BAHÇE 46 (Özel Sayı 1: V. Uluslararası Katılımlı Üzümsü Meyveler Sempozyumu): 199–210

2017

DUT (*Morus* spp.) BİTKİSİNİN BİOAKTİF BİLEŞENLERİ

Fatma YILDIRIM[1] **Bekir ŞAN[1]** **Adnan N. YILDIRIM[1]**

ÖZET

Yapılan çalışmalar insan sağlığının korunmasında ve hastalıkların önlenmesinde üzümsü meyvelerin oldukça önemli rolleri olduğunu göstermektedir. Bu meyvelerin insan sağlığı üzerine olumlu etkileri içermiş oldukları bioaktif bileşenlerden kaynaklanmaktadır. Bu bileşenlerce zengin meyve türlerinden biri de duttur (*Morus* spp.). Dut meyveleri güçlü antioksidan özellik gösteren antosiyaninlerce zengindir. Başlıca antosiyaninler; akciğer kanser hücrelerinin istilasını engelleyici etkiye sahip olduğu rapor edilen siyanidin–3–glikozid ve siyanidin–3–rutinozid ile siyanidin–3–sophorosid, pelargonidin–3–glikozid ve pelargonidin–3–rutinozid'dir. Ayrıca dut meyvesi bol miktarda şeker, vitamin C ve organik asit içermektedir. Dut yaprakları güçlü bir α–glikozid engelleyicisi olarak bilinen 1–deoksinojirimycin içermektedir. Bu nedenle Asya ülkelerinde diyabet hastaları antihiperglisemik gıda olarak dut yaprak çaylarını kullanmaktadır. Bu çalışmada farklı dut türlerinin fitokimyasal içerikleri ve antioksidant aktiviteleri üzerine yapılan çalışmalar incelenerek, derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dut, meyve, yaprak, fitokimyasal, antioksidant

ABSTRACT

BIOACTIVE COMPOUNDS OF MULBERRY (*Morus* spp.)

Studies show that berries have very important role in the prevention of disease and the protection of human health. These positive effects on human health of the fruits are resulted from bioactive compounds. One of the fruits, are rich based on that compound, is mulberry. Mulberry fruit is very rich in regard to anthocyanin having a strong antioxidant effect. Major anthocyanin is siyanidin–3–sophorosid, pelargonidin–3–glikozid, elargonidin–3–rutinozid, siyanidin–3–glikozid and siyanidin–3–rutinozid. It was reported that siyanidin–3–glikozid and siyanidin–3–rutinozid are effective on prevention of lung cancer. In addition, mulberry fruits contain high amounts of sugar, vitamin C and organic acids. Mulberry leaves contain 1–deoksinojirimycin known as a powerful α–glycoside blocker. Therefore, people with diabetes in Asian Countries use mulberry leaf tea as anti–hyperglycemic food. Previous studies interested in bioactive content and antioxidant activity of different mulberry species were reviewed in the study.

Keywords: Mulberry, fruit, leaf, phytochemicals, antioxidants

[1] Doç. Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, ISPARTA

GİRİŞ

Son yıllarda geniş uygulama alanlarında (tıp, bitki bilimi, farmakoloji, ziraat, kozmetik, gıda endüstrisi, nano-canlı-bilimi vb.) bioaktif bileşiklere ve bu bileşikleri üreten bitkilere giderek artan bir ilgi yaşanmaktadır. Bir bioaktif bileşik basitçe biyolojik aktiviteye (yaşayan organizma üzerinde direkt pozitif veya negatif etki gösterme) sahip bir maddedir. Bitkiler, sekonder metabolizma yolu ile geniş bir yelpazede antioksidan, antimutajen ve antikansorejen gibi birçok aktivite gösteren bioaktif bileşikleri üretmektedirler. Bu bileşikler sentez yollarına göre; terpenoidler, alkaloidler ve fenolikler olarak başlıca üç grupta toplanmaktadır. Bu bileşikleri tüketen insan ve hayvanlarda bitki türüne ve yenilen doza göre iyileştirici etkilerinden ölümcül etkilerine kadar çok farklı sonuçlar ortaya çıkabilmektedir. Bu maddeler gerçekten alternatif tedavi unsurları olarak yararlı olabilmekte veya yeni sentetik maddeler için model oluşturabilmektedirler. Böylelikle birçok bitkide var olan bioaktif bileşiklerin tanımlanması, ekstraksiyonu ve ticari preparat veya ilaç haline dönüştürülmesi önemli konuların başında gelmektedir. Son yıllarda değişik bitkilerin daha çok antioksidant aktivitesini içeren çoklu biyolojik etkileri üzerine birçok çalışma rapor edilmiştir. Özellikle çalışmalar doğal antioksidanlar, fonksiyonel ve sağlık yararı sağlayan gıdalar (nutrasötikler) için yeni kaynakların bulunması üzerine yoğunlaşmıştır [48]. Meyve ve sebzeler içermiş oldukları fenolik maddeler nedeniyle antioksidatif aktivite gösteren kaynakların başında gelmektedir ve insan sağlığının korunması ve hastalıkların önlenmesinde önemli rolleri bulunmaktadır.

Moraceae familyasına içerisinde yer alan *Morus* spp.'nin (dut) hem meyvelerinden hem de yapraklarından yararlanılmaktadır. *Morus* cinsinin Himalaya'nın eteklerinden orjinlendiğine ve buradan tropikal, suptropikal ve ılıman iklim bölgelerine insanlar tarafından yayıldığına inanılmaktadır. Vavilov [52] dutu Çin–Japonya gen merkezinde göstermiştir. Linneaus [33] *Morus* cinsi içerisinde 5 türü sınıflamıştır [53]. Bunlar; *Morus alba* L., *M. nigra* L., *M. rubra* L., *M. tartarica* L. ve *M. indica* L.'dır. Daha sonraları özellikle floral karakterleri (stil ve stigma uzunluğu ve şekli vb.) temelinde 150'den fazla türü tanımlanmıştır [39, 53]. Ancak botanikçilerin büyük çoğunluğu tarafından sadece 10–16'sı genel kabul görmektedir [39]. En iyi bilinen dut türleri *M. alba* L. (beyaz dut), *M. nigra* L. (kara dut) ve *M. rubra* L. (kırmızı dut) dır. *M. alba* L. beyaz ve mor renkli, tatlı ve düşük asitli; *M. nigra* L. oldukça koyu renkli, tatlı mayhoş ve *M. rubra* L. koyu renkli tatlı ve kuru maddesi yüksek ve düşük asitli meyvelere sahiptir [42]. Dutun meyve, yaprak, kabuk ve dallarından değişik şekillerde yararlanılmaktadır. Yaprakları özellikle Uzakdoğu ülkelerinde hem ipekböceğinin beslenmesinde kullanılırken hem de kurutularak çaylar yapılmaktadır. Meyveleri ise taze, kurutulmuş ve işlenmiş (pekmez, reçel, jöle, pestil, şurup, vb.) olarak tüketilmektedir. Bununla birlikte dut bitkisinin değişik organları (meyve, kök, dal, kabuk, yaprak) ülkemiz de dahil olmak üzere Hindistan, Çin ve Japonya gibi ülkelerde farklı hastalıkların (şeker, hipertansiyon, iltihap giderici, kansızlık vb.) tedavisinde geleneksel olarak çok uzun yıllardan beri kullanılagelmiştir. Farklı araştırıcılar tarafından *Morus* türlerinin besinsel potansiyeli ve kalitesi ile kimyasal komposizyonu daha önceden çalışılmıştır. Bununla birlikte özellikle son 10 yılda çalışmalar, dutun meyve, kök, kabuk, yaprak ve ekstraktlarının bioaktif bileşenleri ve aktivitelerinin belirlenmesi üzerine hız kazanmıştır. Çalışma sonuçları dut bitkisinin güçlü antioksidan özellik gösteren antosiyaninler ve fenolik maddelerce zengin olduğunu ortaya koymuştur. Yine bu bileşiklerin antioksidant, antidiyabetik, antialerjik, antiastım, antideprasan, antitrombosit, sitotoksik, iltihap önleyici ve antimikrobial gibi farklı bioaktive gösterdikleri saptanmıştır. Örneğin antidiyabetik etki gösteren aktif maddeler duttan ayrıştırılmıştır [45]. Genel olarak *Morus* cinsi umut verici tıbbi özelliklere sahip çok fonksiyonlu bir bitkidir. Bu çalışmada, *Morus* cinsinin bioaktif bileşenleri ve aktiviteleri üzerine yapılan çalışmalar incelenerek, derlenmiştir.

