. Master Thesis. Harbin, Heilongjiang, China: Harbin Institute of Technology.
- Miao JN, Regenstein JM, Qiu, JQ, Zhang JQ, Zhang XP, Li HX, et al, 2020. Isolation, structural characterization and bioactivities of polysaccharides and its derivatives from *Auricularia*-A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 150: 102–113.
- Muchova J, Orszaghova Z, Zitnanova I, Trebaticky B, Breza J, Durackova Z, 2014. The effect of natural polyphenols on the oxidative stress markers in patients with diabetic nephropathy. *Free Radical Biology and Medicine*, 75(1): S42. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2014.10.795>
- Nisca A, Ștefănescu R, Stegăruș DI, Mare AD, Farczadi L, Tanase C, 2021. Comparative study regarding the chemical composition and biological activity of pine (*Pinus nigra* and *P. sylvestris*) bark extracts. *Antioxidants*. 10(2):327. <https://doi.org/10.3390/antiox10020327>
- Ohkita M, Kiso Y, Matsumura, Y, 2011. Pharmacology in health foods: Improvement of vascular endothelial function by French maritime pine bark extract (Flavangenol). *Journal of Pharmacological Sciences*, 115(4): 461–465
- Özer A, Akdemir R, Yılmaz S, Yılmaz Ö, Arslan, N, 2015. Çankırı'nın Orman Köylerinde Odun Dışı Orman Ürünlerinin (ODOÜ) Geleneksel (Etnobotanik) Kullanımının Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi. İç Anadolu Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü.
- Qu H, Gao X, Zhao HT, Wang ZY, Yi JJ, 2019. Structural characterization and in vitro hepatoprotective activity of polysaccharide from pine nut (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.), *Carbohydrate Polymers*, 223: 115056. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.115056>

- Pipingas A, Silberstein RB, Vitetta L, Rooy CV, Harris EV, Young JM, ... Nastasi J,2008. Improved cognitive performance after dietary supplementation with a *Pinus radiata* bark extract formulation. *Phytotherapy Research*, 22(9): 1168–1174. <https://doi.org/10.1002/ptr.2388>.
- Roberfroid M,2002. Functional food concept and its application to prebiotics. *Digestive and Liver Disease*, 34(2): 105–110.
- Rohdewald P, 2002. A review of the French maritime pine bark extract (Pycnogenol), a herbal medication with a diverse clinical pharmacology. *International Journal of Clinical Pharmacology & Therapeutics*, 40(4): 158–168.
- Ross SM,2016. Allergic rhinitis: A proprietary extract of *Pinus pinaster* Aiton (Pycnogenol) is found to improve the symptoms associated with allergic rhinitis. *Holistic Nursing Practice*, 30(5): 301–304. <https://doi.org/10.1097/HNP>.
- Sadeghi M, Zolfaghari B, Jahanian-Najafabadi A, Abtahi SR,2016. Anti-pseudomonas activity of essential oil, total extract, and proanthocyanidins of *Pinus eldarica* Medw. bark. *Research in Pharmaceutical Sciences*, 11(1): 58–64.
- Sezik A, Ustun O, Demirci B, Başer KHC,2010 Composition of the essential oils of *Pinus nigra* Arnold from Turkey. *Turkish Journal of Chemistry*, 34: 313–325.
- Shahidi F,2004. Functional foods: Their role in health promotion and disease prevention. *Journal of Food Science*, 69(5): 146–149.
- Sharma A, Goyal R, Sharma L,2016. Potential biological efficacy of *Pinus* plant species against oxidative, inflammatory and microbial disorders. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 16:35. <https://doi.org/10.1186/s12906-016-1011-6> 10.
- Shimada T, Tokuhara, D, Tsubata M, Kamiya T, Kamiya-Sameshima M, Nagamine R, ... Aburada M,2012. Flavangenol (Pine bark extract) and its major component procyanidin B1 enhance fatty acid oxidation in fat-loaded models. *European Journal of Pharmacology*, 677(1–3): 147–153. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2011.12.034>
- Smith E, Williamson E, Zloh M, Gibbons S,2005. Isopimaric acid from *Pinus nigra* shows activity against multidrug-resistant and EMRSA strains of *Staphylococcus aureus*. *Phytotherapy Research*. 19, 538–542.
- Stuard S, Belcaro G, Cesarone MR, Ricci A, Dugall M, Cornelli U, ... Rohdewald PJ,2010. Kidney function in metabolic syndrome may be improved with Pycnogenol®. *Panminerva Medica*, 52(2 Suppl. 1): 27–32 R41102518
- Su, X.-Y., Wang, Z.-Y. and Liu, J.-R. 2009. In vitro and in vivo antioxidant activity of *Pinus koraiensis* seed extract containing phenolic compounds. *Food Chemistry*,117(4): 681–686
- Suntar I, Tumen I, Ustun O, Keles H, Akkol EK,2012. Appraisal on the wound healing and anti-inflammatory activities of the essential oils obtained from the cones and needles of *Pinus* species by in vivo and in vitro experimental models. *Journal of Ethnopharmacology*. 139: 533–540.
