

Bal Yemişinin Germplazmı ve Sistematik İncelenmesi

Mehmet POLAT^{1*}, İlknur ESKİMEZ², Kerem MERTOĞLU³, Deniz GÜLKAYA ARITÜRK⁴

¹Doç. Dr., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Böl., Isparta; ORCID: 0000-0002-2415-4229
²Ziraat Yük. Müh., Isparta Uygulamalı Bilimler Üni., Ziraat Fak., Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta; ORCID: 0000-0003-4443-505X
³Dr. Öğretim Üyesi, Uşak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Uşak; ORCID: 0000-0002-0490-9073
⁴Ziraat Yük. Müh., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fak., Bahçe Bitkileri Böl., Isparta; ORCID: 0000-0001-6266-4396

ÖZ

Sahip oldukları tat ve aromaya ek olarak, içerdikleri antioksidan türevi zengin biyokimyasallarca, sağlık üzerine pozitif etkiler gösteren yabani veya ticari öneme sahip üzüksü meyveler ülkemizde giderek popüler hale gelmektedir. Hem süs bitkisi olarak kullanılabilen hem de eşsiz tada sahip yenilebilir meyveleri olan tetraploid bal yemişi de (*Lonicera caerulea* L. s.l., 2n=36) bu fonksiyonel türlerden birisi olarak potansiyel taşımaktadır. Bal yemişine Avrasya'nın Kuzey Kutbu, Tayga iklim bölgelerinin ormanlık ve dağlık bölgelerinde rastlanmaktadır. En çok bilinen popülasyonlarına (*L. caerulea* L. s.l.) Kuril Adalarında, Kamçatka Yarımadasında, Okhota ve Yakutya'da, Sikhote-Alin Dağlarında, Amur Nehri boyunca, Sayany ve Altay Dağlarında, Urallarda, Pechora'da, Severnaya Dvina Vadileri ve Kola Yarımadasında rastlanmaktadır. Polimorf bir tür olan bal yemişi, Rusya haricinde Japonya'da Hokkaido'da, Kuzey Çin'de Xeilongjiang ve Xinjiang eyaletlerinde, Tacikistan, Kırgızistan ve Kazakistan'da yoğun popülasyona sahiptir. Avrupa, İskandinavya ve Alplerde nadiren görülmektedir. Önemli temel germplazma grupları Rusya, Japonya ve Kuril Adalarının çok soğuk iklimleriyken, Kuzey Amerika'nın kuzeyinde yabani formlarına rastlanmaktadır. Rusya ve Japonya'da geniş çapta kültüre alınmıştır. Kamçatka, Kuril Adaları ve Altay Dağlarından gelen formların ıslah amacıyla kullanılmaktadır. *L. caerulea*'nın intraspesifik sınıflandırması için bu bitki üzerine daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: *L. caerulea* L. s.l., bal yemişi, germplazm

The Germplasm and Systematic Examination of Honeyberry

ABSTRACT

Due to their antioxidant content and beneficial properties for health grape like fruits have become popular in our country. One of these varieties, the tetraploid honeyberry (*Lonicera caerulea* L. s.l., 2n=36), is both used as an ornamental plant and has edible fruits with a unique taste. Honeyberries are found in the forested and mountainous regions of the North Pole and Taiga climate zones of Eurasia. The most well-known populations of honeyberries (*L. caerulea* L. s.l.) are found in the Kuril Islands, the Kamchatka Peninsula, Okhotsk, Yakutia, the Sikhote-Alin Mountains, along the Amur River, in the Sayan and Altai Mountains, the Urals, Pechora, Severnaya Dvina Valleys, and the Kola Peninsula. A polymorphic species, honeyberry is also densely populated in regions outside Russia, such as Hokkaido in Japan, Xeilongjiang and Xinjiang provinces in northern China, Tajikistan, Kyrgyzstan, and Kazakhstan. It is rarely seen in Europe, Scandinavia, and the Alps. The main germplasm groups of significance are found in the extremely cold climates of Russia, Japan, and the Kuril Islands, while wild forms are encountered in the northern regions of North America. It has been extensively cultivated in Russia and Japan. Forms from Kamchatka, the Kuril Islands and the Altai Mountains are used for breeding purposes. Further studies are needed for the intraspecific classification of *L. caerulea*.