Dut Bitkisinin Biokatif Bileşenleri

Dutun kimyasal yapısı hakkında ilk çalışmalar 1970'li yıllara dayanmaktadır. Günümüze kadar özellikle birçok *Morus* cinsinin (özellikle *M. alba, M. indica, M. nigra ve M. laevigata*)

kimyasal yapısı üzerine çalışmalar yapılmıştır [14, 18, 22]. Sonuçta dut bitkisinin diel-alder reaksiyon ürünleri, benzofuranlar, stilbenoidler, fenolik asitler, flavonoidler, antosiyaninler, kumarinler ve triterpenoidler gibi birçok kimyasal madde içerdiği saptanmıştır [59]. Qing ve ark. [47] *Morus* türlerinin başlıca polyfenollerinin klorojenik asit (fenolik asit), quersetin 3-O-rutinosid (flavonol türevi) ve siyanidin 3-O-glukosid (antosiyanin) olduğunu bildirmiş ve methanol ekstraktının antioksidant ve α-glukosidaz engelleyici aktivite gösterdiğini saptamıştır. Dut yapraklarının başlıca kimyasal yapısını flavonoidler oluşturmakta ve bunlar antioksidan, antimikrobiyal, cilt beyazlatma, sitotoksik, antidiyabetik, glukozidaz inhibisyonu, antihiperlipidemik, antiaterosklerotik, antiobezite, kalp koruyucu ve idrak geliştirici gibi çeşitli biyolojik aktivitelere sahiptirler. Meyveler antosiyaninler ve alkaloidlerce zengindir ve antioksidan, antidiyabetik, antiaterosklerotik, antiobezite ve karaciğer koruyucu gibi farmakolojik özelliklere sahiptir. Dut kök kabuğu flavonoidler, alkaloidler ve stilbenoidler içermektedir ve bunlar antimikrobiyal, cilt beyazlatma, sitotoksik, antienflamatuar ve antihiperlipidemik özelliklere sahiptir [55].

Fenolik maddeler

Fenolik bileşikler önemli sekonder metabolit ürünleridir. Temel olarak flavonoid olmayanlar (fenolik asitler ve stilbenoidler) ve flavonoidler olmak üzere iki grupta toplanmaktadır. Fenolik asitler basit fenolik grubu içerisinde yer alır ve hidroksibenzoik asit (gallik asit, siringik asit) ve hidroksisinamik asit (kafeik asit, ferulik asit, p-kumarik asit) olmak üzere iki alt gruba ayrılır. Ayrıca stilbenler (resveratrol) flavonoid olmayan diğer fenolikler içerisinde yer alır. Flavonoidler bitki hücrelerinin vakuollerinde bulunan ve suda eriyebilen pigmentlerdir. Polifenoller grubu içerisinde geniş bir yer almaktadır. Flavonoidler başlıca 6 grupta sınıflandırılmaktadır. Bunlar; flavanollar (kateşin, epikateşin, gallokateşin), flavonlar (apigenin, rutin, luteolin, luteolin glikozid), flavonollar (kaempferol, quersetin, myrisetin), flavanonlar (naringin, naringenin, hesperidin), isoflavonlar (genistin, daidzin) ve antosiyanidinler (apigenidin, siyanidin) dir. Güçlü bir antioksidan olan falvonoidler insan sağlığını teşvik edici ve hastalık riskini azaltıcı rolleri bulunmaktadır [31]. *Morus* cinsi fenolik maddelerce zengin bir kaynaktır. Birçok araştırıcının farklı dut türlerinin değişik organlarında belirlemiş oldukları toplam fenolik miktarları Çizelge 1'de sunulmuştur.

Flavonoidler: *Morus* cinsinin farklı türlerine ait toplam flavonoid miktarları Çizelge 2'de derlenmiştir. Pothinuch ve Tongchitpakdee [46] dut yapraklarının başlıca fenoliklerinin quersetin-3-(6-malonylglucosid), quersetin-3-rutinosid, quersetin-3-glukosid ve kampferol-3-(6-acetylglukosid) olduğunu bildirmişlerdir. Katsube ve ark. [29], *M. alba* yapraklarında bol miktarda quersetin 3-(6-malonylglukozid), rutin ve isoquersetin belirlemişlerdir. Az miktarda da astragalin saptamışlardır. Radojkoviç ve ark. [48], *M. alba* ve *M. nigra*'nın kök, yaprak ve meyvelerinde rutini saptarken, meyvede sadece quersetini bulmuşlar ve *Morus* meyvelerinin bol miktarda rutin içerdiğini bildirmişlerdir. *M. atropurpurea, M. laevigata ve M. alba* türlerinin meyvelerinde scopoletin, yapraklarında rutin, dallarında ise kampferol daha yüksek bulunurken, siyah meyvelerde bol miktarda quersetin belirlenmiştir [8]. *M. nigra* meyvelerinden kateşin, rutin ve quersetin izole edilmiştir [17, 44]. Yine *M. alba* yapraklarının rutin içerdiği ve antidiyabetik aktivite gösterdiği rapor edilmiştir [20]. Yang ve ark. [59] ise *Morus* türlerinde iki tanesi (morakalkon B ve morakalkon C) kalkon türevi olan 16 yeni flavanoid belirlemişlerdir. ManhTuan ve ark. [21] üç yeni flavonoid (morusalnol A-C) saptamışlardır. DeWu ve ark. [59] ilk defa *M. alba*'nın hücre kültüründen-dehydroxy-moracin U'yu izole etmişlerdir. JiHae ve ark. [23] ise *M. alba* kök kabuklarından (2″R)-(-)-moracin-O-5′,3″-β-D-diglucopyranoside, (2″R)-(-)-moracin-P-5′,2″-β-D-diglucopyranosid, moracin M 6-β-D-glucopyranosid ve R-(-)-moracin O ve R-(-)-moracin P bileşiklerini izole etmişlerdir. Yine *M. alba* var. *tatarica* kök kabuklarından ilk defa 4 flavonoid (mortatarinler A-D) izole edilmiştir. Bunlardan mortatarin D izolatının α-glukosidas'a karşı önemli derecede engelleyici etki gösterdiği saptanmıştır [60]. JaeWoo ve ark. [23] *M. alba* kök kabuklarından isoprenylate flavonoidlerden sanggenol A, sanggenol L, kuwanon T, cyclomorusin, sanggenon F, sanggenol O, sanggenon N ve sanggenol Q ile bir benzofuran olan morasin E'yi izole etmişlerdir. Bunlar