- Theadom A, Mahon, S., Barker-Collo, S., McPherson, K., Rush, E., Vandal, A. C., et al. 2013. Enzogenol for cognitive functioning in traumatic brain injury: A pilot placebo- controlled RCT. *European Journal of Neurology*, 20(8): 1135–1144. <https://doi.org/10.1111/ene.12099>.
- Touriño S, Selga A, Jimenez A, Julia L, Lozano C, LizarragaD, ... Torres JL,2005. Procyanidin fractions from pine (*Pinus pinaster*) bark: Radical scavenging power in solution, antioxidant activity in emulsion, and antiproliferative effect in melanoma cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(12): 4728–4735. <https://doi.org/10.1021/jf050262q>
- Tumen I, Hafizoglu H, Kilic A, Dönmez IE, Sivrikaya H, Reunanen M,2010. Yields and Constituents of Essential Oil from Cones of Pinaceae spp. Natively Grown in Turkey. *Molecules*, 15: 5797-5806
- Ustun O, Sezik E., Kurkcuoglu M. and Baser K. H. C. 2006. Study Of The Essential Oil Composition Of *Pinus sylvestris* From Turkey. *Chemistry of Natural Compounds*, Vol. 42, No. 1
- Valls RM, Llauro E, Fernandez-Castillejo S, Puiggros F, Sola R, Arola L, et al, 2016. Effects of low molecular weight procyanidin rich extract from French maritime pine bark on cardiovascular disease risk

- factors in stage-1 hypertensive subjects: Randomized, double-blind, crossover, placebo-controlled intervention trial. *Phytomedicine*, 23(12): 1451–1461. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2016.08.007>
- Vuorela S, Salminen H, Makela M, Kivikari R, Karonen M, Heinonen M, 2005. Effect of plant phenolics on protein and lipid oxidation in cooked pork meat patties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(22): 8492–8497. <https://doi.org/10.1021/jf050995a>.
- Wang T, Hong M, 2016. Solid-state NMR investigations of cellulose structure and interactions with matrix polysaccharides in plant primary cell walls. *Journal of Experimental Botany*, 67(2): 503–514.
- Willcox JK, Ash, S. L. and Catignani, G. L. 2004. Antioxidants and prevention of chronic disease. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44(4), 275–295. <https://doi.org/10.1080/10408690490468489>
- Xu Z, Wang HD, Wang BL, Fu L, Yuan M, Liu J, et al, (2016). Characterization and antioxidant activities of polysaccharides from the leaves of *Lilium lancifolium* Thunb. *International Journal of Biological Macromolecules*, 92: 148–155.
- Yen GC, Duh PD, Huang DW, Hsu CL, Fu TY, 2008. Protective effect of pine (*Pinus morrisonicola* Hay.) needle on LDL oxidation and its anti-inflammatory action by modulation of iNOS and COX-2 expression in LPS-stimulated RAW 264.7 macrophages. *Food and Chemical Toxicology*, 46(1): 175–185. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.07.012>
- Yesil Celiktas O, Isleten M, Vadar-Sukan F, Oyku C, 2010. In vitro release kinetics of pine bark extract enriched orange juice and the shelf stability. *British Food Journal*, 112: 1063–1076
- Yesil-Celiktas O, Ganzera M, Akgun I, Sevimli C, Korkmaz KS, Bedir E, 2009. Determination of polyphenolic constituents and biological activities of bark extracts from different *Pinus* species. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(8): 1339–1345.
- Yi J, Qu H, Wu YZ, Wang ZY, Wang L, 2017. Study on antitumor, antioxidant and immunoregulatory activities of the purified polyphenols from pinecone of *Pinus koraiensis* on tumor-bearing S180 mice in vivo. *International Journal of Biological Macromolecules*, 94 (PartA): 735–744. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.10.071>
- Zhang H., Zou, P., Zhao, H., Qiu, J., Mac Regenstein, J. and Yang, X. 2021. Isolation, purification, structure and antioxidant activity of polysaccharide from pinecones of *Pinus koraiensis*, *Carbohydrate Polymers*, 251: 117078. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.117078>
- Zhang H, Zhao HT, Yao L, Yang X, Shen SY, et al, 2017. Isolation, physicochemical properties, and in vitro antioxidant activity of polysaccharides extracted from different parts of *Pinus koraiensis*. *Journal of Wood Chemistry and Technology*, 37(1–3): 225–240, <https://doi.org/10.1080/02773813.2016.1272125>
- Zhang Z, Xiao, H., Jiao, C. X. and Liu, G. M. 2010. Studies on chemical constituents from *Pinus armandi* Franch. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 38(24): 13258–13259,
- Zou P, Yang X, Huang WW, Zhao HT, Wang J, Xu RB, et al, 2013. Characterization and bioactivity of polysaccharides obtained from pine cones of *Pinus koraiensis* by graded ethanol precipitation. *Molecules*, 18(8): 9933–9948. <https://doi.org/10.3390/molecules18089933>.