Keywords: *L. caerulea* L. s.l., honeyberry, germplasm

GİRİŞ

Lonicera caerulea haskap, ülkemizde mavi hanımeli ya da bal yemişi olarak isimlendirilmekte olup, Kuzeydoğu Asya bölgesinde, yabani formlarına yaygın olarak rastlanıldığı ve kültüre alınarak, yetiştiriciliğinin uzun yıllardır yapıldığı bilinmektedir [1, 2]. Süs bitkisi ya da yenilebilir meyvelere sahip çeşitleri bulunan bal yemişinin en eski anavatanı Rusya olarak kabul edilmektedir [1, 2, 3].

Günümüzde ise bal yemişi plantasyonları Kanada, ABD, Çin, İngiltere ve Polonya gibi birçok ülkede bulunmakta ve gündün güne yetiştiriciliği popüler hale gelmektedir. Birçok ülkede bal yemişinin yeni çeşitleri için ıslah çalışmaları yapan araştırma merkezleri bulunmaktadır.

Meyvelerinin tadı ekşiden tatlıya değişen bal yemişi, taze tüketim, reçel, dondurma, kurutma, meyve suları ve konsantreler gibi birçok ürünün elde edilmesinde de kullanılmaktadır [1, 4, 5].

*Sorumlu yazar / Corresponding author: mehmetpolat@isparta.edu.tr

Bal yemişinin içerisindeki flavonoidlerin, antosiyaninlerin ve iridoidlerin [6, 7]. Bünyesinde bulunan iridoidlerle bağlantılı polifenollerin etkileri incelendiğinde, antiinflamatuvar, antidiyabetik, antikanserijen, antimikrobiyal oldukları kanıtlanmıştır [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12]. Bal yemişi meyvelerinde, hâkim antosiyaninin; siyanidin-3-O-glukozit olduğu ve toplam antosiyanin içeriğinin 88-273 mg C3GE 100 g⁻¹ sınırları içerisinde değişim gösterdiği bildirilirken, yüksek antosiyanin içerdiği vurgulanmıştır. Aynı çalışma kapsamında, toplam fenolik miktarının 256-442 mg GAE 100 g⁻¹ ve antioksidan kapasitesi ise 27-52 µmol TE 100 g⁻¹ arasında olduğu tespit edilmiştir [13]. Miktarının olduğu, Bal yemişi meyvelerindeki C vitamini miktarı, C vitamini ile zengin olduğu bilinen mavi yemişten 3 kat daha fazla ölçülmüştür [14]. Farklı çalışmalarda içerdiği C vitamini miktarı 29 ile 187 mg/100 g arasında değişim göstermiştir [7, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21]. Meyve haricinde farklı kısımlarının da (bitki, yaprak, tohum vb.), farklı amaçlar doğrultusunda değerlendirilme potansiyelinin olduğu bildirilmektedir [24, 25, 26].

Asya'dan elde edilen verilerin yetersiz olması sebebiyle dünyada bal yemişi yetiştiriciliğinin üretim alanı kesin olarak bilinmemektedir. Uzmanlar, bu bitkinin dünyada yaklaşık 5500 ha alana sahip olduğunu, yaklaşık 1000 hektarının Kanada'da, 20 hektarının ise ABD'de de olduğunu ileri sürmektedir. Avrupa'daki önemli bal yemişi üreticileri, başta Polonya olmak üzere, Büyük Britanya, Slovenya olduğu ileri sürülmektedir [22]. Rusya ise 735 hektarı aşan bir üretim alanına sahip olmakla birlikte en büyük paya sahip bölgenin Batı Sibirya'da bulunduğu gözlemlenmiştir [23]. Ancak, türün kültürü, potansiyelinin farkındalığındaki artışa paralel şekilde Dünya genelinde artış göstermektedir.

Günümüzde birçok ülkede ticari açıdan yüksek potansiyele sahip olduğu bilinen *Lonicera caerulea* Dipsacales familyasında bulunmakta ve *Lonicera* cinsinde yer almaktadır [24]. Birçok bilim adamı, *L.caerulea*'nın birkaç alt türden ya da varyeteden oluşan tek bir tür mü olduğu yoksa farklı türlerden oluşan bir grup mu olduğu konusunda tartışmaya devam etmektedir [19, 25, 26]. Bu makalenin amacı bu konuyla ilgili temel bilgileri gözden geçirmektir.