içerisinden sanggenol Q, kuwanon T, sanggenon N mulberrofuran G ve mulberrofuran C bileşiklerinin t-BHP'nin uyardığı oksidatif strese karşı koruyucu etkisi bulunduğu görülmüştür. Benzer şekilde DaSong ve ark. [10]'da *M. alba* kök kabuklarından albafuran D, sanggenon H, kuwanon E, kuwanon U, kuwanon F ve benzokuwanon E' yi izole etmişlerdir. Abbas ve ark. [1] ise *M. nigra* gövde kabuklarından, kuwanon C, morusin, cudraflavone A, kuwanon G, albafurane C ve mulberrofuran'ı izole etmişlerdir. Pan ve ark. [43] *M. notabilis*'in ince dallarından ilk defa notabilisin F ve notabilisin G'yi belirlemişlerdir. Yine *M. laevigata*'nın ince dallarından isoprenylate flavonoidlerden ilk defa laevigasins A ve B tanımlanmıştır ve Laevigasin A'nın in vitro'da önemli derecede α-glukosidazı engelleyici etkisi görülmüştür [38]. Ayrıca izole edilen notabilisin E, taxifolin ve hultenin *in vitro*'da PTP1B phosphatase aktivitesini engellediği belirlenmiştir [38]. Zhong Fei ve ark. [62] *M. australis* yapraklarından dört yeni flavonoid olan benzokuwanon E, hydroxymorusin, dicyclokuwanon EA ve dicyclokuwanon EB'yi bulmuşlardır. Yan ve ark. [58] ise *M. alba* yapraklarından iki yeni flavan olan (2R,4S)-2′,4′-dihydroxy-2H-furan-(3″,4″:8, 7)-flavan-4-ol ve (2S)-2′,4′-dihydroxy-7-methoxyl-8-butyricflavane) izole etmişlerdir. Xiao ve ark. [56], *M. yunnanensis* yapraklarından iki yeni biflavonoids (morusyunnansin C ve D) ve iki yeni flavans (morusyunnansin E ve F) bulmuşlardır. Yine Fozing ve ark. [16], *M. mesozygia* yapraklarından üç yeni Diels-Alder tip ürünü (mesozygins A-C) izole etmişlerdir. Çin'de yetişen 11 *Morus* türünden 89 adet Diels-Alder-tip ürünü bileşik izole edilmiştir. Bu bileşiklerin orjini flavonoidler veya diğer polifenoller oluşturmaktadır ve iyi bir antioksidant aktivite, sitotoksik ve anitmikrobial etki göstermektedirler [59]. Jing ve ark. [25] yine *M. alba* kök kabuklarından altı Diels-Alder ürünü ve yedi prenylate flavanon izole etmişlerdir. Ayrıca bu bileşiklerin insan tümör hatlarına karşı sitotoksik etki gösterdiklerini saptamışlardır.

Stilbenoidler: *M. alba* var. *multicaulis*'in kök kabuklarından Alabafuran A, Artoindonesianin O,3′,5′-Dihydroxy-6-methoxy-7-prenyl-2-arylben zofuran, Mulberrofurans L,Y, Oxyresveratrol 2-O-β-D-glucopyranoside stilbenoidleri izole edilmiştir [59]. Jin ve ark. [26], dut türlerinin farklı organlarında stilbenoidlerden mulberroside A, oxyresveratrol ve resveratrol içeriklerini belirlemişlerdir. Araştırıcılar Oxyresveratrol içeriğini kök ve gövde de Eylül ayında en yüksek seviyede saptarken, resveratrol miktarını tüm örneklerde çok düşük belirlemişlerdir. Mulberroside A her üç türün yapraklarında da bulunmamıştır. Abbas ve ark. [1] ise *M. nigra*'nın gövde kabuklarından, 2′,3,4′,5,5′-pentahydroxy-cis-stilbene, resveratrol ve oxyresveratrol izole etmişler ve 2′,3,4′,5,5′-pentahydroxy-cis-stilbenin güçlü bir antioksidant kapasitesi gösterdiğini belirlemişlerdir. Qing ve ark. [47] Morus türlerinde iki stilben olan piceid ve piceatannol'ua ilk defa tanımlanmıştır. Fozing ve ark. [16], *M. mesozygia* yapraklarından 2-arylbenzofuran türevi (+)-dimethylsmoracin O, chalcomaracin, norartocarpeti, moracin L, mulberrofuran F, moracin M, moracin C ve morachalcone A'yı izole etmişlerdir. Xiao ve ark. [56], *M. yunnanensis* yapraklarından iki yeni 2-arylbenzofuran türevini (morusyunnansin A ve B) bulmuşlardır.

Fenolik asitler: Eyduran ve ark. [15] *M. alba* ve *M. nigra* meyvelerinde başlıca fenolik asitin klorojenik asit olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca gallik asit, kafeik asit, siringik asit, p-kumarik asit, ferulik asit, O-qumarik asit ve vanillik asiti belirlemişlerdir. Kolon kanseri hücrelerinin çoğalmasını önlediği ortaya konulan ellajik asit dut meyvelerinde (*M. alba* ve *M. nigra*) ilk defa Calin-Sanchez ve ark. [9] tarafından belirlenmiştir. Araştırıcılar *M. nigra* meyvelerinin daha yüksek düzeyde ellajik asit (yaklaşık 15 mg/100 g) içerdiğini saptamışlardır. Gecer ve ark. [17] karadut meyvelerinin katheşin, rutin, quersetin, o-kumarik asit ve kafeik asit'i beyaz dut meyvelerinde ise klorojenik asit, ferulik asit, p-kumarik asit, syringik asit ve gallik asit'i daha yüksek seviyede saptamışlardır. Ayrıca rutin ve klorojenik asitin başlıca fenolikler olduğunu bildirmişlerdir. Radojkoviç ve ark. [48], *M. alba* ve *M. nigra*'nın kök, yaprak ve meyvelerinde gallik asit, klorojenik asit ve rutin, ferulik asit ve sinapik asiti belirlemişlerdir. Araştırıcılar dut köklerinin bol miktarda sinapik asit içerdiğini bildirmişlerdir. Wawro ve ark. [54], *M. alba* yapraklarından rosmarinik ve klorojenik asiti izole etmişlerdir.

Çizlege 1. *Morus* türlerinin toplam fenolik madde içerikleri
Table 1. The amount of the total phenolic of Morus species

Tür *Species*	Toplam fenolik / *Total phenolic*			
	Değer / *Amount*	Birim / *Unit*	Örnek / *Sample*	Kaynak/ *Reference*
M. alba	104.8–213.5	mg GAE/100 g DW	Meyve–*Fruit*	[6]
	342.2	µg GAE/g DW	Dal–*Twig*	[8]
	2221.3	µg GAE/g DW	Yaprak–*Leave*	[8]
	197.1	µg GAE/g DW	Yeşil meyve–*Green fruit*	[8]
	133.8	µg GAE/g DW	Kırmızı meyve–*Red fruit*	[8]
	190.2	µg GAE/g DW	Siyah meyve–*Black fruit*	[8]
	1650	mg TA/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[22]
	76.7–90.1	mg GAE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[9]
	43.8–326.3	mg GAE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[40]
	16.21	mg GAE/g DW	Yaprak–*Leave*	[21]
	4.38–9.07	g/100 g DW	Yaprak–*Leave*	[5]
	129.14	mg GAE/g DW	Meyve–*Fruit*	[35]
	8.33	mmolGAE/100 g FW	Yaprak–*Leave*	[37]
	57.4	mg GAE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[2]
	43.7–103.8	µg TAE/g DW	Yaprak–*Leave*	[7]
	4.133	mg CAE/100 g DW	Meyve–*Fruit*	[48]
	66.766	mg CAE/100 g DW	Yaprak–*Leave*	[48]
	170.200	mg CAE/100 g DW	Kök–*Root*	[48]
	4.56	mmolGAE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[37]
M. nigra	92–180	mg GAE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[9]
	90.3–118.8	mg GAE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[30]
	270	mg GAE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[18]
	5.02–11.38	g/100 g DW	Yaprak–*Leave*	[5]
	85.6	mg GAE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[2]
	2050	µg GAE/g	Meyve–*Fruit*	[28]
	880	mg TA/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[22]
	24.37	mg GAE/g DW	Yaprak–*Leave*	[21]
	169.08	mg GAE/g DW	Meyve–*Fruit*	[35]
	1943–2237	mg GAE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[14]
	1766–3488	µg GAE/g FW	Meyve–*Fruit*	[42]
	558–1090	mg GAE/100 g DW	Meyve–*Fruit*	[27]
	6.368	mg CAE/100 g DW	Meyve–*Fruit*	[48]
	115.232	mg CAE/100 g DW	Yaprak–*Leave*	[48]
	186.300	mg CAE/100 g DW	Kök–*Root*	[48]
	7.44	mg GAE/100 g DW	Tohum–*Seed*	[31]
	11.79	mmolGAE/100 g FW	Yaprak–*Leave*	[37]
	3.89	mmolGAE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[37]
M. rubra	994.3	mg GAE/100 g DW	Yaprak–*Leave*	[51]
	1005–2388	µg GAE/g FW	Meyve–*Fruit*	[42]
M. laevigata	1300	mg TA/100 g FW	Meyve (beyaz)–*Fruit* (*white*)	[22]
	1100	mg TA/100 g FW	Meyve (siyah)–*Fruit* (*black*)	
	80.9	mg GAE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[2]
	366.8	µg GAE/g DW	Dal–*Twig*	[8]
	2912.8	µg GAE/g DW	Yaprak–*Leave*	[8]
	202.5	µg GAE/g DW	Yeşil meyve–*Green fruit*	[8]
	96.6	µg GAE/g DW	Kırmızı meyve–*Red fruit*	[8]
	122.1	µg GAE/g DW	Siyah meyve–*Black fruit*	[8]
	3.14–4.66	g/100 g DW	Yaprak–*Leave*	[5]
	10.48	mmolGAE/100 g FW	Yaprak–*Leave*	[37]
	265.5	mg GAE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[18]
	11.38	mmolGAE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[37]
M. macroura	75.2	mg GAE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[5]
	3.64–7.02	g/100 g DW	Yaprak–*Leave*	[5]
M. serrata	83.2	mg GAE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[2]
M. atropurpurea	417.3	µg GAE/g DW	Dal–*Twig*	[8]
	1520.2	µg GAE/g DW	Yaprak–*Leave*	[8]
	507.2	µg GAE/g DW	Yeşil meyve–*Green fruit*	[8]
	1540.0	µg GAE/g DW	Kırmızı meyve–*Red fruit*	[8]
	362.0	µg GAE/g DW	Siyah meyve–*Black fruit*	[8]
	189.7–246.0	mg GAE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[34]
M. cathayana	159.72	mg GAE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[34]
M. multicaulis	174.0–191.6	mg GAE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[34]
M. indica	45.14–68.62	µg TAE/g DW	Yaprak–*Leave*	[7]

Çizlege 2. *Morus* türlerinin toplam flavonoid içerikleri
Table 2. The amount of the total flavonoid of Morus species

Tür *Species*	Toplam flavonoid / *Total flavonoid*			
	Değer / *Amount*	Birim / *Unit*	Örnek / *Sample*	Kaynak / *Reference*
M. alba	24.8	µg QE/g DW	Dal–*Twig*	[8]
	703.9	µg QE/g DW	Yaprak–*Leave*	[8]
	1068.5	µg QE/g DW	Yeşil meyve–*Green fruit*	[8]
	1469.2	µg QE/g DW	Kırmızı meyve–*Red fruit*	[8]
	1578.0	µg QE/g DW	Siyah meyve–*Black fruit*	[8]
	26.41	mg RE/g DW	Yaprak–*Leave*	[21]
	40.71–165.5	µg RE/g DW	Yaprak–*Leave*	[7]
	12.89	mg QE/g DW	Meyve–*Fruit*	[35]
	27.5	mg RE/g FW	Meyve–*Fruit*	[2]
	1.89–3.30	g/100 g DW	Yaprak–*Leave*	[5]
	0.899	mg RE/100 g DW	Meyve–*Fruit*	[48]
	33.303	mg RE/100 g DW	Yaprak–*Leave*	[48]
	52.285	mg RE/100 g DW	Kök–*Root*	[48]
	187.23	mg QE/g DW	Meyve–*Fruit*	[49]
M. nigra	16.67	mg QE/g DW	Meyve–*Fruit*	[35]
	141.7–183.9	mg CE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[30]
	95.8	mg RE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[2]
	2.60–5.83	g/100 g DW	Yaprak–*Leave*	[5]
	63.7–244.0	mgGAE/100 g DW	Meyve–*Fruit*	[27]
	1.508	mg RE/100 g DW	Meyve–*Fruit*	[48]
	67.369	mg RE/100 g DW	Yaprak–*Leave*	[48]
	67.105	mg RE/100 g DW	Kök–*Root*	[48]
Morus rubra	31.28	mg RE/g DW	Yaprak–*Leave*	[21]
	789.7	mg RE/100 g DW	Yaprak–*Leave*	[51]
M. laevigata	51.4	mg RE/g FW	Meyve–*Fruit*	[2]
	0.53–2.01	g/100 g DW	Yaprak–*Leave*	[5]
	47.3	µg QE/g DW	Dal–*Twig*	[8]
	836.6	µg QE/g DW	Yaprak–*Leave*	[8]
	888.1	µg QE/g DW	Yeşil meyve–*Green fruit*	[8]
	856.3	µg QE/g DW	Kırmızı meyve–*Red fruit*	[8]
	1652.3	µg QE/g DW	Siyah meyve–*Black fruit*	[8]
M. macroura	64.5	mg RE/g FW	Meyve–*Fruit*	[2]
	0.90–2.13	g/100 g DW	Yaprak–*Leave*	[5]
M. serrata	88.7	mg RE/g FW	Meyve–*Fruit*	[2]
M. atropurpurea	67.56	µg QE/g DW	Dal–*Twig*	[8]
	658.58	µg QE/g DW	Yaprak–*Leave*	[8]
	2455.5	µg QE/g DW	Yeşil meyve–*Green fruit*	[8]
	2004.4	µg QE/g DW	Kırmızı meyve–*Red fruit*	[8]
	2742.0	µg QE/g DW	Siyah meyve–*Black fruit*	[8]
	50.67–100.1	mg RE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[34]
M. cathayana	40.94	mg RE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[34]
M. multicaulis	60.0–150.32	mg RE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[34]
M. indica	104.0–150.4	µg RE/g DW	Yaprak–*Leave*	[7]