TAKSONOMİ VE BOTANİK ÖZELLİKLERİ

Caprifoliaceae familyasının 200'den fazla tür içerdiği bilinmektedir [31]. *Lonicera* cinsine ait türler tarım uğraşının erken dönemlerinde yaygın olarak süs bitkisi şeklinde değerlendirildiğinden, türün ilk izlenimine dair görüşler bu doğrultuda şekillenmiştir [32]. 16. Yüzyılda Linnaeus, Alman doğa bilimcisi

Adam Lonitzer'den esinlenerek *Lonicera* cinsini isimlendirilmiştir. *Lonicera* cinsi yaklaşık 180 türü kapsamaktadır [29]. 1903 yılında mavi hanımeli olarak bilinen bal yemişi, Rehder [27] tarafından *caerulea* alt bölümünde sınıflandırılmış ve *Lonicera caerulea* tarafından temsil edilmiştir [11].

Çizelge 1. Bal yemişi bitkisinin taksonomik olarak sınıflandırılması [1, 27, 28, 29, 30]

Alem: Bitkiler alemi
Bölüm: Magnoliophyta
Sınıf: Magnoliopsida
Takım: Dipsacales
Familya: Caprifoliaceae
Cins: <i>Lonicera</i>
Tür: <i>Lonicera caerulea</i>

Bal yemişinin kabul gören iki ana taksonomik değerlendirmesi bulunmaktadır. *L.caerulea*'nın şimdikiye kadar yapılan ilk taksonomik sınıflandırmasında, ekocoğrafik faktörlere göre gruplandırma yapılmıştır. Gruplar sekiz alt türe ve bir polimorfik türe ayrılmıştır. *L.caerulea*'nın bu sınıflandırması birçok bilim adamı tarafından kabul edilmektedir [19, 33, 34, 35].

Botanik olarak yapılan ilk taksonomik sınıflandırmaya göre, *Lonicera caerulea*'nın 9 alt sınıfı şu şekildedir;

- *Lonicera caerulea* var. *altaica*. Kuzey Asya,
- *Lonicera caerulea* var. *caerulea*. Avrupa,
- *Lonicera caerulea* var. *cauriana*. Kuzey Amerika,
- *Lonicera caerulea* var. *dependens*. Asya,
- *Lonicera caerulea* var. *edulis*, synonym: *L.edulis*. Doğu Asya,
- *Lonicera caerulea* var. *emphylocalyx* Doğu Asya,
- *Lonicera caerulea* var. *kamtschatica*. Kuzey Doğu Asya,
- *Lonicera caerulea* var. *pallasii*. Kuzey Asya, Kuzey Doğu Avrupa,
- *Lonicera caerulea* var. *villosa*. Doğu Kuzey Amerika [27, 28, 36].

Bal yemişinin sınıflandırılmasına dair ikinci bakış açısında ise, SSCB (Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği) Florası için *Lonicera* cinsi monografik olarak değerlendirilmiş ve *caerulea*'nın alt bölümüne 10 tür tanımlanmıştır [37]. Bazı Rus bilim adamları, *caerulea* alt bölümünü daha az sayıda türe ayırmışlardır; Örneğin Riabova 4 türü ve Voroshilov 5 türü tanımlamıştır [25, 38, 39]. Ayrıca iki taksonun *L.boczarnikowae* Plekh. ve *L.venulosa* Maxim, polimorfik kompleksinin ilişkisi tam olarak belirlenememiştir. Bu taksonlar farklı yazarlar tarafından ayrı türler olarak değerlendirilmektedir [1, 40]. Taksonomik değerlendirmelerin birden fazla olması aynı takson için birden fazla ismin kullanıldığı anlamına da gelmektedir. Örneğin, *L.kamtschatica*

ayrı bir tür, alt tür veya çeşit olarak kabul edilmektedir. Yetiştirilen bitkilerin filogenetik araştırması ve taksonomisinin ayarlanması, türlerin genetik kaynaklarının kullanılması ve ilgili türlerden gen aktarımı başarısının tahmin edilmesi açısından önemlidir [41].