DW: Kuru Ağırlık–*Dry Weight*; FW: Taze Ağırlık–*Fresh Weight*

Çizlege 3. *Morus* türlerinin toplam antosiyanin içerikleri
Table 3. The amount of the total anthocyanin of Morus species

Tür *Species*	Toplam antosiyanin / *Total anthocyanin*			
	Değer / *Amount*	Birim / *Unit*	Örnek / *Sample*	Kaynak / *Reference*
M. nigra	7.3	mg/100 g DW	Yaprak–*Leave*	[51]
	769	(Cy 3–glu) µg/g	Meyve–*Fruit*	[28]
	253–830	(Cy 3–glu) µg/g FW	Meyve–*Fruit*	[42]
	67.0–346.3	(Cy 3–glu) mg/100 g DW	Meyve–*Fruit*	[27]
	114.83–128.68	(Cy 3–glu) mg/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[30]
M. rubra	5.8	mg/100 g DW	Yaprak–*Leave*	[51]
	3–200	(Cy 3–glu) µg/g FW	Meyve–*Fruit*	[42]
M. atropurpurea	114.67–193.00	(Cy–3–glc) mg/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[34]
M. cathayana	19.00	(Cy–3–glc) mg/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[34]
M. multicaulis	66.0–76.67	(Cy–3–glc) mg/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[34]

DW: Kuru Ağırlık–*Dry Weight*; FW: Taze Ağırlık–*Fresh Weight*

Çizlege 4. *Morus* türlerinin antioksidan aktiviteleri
Table 4. Antioxidant activity of Morus species

Tür *Species*	Antioksidan aktivite / *Antioxidant Activity*				
	Metot / *Method*	Değer / *Amount*	Birim / *Unit*	Örnek / *Sample*	Kaynak / *Reference*
M. alba	ABTS	6.170–9.273	µmol TE/g FW	Yaprak–*Leave*	[15]
	ABTS	4.494	µmol TE/g FW	Meyve–*Fruit*	[19]
	DDPH	7.11	mg/ml	Yaprak–*Leave*	[55]
	DDPH	86.78	mg/ml	Gövde–*Stem*	[55]
	DDPH	14.38	mg/ml	Meyve–*Fruit*	[55]
	ABTS	6.12	µmol TE/g DW	Yaprak–*Leave*	[21]
	ABTS	Hidrofilik A.K.: 19.2–27.4 Lipofilik A.K.: 10.7–12.9	mg TE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[9]
	ABTS	8.613	mg TE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[3]
	DDPH	62.5	%	Meyve–*Fruit*	[2]
	FRAP	55.9	µMGAE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[2]
	H_2O_2	80.3	%	Meyve–*Fruit*	[2]
	OH^-	68.9	%	Meyve–*Fruit*	[2]
	PMA	158	µM AAE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[2]
	Fe^{+2}	12.7	%	Meyve–*Fruit*	[2]
	DDPH	58.72–75.72	%	Yaprak–*Leave*	[5]
	DDPH	22.85	µmol QE/100 g DW	Meyve–*Fruit*	[37]
	DDPH	48.13	µmol QE/100 g DW	Yaprak–*Leave*	[37]
M. nigra	DDPH	33.8	%	Meyve–*Fruit*	[2]
	FRAP	34.8	µM GAE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[2]
	H_2O_2	45.3	%	Meyve–*Fruit*	[2]
	OH^-	16.1	%	Meyve–*Fruit*	[2]
	PMA	173	µM AAE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[2]
	Fe^{+2}	34.4	%	Meyve–*Fruit*	[2]
	ABTS	10.167–14.400	µmol TE/g FW	Yaprak–*Leave*	[15]
	ABTS	41.80–55.43	%	Meyve–*Fruit*	[30]
	DPPH	168.71–283.10	mg TE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[30]
	ABTS	13.999	µmol TE/g FW	Meyve–*Fruit*	[19]
	ABTS	9.89	µmol TE/g DW	Yaprak–*Leave*	[21]
	DDPH	7.1	%	Meyve–*Fruit*	[67]
	DDPH	60.61–77.51	%	Yaprak–*Leave*	[5]
	DDPH	23.1	%	Yaprak–*Leave*	[61]
	ABTS	HidrofilikA.K.: 20.8–86.1 Lipofilik A.K.: 11.5–14.5	mg TE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[9]
	FRAP	14	µmol TE/g	Meyve suyu–*Fruit juice*	[28]
	DDPH	20	µmol TE/g	Meyve suyu–*Fruit juice*	[28]
	ABTS	11.4	µmol TE/g FW	Meyve–*Fruit*	[42]
	FRAP	12.9	µmol TE/g FW	Meyve–*Fruit*	[42]
	ABTS	12.230	mg TE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[3]
	DDPH	42.57	µmol QE/100 g DW	Meyve–*Fruit*	[37]
	DDPH	65.99	µmol QE/100 g DW	Yaprak–*Leave*	[37]
M. rubra	ABTS	6.6	µmol TE/g FW	Meyve–*Fruit*	[42]
	FRAP	6.4	µmol TE/g FW	Meyve–*Fruit*	[42]
	ABTS	5.497	µmol TE/g FW	Meyve–*Fruit*	[19]
M. laevigata	DDPH	39.1	%	Meyve–*Fruit*	[2]
	FRAP	69.9	µM GAE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[2]
	H_2O_2	63.6	%	Meyve–*Fruit*	[2]
	OH^-	65.5	%	Meyve–*Fruit*	[2]
	PMA	145	µM AAE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[2]
	Fe^{+2}	10.9	%	Meyve–*Fruit*	[2]
	DDPH	43.83–66.93	%	Yaprak–*Leave*	[5]
	DDPH	54.99	µmol QE/100 g DW	Meyve–*Fruit*	[37]
	FRAP	69.9	µMGAE/100 g, FW	Meyve–*Fruit*	[2]
	DDPH	76.88	µmol QE/100 g DW	Yaprak–*Leave*	[37]
M. macroura	DDPH	55.82–72.42	%	Yaprak–*Leave*	[5]
	DDPH	41.3	%	Meyve–*Fruit*	[2]
	FRAP	67.8	µM GAE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[2]
	H_2O_2	58.9	%	Meyve–*Fruit*	[2]
	OH^-	71.5	%	Meyve–*Fruit*	[2]
	PMA	165	µM AAE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[2]
	Fe^{+2}	13.6	%	Meyve–*Fruit*	[2]

Tür *Species*	Antioksidan aktivite / *Antioxidant Activity*				
	Metot / *Method*	Değer / *Amount*	Birim / *Unit*	Örnek / *Sample*	Kaynak / *Reference*
M. serrata	DDPH	35.7	%	Meyve–*Fruit*	[2]
	FRAP	31.5	μM GAE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[2]
	H_2O_2	49.7	%	Meyve–*Fruit*	[2]
	OH^-	21.3	%	Meyve–*Fruit*	[2]
	PMA	183	μM AAE/100 g FW	Meyve–*Fruit*	[2]
	Fe^{+2}	37.8	%	Meyve–*Fruit*	[2]

DW: Kuru Ağırlık–Dry Weight; FW: Taze Ağırlık–Fresh Weight; A.K.: Antioksidan kapasite–Antioxidant capacity; TE: Trolox Eşdeğeri–Trolox Equivalent; QE: Quersetin Eşdeğeri–Quercetin Equivalent; GEA: Gallik Asit Eşdeğeri–Gallic Acid Equivalent

Antosiyaninler: Dut meyveleri özellikle siyah olanları antosiyaninler bakımından oldukça zengindir. Farklı araştırıcılar tarafından farklı dut türlerinde belirlenen toplam antosiyonin içerikleri Çizelge 3'de sunulmuştur. Dutun başlıca antosiyaninleri, akciğer kanser hücrelerinin istilasını engelleyici etkiye sahip olduğu rapor edilen siyanidin-3-glikozid ve siyanidin-3-rutinozid ile siyanidin-3-sophorosid, pelargonidin-3-glikozid ve pelargonidin-3-rutinozid'dir. Du ve ark. [12], *M. alba* meyvelerinden siyanidin 3-0-(600-0-α-rhamnopyranosyl-β-D-glukopyranosid), siyanidin 3-O-(600-O-arhamnopyranosyl-β-D-galaktopyranosid), siyanidin 3-0-β-D-glukopyranosid, siyanidin 3-O-β-D-galaktopyranosid ve siyanidin 7-0-β-D-glukopyranosid'i izole etmişlerdir. Araştırıcılar ayrıca dut antosiyaninlarinin mükemmel bir antioksidant aktivite (DPPH) gösterdiklerini bildirmişlerdir. Perez-gregorio ve ark. [44] *M. nigra* meyvelerinden başlıca antosiyaninler olarak siyanidin 3-glukosid, siyanidin 3-rutinosidi izole etmişlerdir.

Alkoloidler

Khattak and Rahman [27] kara dut meyvelerinde toplam alkoloid değerlerini 404.0–648.3 mg/100 g arasında saptamıştır. Imran ve ark. [22] ise *M. nigra* meyvelerinin toplam alkoloid içeriğini 630 mg/100 g olarak saptamışlardır. Xin ve ark. [57] (2014) *M. alba* meyvelerinden üç yeni alkoloid (mulbaines A, B ve C) izole etmişlerdir.

Terpenoidler

Ali and Ali [4] *M. alba* kabuklarından lup-20(29)-en-3β-ol-27-oic asit (moruslupenoic acid A) ve lup-12, 20(29)-dien-3β-ol-26-oic asit (moruslupenoic acid B) ve lanst-5, 24-dien-3β-yl acetate (moruslanosteryl acetate) teriterponoidlerini ilk kez izole etmişlerdir. Ayrıca α-amyrin acetate, β-amyrin-β-D-glucopyranoside ve betulinik asidi izole etmişlerdir. Abbas ve ark. [1] ise *M. nigra* gövde kabuklarından, 3-O-acetyl-α-amyrin ve 3-O-acetyl-β-amyrin ursolik asit-3-O-acetate izole etmişlerdir.

Antioksidan aktivite

Ortamda bulunan oksijeni bağlayarak, oksidasyon reaksiyonlarının başlamasını veya ilerlemesini engelleyen maddeler antioksidan olarak tanımlanmaktadır. Hücrede meydana gelen oksijen reaksiyonları sonucunda serbest radikaller (süperoksit, hidrojen peroksit, hidroksil radikali ve singlet oksijen) hücre ve dokularda zararlanmaya neden olmaktadır. Böylelikle başta kalp damar hastalıkları olmak üzere birçok kronik hastalığı (şeker, astım, alzheimer, parkinson, kanser vb.) tetiklemektedir [41]. Serbest radikallere karşı koruyucu etkileri bulunan ve bitkilerde sentezlenen antioksidan aktivite gösteren maddelerin başında fenolik maddeler, karetenoidler ve askorbik asit gelmektedir. Fenoliklerin antioksidant etkileri serbest radikalleri bağlamaları, liposifgenaz enzim aktivitesini engellemeleri ve metallerle şelat oluşturmaları ile açıklanmaktadır [50]. Özellikle dutun gerek meyvesi gerek yaprağı gerekse dal ve köklerinin antioksidan maddelerce zengin olduğu saptanmıştır. Dutun yüksek antioksidan kapasitesi içermiş olduğu fenoliklerden özellikle favonoidler ve antosiyaninlerden kaynaklanmaktadır. Birçok araştırıcı farklı dut türlerinin değişik organlarına ait ekstraktlarının antioksidant aktivitelerini incelemiştir. Sonuçlar Çizelge 4'de derlenmiştir. Chian Yei and Horng Liang [8], dut dallarının radikal süpürme kapasitesinin diğer organlara göre (yaprak, meyve) daha yüksek olduğunu ve süpürme kapasitesinin bitkinin fizyolojik olgunluğuna, tür ve hasat zamanına göre değişim gösterdiğini bildirmişlerdir.

KAYNAKLAR

1. Abbas, G. M., F. M. A. Bar, H. N. Baraka, A. A. Gohar and M. F. Lahloub, 2014. A New Antioxidant Stilbene and Other Constituents from The Stem Bark of *Morus nigra* L. *Natural Product Research 28(13):952–959.*
2. Abbasi, A. M., M. H. Shah, G. XinBo and N. Khan, 2016. Comparison of Nutritional Value, Antioxidant Potential, and Risk Assessment of The Mulberry (*Morus*) Fruits. *International Journal of Fruit Science 16(2):113–134.*
3. Akın, M., S. P. Eyduran, S. Erçişli, I. Yılmaz and O. Çakır, 2016. Phytochemical Profiles of Wild Grown Blackberry and Mulberry in Turkey. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus, 1581:3–12.*
4. Ali, A. and M. Ali, 2013. New Triterpenoids from *Morus alba* L. Stem Bark. *Natural Product Research 27(64):524–531.*
5. Anwar, F., S. Kanwal, G. Shabir, K. M. Alkharfy and A. H. Gilani, 2015. Antioxidant and Antimicrobial Attributes of Different Solvent Extracts from *Leave*s of Four Species of Mulberry. *International Journal of Pharmacology 11(7):757–765.*
6. Butkhup, L., W. Samappito and S. Samappito, 2013. Phenolic Composition and Antioxidant Activity of White Mulberry (*Morus alba* L.) *Fruit*s. *International Journal of Food Science & Technology 48(5):934–940.*
7. Chauhan, S., S. C. Verma and R. V. Kumar, 2013. Evaluation of Phytochemical and Anti–Oxidant Activity in Different Mulberry Varieties. *Asian Journal of Chemistry (4): 8010–8014.*
8. Chian–Yei, L. and L. Horng Liang, 2013. Characteristics of Fruit Growth, Component Analysis and Antioxidant Activity of Mulberry (*Morus* spp.). *Scientia Horticulturae 162:285–292.*
9. Calin–Sanchez, A., J. J. M. Nicolas, S. Munera–Picazo, A. A. Carbonell–Barrachina, P. Legua and F. Hernandez, 2013. Bioactive Compounds and Sensory Quality of black and White Mulberries Grown in Spain. *Plant Foods Hum Nutr. 68:370–377.*
10. DaSong, Y., L. ZiLei, Y. YongPing, Z. WeiLie and L. XiaoLi, 2015. A New Geranylated 2–Arylbenzofuran from *Morus alba*. *Chinese Herbal Medicines 7(2):191–194.*
11. De–Wu., Z., T. Xiao–Yu, Y. Li–Yan and D. Jun–Gui, 2015. New 2–arylbenzofuran Metabolite From Cell Cultures of *Morus alba*. *Journal of Asian Natural Products Research 17(6):683–688.*
12. Du, Q., J. Zheng and Y. Xu, 2008. Composition of Anthocyanins in Mulberry and Their Antioxidant Activity. *Journal of Food Composition and Analysis 21:390–395.*
13. Ercişli, S. and E. Orhan, 2007. Chemical Composition of White (*Morus alba*), Red (*Morus rubra*) and Black (*Morus nigra*) Mulberry Fruits. *Food Chem. 103:1380–1384.*
14. Ercişli, S. and E. Orhan, 2008. Some Physico–Chemical Characteristics of Black Mulberry (*Morus nigra* L.) Genotypes from Northeast Anatolia Region of Turkey. *Scientia Horticulturae 116:41–46.*
15. Eyduran, S. P., S. Erçişli, M. Akın, O. Beyhan, M. K. Geçer, E. Eyduran and Y. E. Ertürk, 2015. Organik Acids, Sugars, Vitamin C, Antioksidant Capacity, and Phenolic Compounds in Fruits of White (*Morus alba* L.) and Black (*Morus nigra* L.) Mulberry Genotypes. *Journal of Applied Botany and Food Quality 88:134–138.*
16. Fozing, C. D. A., Z. Ali, B. T. Ngadjui, M. I. Choudhary, G. D. W. F. Kapche, B. M. Abegaz and I. A. Khan, 2012. Phosphodiesterase I–Inhibiting Diels–Alder Adducts from the Leaves of *Morus mesozygia*. *Planta Medica 78(2):154–159.*
17. Gecer, M. K., M. Akın, M. Gündoğdu, S. P. Eyduran, S. Ercişli and E. Eyduran, 2016. Organic Acids, Sugars, Phenolic Compounds, and Some Horticultural Characteristics of Black and White Mulberry Accessions from Eastern Anatolia. *Canadian Journal of Plant Science 96(1):27–33.*
18. Gözlekçi, S., H. I. Uzun and A. Yeğin, 2015. Some Physico–Chemical Characteristics of Mulberry (*Morus alba, Morus laevigata, Morus nigra*) Species Grown in Western. *Acta Horticulturae 1106:191–197.*
19. Gündoğdu, M., F. Muradoğlu, R. I. G. Sensoy and H. Yılmaz, 2011. Determination of *Fruit* Chemical Properties of *Morus nigra* L., *Morus alba* L. and *Morus rubra* L. by HPLC. *Scientia Horticulturae 132:37–41.*