Çeşitli araştırmacılar, *Lonicera caerulea*'nın yanı sıra *L.altaica*, *L.stenantha*, *L.edulis*, *L.iliensis* ve *L.venulosa* Maxim'e de alt bölümdeki tür statüsünün verilebileceğini kabul etmiştir [38, 42, 43, 44, 45]. Yapılan başka bir çalışmada *Lonicera*'nın *Caeruleae* alt bölümündeki morfolojik, anatomik ve biyokimyasal özelliklerindeki farklılıklara dayanarak, *L.altaica*, *L.caerulea*, *L.emphylocalyx*, *L.kamtschatica*, *L.pallasii*, *L.stenantha*, *L.turczaninowii*, *L.villosa* ve *L.edulis*'in tetraploid genotiplerinin, tetraploid sirkumholarktik polimorfik tür *L.caerulea*'ya ait olduğu ileri sürülmüştür [19, 25].

Yapılan karmaşık çalışmaların sonucunda; bitkilerin coğrafi olarak dağılımı, anatomisi, morfolojisi, biyokimyasal özellikleri, kromozom sayıları, türlerin melezlenebilirliği göz önüne alınarak, Avrasya bal yemişinin içerdiği türler belirlenmiş ve sınıflandırma 4'e ayrılmıştır [1]. Bunlar içerisinde; *L.iliensis* Pojark, *L.edulis* Turcz. Ex. Freyn, *L.boczkarnikowae* Plekh endemik diploid türleri oluştururken, politipik tetraploid alt türler ise *L.caerulea* L.'ye aittir [1, 25, 46]. Plekhanova daha sonraki yıllarda polimorfik tetraploid bir tür olarak kabul ettiği *L.caerulea*'ya yedi alt tür tanımlamıştır [47]. Plekhanova'nın gerçekleştirdiği sınıflandırma incelenmiş, tetraploid ve diploid türlerin genel özellikleri belirlenmiştir:

•*Lonicera iliensis* (2n=18), Kazakistan'daki İli Nehri vadisindeki ve Kuzeybatı Çin'deki Xinjiang Eyaletinde rastlanılan çalılar; 1,2-2 m yüksekliğinde olup, gri kabuklu çok sayıda ince dala sahiptir. Sürgünleri ince, yaprakları küçük ve tüylü, griye yakın yeşil renkli ve mızrak şeklindedir. Çiçekleri küçük, beyazımsı sarı ve huni şeklindedir. Meyvelerinin 0,2-0,5 g arasında olduğu, meyve şeklinin oval, küçük, koyu mavi renkli ve ekşi bir tada sahip olduğu bilinen bu tür henüz kültüre alınmamıştır [1, 26].

•*Lonicera edulis* (2n=18), Yukarı Amur, Zeya vadilerinde Transbaikalia'da ve Çin'in Kuzeybatı Xeilongjiang Eyaletinde ortaya çıkmakta, oluştuğu yerlerde 0,8-1,5 m yüksekliğinde yoğun çalılar meydana getirmektedir. Dallar çok sayıda ve ince sürgünler, kahverengi kabuğa sahiptir. Yapraklar ise yeşil renkli, tüylü, küçük ve mızrak şeklindedir. Çiçekler küçük, sarımsı renkli genelde kırmızı anterli ve huni şeklindedir. Meyveler ise küçük ya da orta boyda 0,3-0,6 g ağırlığında, oval, mavi renkli, ekşi-

tatlı bir tada sahip olmakla birlikte, meyvelerinin kolayca döküldüğü bilinmektedir [1, 26].

•*Lonicera boczkarnikowae* (2n=18), Denize yakın Güney bölgelerde, Przhevalsky Dağlarının sırtlarındaki yamaçlarda ve platolarda bulunur; Shkotovsky, Chuguevsky ve Lazovsky bölgelerinde çalılar oluşturur. Çalı, sarımsı-kahverengi renkli kabuğa sahip az sayıda dalları ile 1-2,5 m yüksekliğe sahiptir. Sürgünleri kalın, yaprakları ise büyük ve tüylü, koyu yeşil renkli, parlak ve ovaldir. Çiçekler büyük, yeşilimsi sarı renkte, boru şeklindedir. Meyveler ise orta ve iri 0,5-0,9 g arasında, silindirik şeklinde, meyve rengi ise koyu mavi ile mavi arası renktedir. Meyvelerin su içeriği az ve tadı ekşi-tatlı arasındadır [1, 26].