20. Hunyadi, A., A. Martins, T. J. Hsieh, A. Seres and I. Zupko, 2012. Chlorogenic Acid and Rutin Play a Major Role in The *in vivo* Anti–Diabetic Activity of *Morus alba* Leaf Extract on Type II Diabetic Rats. *Plos One 7(11):1–6.*
21. Iqbal, S., U. Younas, C. Sirajuddin, R. A. KimWei, R. A. Sarfraz and K. Uddin, 2012. Proximate Composition and Antioxidant Potential of Leaves from Three Varieties of Mulberry (*Morus* sp.): A Comparative Study. *International Journal of Molecular Sciences 13(6):6651–6664.*
22. Imran, M., H. Khan, M. Shah, R. Khan and F. Khan, 2010. Chemical Composition and Antioxidant Activity of Certain *Morus* Species. *Journal of Zhejiang University (Science B) 11(12):973–980.*
23. JaeWoo, J., K. WonMin, P. JiHae, S. KyeongHwa, O. EunJi, L. DaeYoung, L. DongSung, K. YounChul, L. DongWook, H. DaeSeok and B. Namin, 2015. Isoprenylated Flavonoids from The Root Bark of *Morus alba* and Their Hepatoprotective and Neuroprotective Activities. *Archives of Pharmacal Research 38(11):2066–2075.*
24. JiHae, P., J. YeJin, J. JaeWoo, S. Shrestha, H. DaeSeok, L. DongWook and B. NamIn, 2015. Two New Isoarylbenzofuran Diglucosides from The Root Bark of *Morus alba*. *Journal of Asian Natural Products Research 17(4): 357–363.*
25. Jing, Q., F. Min, H. Juan, W. XingDe, P. LiYan, S. Jia, C. Xiao, L. Yan, K. LingMei, L. RongTao and Z. QinShi, 2015. New Cytotoxic and Anti–Inflammatory Compounds Isolated from *Morus alba* L. *Natural Product Research 29(18):1711–1718.*
26. Jin, Z., L. ShunXiang, W. Wei, G. XiaoYi, L. XiangYang, Y. XinPei, H. Dan, W. BaoYang and C. Liang, 2013. Variations in The Levels of Mulberroside a Oxyresveratrol and Resveratrol in Mulberries in Different Seasons and During Growth. *The Scientific World 2013:1–8.*
27. Khattak, K. F. and T. R. Rahman, 2015. Effect of Geographical Distributions on The Nutrient Composition, Phytochemical Profile and Antioxidant Activity of *Morus nigra*. Pakistan *Journal of Pharmaceutical Sciences 28(85):1671–1678.*
28. Khalid, N., S. A. Fawad and I. Ahmed, 2011. Antimicrobial Activity, Phytochemical Profile and Trace Minerals of Black Mulberry (*Morus nigra* L.) Fresh Juice. Pak. *J. Bot. 43:91–96.*
29. Katsube, T., N. Imawaka, Y. Kawano, Y. Yamazaki, K. Shiwaku and Y. Yamane, 2006. Antioxidant Flavonol Glycosides in Mulberry (*Morus alba* L.) *Leave*s Isolated Based on LDL Antioxidant Activity. *Food Chemistry 97:25–31.*
30. Kostic, D. A., D. S. Dimitrijevic, S. S. Mitic, M. N. Mitic, G. S. Stojanovic and A. V. Zivanovic, 2013. Phenolic Content and Antioxidant Activities of *Fruit* Extracts of *Morus nigra* L. (Moraceae) from Southeast Serbia Tropical. *Journal of Pharmaceutical Research 12(1):105–110.*
31. Kumar, S. and A. K. Pandey, 2013. Chemistry and Biological Activities of Flavonoids: An Overview. *The Scientific World Journal Article 2013:1–16.*
32. Kumar, R. S., D. Painuly, A. Shukla, J. Singh, A. Porval and S. Vats, 2014. *In vitro* Biological Activity and Total Phenolic Content of *Morus nigra* Seeds. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research 6(11):200–210.*
33. Linneaus, C., 1753. Species Plantarum. *Stockholm, Sweden, 986p.*
34. Linghong, L., W. Xiangyang, Z. Maomao, Z. Weiguo, L. Fang, Z. Ye and Y. Liuqing, 2012. Chemical Composition, Nutritional Value, and Antioxidant Activities of Eight Mulberry Cultivars from China. *Pharmacogn Mag. 8(31):215–224.*
35. Mahmoud, M. Y., 2013. Matural Antiokxidants Effect of Mulberry Fruits (*Morus nigra* and *Morus alba* L.) on Lipids Profile and Oxidative Stress in Hypercholestrolemic Rats. *Pakistan Journal of Nutrition 12(7):665–672.*
36. ManhTuan, H., T. ManhHung, A. KimJeong, J. KyungJin, K. JaeWang, K. WookDong, C. WooJae, W. MiHee, R. SungHo and M. ByungSun, 2016. Potential Pancreatic Lipase İnhibitory Activity of Phenolic Constituents from The Root Bark of *Morus alba* L. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters 26 (12): 2788–2794.*
37. Memon, A. A., N. Memon, D. L. Luthria, M. I. Bhanger and A. A. Pitafi, 2010. Phenolic

Acids Profiling and Antioxidant Potential of Mulberry (*Morus laevigata* w., *Morus nigra* L., *Morus alba* L.) *Leave*s and *Fruit*s Grown in Pakistan. *Pol. J. Food Nutr. Sci, 60(1):25–32.*

38. Meng, W., Y. BangWei, Y. MeiHua, G. LiXin, L. JingYa, W. HeYao, L. Jia and H. AiJun, 2015. New Isoprenylated Phenolic Compounds from *Morus laevigata*. *Chemistry & Biodiversity 128(6):937–945.*
39. Miljkovic, V. M., G. S. Nikolic, L. B. Nikolic and B. B. Arsic, 2014. *Morus* Species Through Centuries in Pharmacy and as Food. *Advanced Technologies 3(2): 111–115.*
40. Natic, M. M., D. C. Dabic, A. Papetti, M. M. F. Aksic, V. Ognjanov, M. Ljubojevic and Z. L. Tesic, 2015. Analysis and Characterisation of Phytochemicals in Mulberry (*Morus alba* L.) Fruits Grown in Vojvodina, North Serbia. *Food Chemistry 171: 128–136.*
41. Okcu, Z. ve F. Keleş, 2009. Kalp–Damar Hastalıkları ve Antioksidanlar. *Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi 40(1):153–160.*
42. Özgen, M., S. Serçe and C. Kaya, 2009. Phytochemical and Antioxidant Properties of Anthocyanin–Rich *Morus nigra* and *Morus rubra* Fruits. *Scientia Horticulturae 119:275–279.*
43. Pan, Z., N. Gang, T. YanFeng, S. GuoRu, Z. ChunLei, C. RuoYun, C. XiaoGuang and Y. DeQuan, 2015. Two New Flavonoids from *Morus notabilis*. *Journal of Asian Natural Products Research 17(9):888–892.*
44. Perez–Gregorio, M. R., J. Regueiro, E. Alonso–Gonzalez, L. M. Pastrana–Castro and J. Simal–Gandara, 2011. Influence of Alcoholic Fermentation Process on Antioxidant Activity and Phenolic Levels from Mulberries (*Morus nigra* L.). *Food Science and Technology 44:1793–1801.*
45. Ping–Hsiao, S., C. Yin–Ching, L. Jiunn–Wang, W. Ming–Fu and Y. Gow–Chin, 2010. Antioxidant and Cognitive Promotion Effects of Anthocyanin–Rich Mulberry (*Morus atropurpurea* L.) on Senescence–Accelerated Mice and Prevention of Alzheimer's Disease. *Journal of Nutritional Biochemistry 21:598–605.*
46. Pothinuch, P. and S. Tongchitpakdee, 2011. Melatonin Contents in Mulberry (*Morus* spp.) Leaves: Effects of Sample Preparation, Cultivar, Leaf, Age and Tea Processing. *Food Chemistry 128:415–419.*
47. Qing, J., Y. JiuFang, M. LiYan, C. JieLing and L. JingMing, 2015. Comparison of Polyphenol Profile and Inhibitory Activities Against Oxidation and α–Glucosidase in Mulberry (genus *Morus*) Cultivars from China. *Journal of Food Science 80(11):2440–2451.*
48. Radojkovic, M. M., Z. P. Zekovic, S. S. Vidovic, D. D. Koçar and P. Z. Maskovic, 2012. Free Radical Scavenging Activity and Total Phenolic and Flavonoid Contents of Mulberry (*Morus* spp. L., *Moraceae*) Extracts. *Hemijska Industrija 66(4):547–552.*
49. Raman, S. T., A. K. P. G. Ganeshan, C. Cheng, J. Chao, L. ShaoHui, C. HuiJuan and G. ZhongZheng, 2016. *In vitro* and *in vivo* Antioxidant Activity of Flavonoid Extracted from Mulberry *Fruit* (*Morus alba* L.). *Pharmacognosy Magazine 12(46):128–133.*
50. Sağlam, S., 2007. Antosiyanince Zengin Dut, Kiraz ve Gilaburu Meyvelerindeki Fenolikler ve Antioksidan Kapasitesi Üzerine Reçel Yapım İşleminin Etkisi (Yüksek Lisans Tezi). *S.Ü. Fen Bil. Enst. Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Konya.*
51. Thabti, I., N. Marzougui, W. Elfalleh and A. Ferchichi, 2011. Antioxidant Composition and Antioxidant Activity of White (*Morus alba* L.), Black (*Morus nigra* L.) and Red (*Morus rubra* L.) Mulberry Leaves. *Acta Botanica Gallica 158(2):205–209.*
52. Vavilov, N. I., 1951. The Origin, Variation, Immunity and Breeding of Cultivated Plants. *Chronica Botanica 13:1–366.*
53. Vijayan, K. and S. N. Chatterjee, 2003. ISSR Profiling of Indian Cultivars of Mulberry (*Morus* spp.) and its Relevance to Breeding Programs, Euphytica 131: 53–63.
54. Wawro, A., D. Pieprzyk–Kokocha, A. Gryszczynska, Z. Lowicki, P. L. Mikolajczak and K. Grajek, 2013. Comparison of The Composition of The Polyphenol Content in The Hydroalcoholic Extracts Leaves of Different Varieties of White Mulberry (*Morus alba* L.). *Postepy Fitoterapii 4:220–224.*
55. WeiChiang, C., L. PhuiYan and W. SiuKuin, 2016. Phytochemistry, Pharmacology and Clinical Trials of *Morus alba*. *Chinese Journal of Natural Medicines 14(1):17–30.*

56. Xiao, H., W. JinWei, W. Meng, Y. MeiHua, Z. QinShi, W. HeYao and H. AiJun, 2012. 2–Arylbenzofuran, Flavonoid and Tyrosinase Inhibitory Constituents of *Morus yunnanensis*. *Journal of Natural Products 75(1):82–87.*
57. Xin, W., K. Jie, W. HongQing, L. Chao, L. BaoMing and C. RuoYun, 2014. Three New Alkaloids from the Fruits of *Morus alba*. *Journal of Asian Natural Products Research 16(5):453–458.*
58. Yan, Y., Z. Ting, X. Lei and C. RuoYun, 2010. Two Novel Flavanes from The Leaves of *Morus alba* L. *Journal of Asian Natural Products Research 12(3/4):194–198.*
59. Yang, Y., Y. Tan, R. Chena and J. Kanga, 2014. The Latest Review on The Polyphenols and Their Bioactivities of Chinese *Morus* Plants. *Journal of Asian Natural Products Research 16(6):690–702.*
60. YaLong, Z., L. JianGuang, W. ChuanXing, Z. ZhongBo and K. LingYi, 2015. Four New Flavonoids with α–Glucosidase Inhibitory Activities from *Morus alba* var. *tatarica*. *Chemistry & Biodiversity 12(11):1768–1776.*
61. Yiğit, D., A. Mavi and M. Aktaş, 2008. Antioxidant Activities of Black Mulberry (*Morus nigra*). *Ege Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 1(2):223–232.*
62. ZhongFei, Z., Z. QingJian, C. RuoYun and Y. DeQuan, 2012. Four New Flavonoids from *Morus australis*. *Journal of Asian Natural Products Research 14(3):263–269.*