•*Lonicera caerulea* (2n=36) Anavatanı Kuzey Doğu Asya'dır. Kuzey Amerika'nın serin iklime sahip bazı bölgelerinde de yetiştiği bilinmektedir. Literatürde mavi hanımeli, tatlı böğürtlen hanımeli, haskap olarak bahsedilen türün bu bitki olduğu bilinmekte ve oldukça yüksek verime sahiptir [19, 32, 48, 49, 50, 51]. Yapraklarını döken bu türün, -40°C soğuklara kadar dayanabildiği ve boyunun 0,8-2 m arasında değiştiği bilinmektedir. Yaprakları basit yapıda ve çok sayıda, sürgünlerin karşısında yer almakta, uzunluğu 2-7 cm arasında ve 1 cm'den fazla genişliğinde ve uzun veya oval, mızrak şekline sahip olduğu bilinmektedir [9, 52, 53, 54]. 2019 yılında *Lonicera caerulea*'nın da iki alt türü bulunduğu ileri sürülmüştür: *Lonicera caerulea* ssp. *caerulea* ve *Lonicera caerulea* ssp. *Pallasii* [55]. Bu türe ait görsel aşağıda sunulmuştur (Şekil 1).



Şekil 1. Bal yemişi meyvesi [64]

GERMPLAZM

Bal yemişinin doğal yaşam alanının Kuzey yarımkürenin Kuzey kutbu ve kuşağı olduğu bilinmektedir [56]. 1894 yılında Rusya'da bahçe bitkisi olarak tanımlanan bal yemişinin 1913 yılında ilk kez kültüre alındığı bilinmektedir [1, 25, 32].

1950-1960'lı yıllarda Rusya'da, 1970'lerde ise Japonya'da ticari değere sahip olduğu kabul edilmiştir [1, 25]. En zengin genetik çeşitliliğin Kuzeydoğu Rusya'da yoğunlaştığı bilinmektedir [2, 3]. Rusya'da bulunan Vavilov Bitki Araştırma Enstitüsü, 1972-1990 yılları arasında Kuzeydoğu Avrasya'dan *Lonicera L. subsect. caerulea*'dan ıslah çalışmalarıyla koleksiyon oluşturmuştur [1, 25]. Rusya'da ve Japonya'da kültüre alınan bal yemişinin Kuzey Amerika'ya ithal edilmesiyle daha da popüler hale geldiği gözlemlenmiştir [56]. Kanada Saskatchewan, ABD Oregon'da ıslah çalışmalarının devam ettiği bilinmektedir. Kanada Saskatchewan'da, Rusya ve Kuril Adaları'ndan gelen genetik, karakteristik olmayan alt tür grupları için soğuk iklimlere adapte olmuş, hibrit ticari çeşitler üretildiği bilinmektedir. Kanada'daki (subsp. *villosa Michx.*) ve Japonya'daki genetik materyal (subsp. *amfilokaliks*) bu ıslah çalışmalarına entegre edilerek yeni ticari değeri olan çeşitler geliştirilmiştir [2, 3].

Çizelge 2. Oregon, Kanada ve Hokkaido'da gözlemlenen *L.caerulea* germplazmasının genel özellikleri (Bors, 2009)

Tip	Avantaj	Dezavantaj	Diğer
Rusya	*Uniform gelişim *Hasatı kolay *Yüksek boylu çalı *Verimlidir *Erkencidir *Tadı mayhoş	*Küçük meyveli *Bitki büyümesi haziranda durur *Bazıları keskin acı tada sahip	*Lezzetli çeşitler *Hastalıklara dayanıklı çeşitlere sahip
Japonya	*Meyveler iri ve yuvarlak *Verimli *Geç olgunlaşma *Bitki ve yaprak hastalıklarına karşı dirençli *Yüksek çalı	*Düzensiz olgunlaşma *Meyve tutumu az	*Lezzetli çeşitler
Kuril adaları	*Uniform olgunlaşma *Geç olgunlaşma *Oldukça lezzetli *Geniş, yuvarlak meyve *Yaprak hastalıklarına karşı dayanıklılık *Yapraklar yaz boyunca sağlıklı ve yeşil	*Düşük verim *Kısa bitkiler *Meyve tutumu az	*Ticareti yurtdışına yapılmakta
Kanada	*Erken olgunlaşma *Bazı meyveler parlak mavi renge sahip *Oldukça lezzetli	*Meyveleri küçük *Kırılgan dal yapısı	*Islah çalışmalarında kullanılmakta

Oregon eyaletinde yapılan çalışmada, Japon genetik materyali ile Rus materyali karşılaştırılmış ve daha ılıman iklimler için Japon genetik materyalinin üstün olduğu gözlemlenmiştir [19]. Germplazm bölgeleri genel olarak karşılaştırıldığında, Rus germplazmı bitki canlılığı açısından Japon ve Kanada'ya göre üstün bulunmuştur. Japon germplazmı ise meyve iriliği ve geç çiçeklenme açısından üstün özelliklere sahiptir. Kanada germplazmı ise adaptasyon ve daha dik bir bitki yapısına sahip, Asya germplazmı ise diğer

germplazmlara göre yüksek polifenol içeriğine sahiptir [1, 19, 26, 30].

L.caerulea'nın coğrafya ve genetik olarak, çeşitli türleri ıslah materyali olarak kullanılabilir. Kamçatka bölgesinde yetişen türler; kışa dayanım, meyve iriliği, Askorbik asit içeriği fazla ve mayhoş tada sahiptir. Kuril Adaları'nda yetişen türler; geç olgunlaşma, kışa dayanım, tomurcukların uzun süre dinlenmeye sahip olmasıyla öne çıkmaktadır. Sikhote-Alin Dağlarında bulunan türler; erken olgunlaşma, yüksek verim ve polifenol içeriğiyle bilinmektedir. Altay ve Sayan Dağlarında bulunan türlerin, kuraklığa dayanıklılık ve verimin yüksek olması açısından kıymetli olduğu bilinmektedir. Rusya'nın kuzeyindeki türler ise soğuğa tolerans gibi üstün özelliklere sahiptir [1, 47].

TAKSONOMİ VE GERMLAZM ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR

1784 yılında Carl Thunberg tarafından keşfedilip isimlendirilen *Lonicera japonica* (2n=18)'nin 19. yüzyılda Asya'dan dünyaya tanıtılmıştır. Günümüzde Antarktika hariç birçok kıtada bulunan Japon bal yemişinin dağılımı incelendiğinde, Kuzey Amerika, Akdeniz ve Orta Avrupa, Güney Britanya, Kuzey-Güney Afrika, Avustralya, Yeni Zelanda, Filipin Adaları *Lonicera*, Hawaii ile diğer Pasifik Adaları ve Amerika'nın büyük bir bölümünde yetiştiği bilinmektedir. İki alt cins ayrılmıştır: Bu alt cinsler: *Lonicera* ve *Chamecerasus* olarak karşımıza çıkmaktadır. Japon bal yemişi veya Japon hanımelişi olarak adlandırılan *Lonicera japonica* (2n=18)'nin *Chamecerasus* alt cinsi içinde sınıflandırılması, ikiz büyüme alışkanlığına ve koltuk altı çiftlerdeki çiçek oluşumuna dayanmaktadır [28, 58, 59]. Adlandırılmış dört çeşit bulunmaktadır; *L.japonica* var. *halliana*, *L.japonica* var. *chinensis*, *L.japonica* var. *repens*, *L.japonica* var. *aureo-reticulata* [60].

Lonicera örneklerinden izole edilen DNA'lar, spesifik akrabalık ağacı oluşturulup alt türlere göre gruplandırılmıştır. Diploid türler *L.boczarnikovae* ve *L.edulis*'in çoğunlukta olduğu kümenin yanı sıra kümelenirken, filogenetik haritanın kalan kısmında, *L.caerulea* alt türlerini içermektedir ve bu alt türlerin hepsi tetraploid olarak bilinmektedir. Bu tetraploid alt türlerde farklı gruplara ayrılabilir. Birinci grup, yalnızca Japonya menşeli *L.caerulea* subsp. *amfilokaliks*'e aittir ve bu gruplandırma yalnızca coğrafi kökenle açıklanmaktadır. İkinci grup ise çoğunlukla *L.caerulea* spp.'nin alt türlerinden oluşan bu alt türler; *L.caerulea altaica*, *L.caerulea pallasii* ve *L.caerulea stenantha* olarak karşımıza çıkmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre *L.caerulea*

altaica ve *L.caerulea pallasii* alt türlerinin de olabileceği öne sürülmektedir [61, 62, 63].

Avrasya bölgesinde *caerulea*'ya ait 156 yabani popülasyonun ploidiisi üzerine yapılan çalışmalar sonucunda diploid ($2n=18$) ve tetraploid alt türler ($2n=36$) ortaya çıkmış ve eldeki bitkilerin coğrafi dağılımları belirlenmiştir. Tetraploid alt türlerin, diploidlere göre daha baskın olduğu ve diploidlere kıyasla daha Kuzeyde ve Alpin bölgelerine yayıldığı belirlenmiştir. Diploidlerin ise, buzullardan etkilenmeyen ve *Lonicera*'nın merkezi olarak kabul edilen Orta Çin'e yakın bölgelerde olduğu gözlemlenmiştir [36, 46].

Japonya'da yapılan bir araştırmada *Lonicera caerulea* L.'nin ploidi düzeyi ve coğrafi dağılımı araştırılmıştır. Flow sitometri analizinin sonuçları, Japonya'da diploid ve tetraploid bitkilerin varlığını ortaya koymuştur. Kromozom gözlemleri sonucunda, diploid ve tetraploid bitkilerin sırasıyla $2n=2x=18$ ve $2n=4x=36$ kromozom yapısına sahip olduğu doğrulanmıştır. Diploid popülasyonlar, yalnızca Hokkaido'nun doğusunda bulunan Betsukai, Bekanbeushi, Kushiro ve Kiritappu bataklıklarında bulunmuştur. Öte yandan tetraploid popülasyonların, Hokkaido ve Japonya'da geniş bir alana yayıldığı gözlemlenmiştir. Tetraploid türlerin, geniş alana yayılması, farklı ortamlara daha kolay adapte olduğunu göstermektedir. Diploid ve tetraploid popülasyonlar bulunmasına rağmen, herhangi bir triploid tespit edilmemiştir. Bu durum melezleme ile doğrulandığı gibi diploid ve tetraploid arasında geçiş zorluğunu ortaya koymuştur [50].

Uzak Doğu'da bulunan bal yemişi, genetik kaynaklarını karakterize etmek amacıyla ayrıca *Lonicera caerulea* örneklerinin yalnızca bir polimorfik takson oluşturduğu hipotezini test etmek amacıyla Kamçatka ve Sakhalin'den örnekler toplanmıştır. Aynı çalışmadaki diğer bir amaç ise yetiştirilen çeşitler ile yabani türler arasındaki ilişkiyi inceleyerek bal yemişi, genetik kaynakları hakkında daha fazla bilgi edilmektir. Dolayısıyla mevcut 20 Rus meyve çeşidi, ekotiplerle karşılaştırılmak üzere değerlendirilmiştir. Kamçatka ve Sakhalin'den alınan örnekler arasında ekolojik ve jeobotanik farklılıkların olduğu gözlemlenmiştir. En iyi özelliklere sahip 12 genotip seçilirken meyve özellikleri ve bitkilerin çoğalma özellikleri göz önünde bulundurulmuştur. Üstün meyve özelliklerine sahip genotiplerin Kamçatka'ya ait olduğu, tozlaşma ve çoğalma için ise Sakhalin genotiplerinin üstün olduğu gözlemlenmiştir. Sakhalin ve Kamçatka'daki genotipleri karakter kombinasyonu ayırt etmenin mümkün olduğu ve dolayısıyla alt tür seviyesinde taksonomik ayırım hipotezini desteklemektedir. Ayrıca *Lonicera caerulea*'nın bulunan genotiplerini

iki coğrafi alt türe ayırmak mümkündür: *L.caerulea* subsp. *kamtschatica* ve başka bir alt tür olan *L.caerulea* L. subsp. *ochotensis* Smekal. ve bu alt türler Sakhalin ve komşu Kuril Adaları'nda geniş bir dağılıma sahiptir [11].

SONUÇ

Soğuğa karşı yüksek toleransa sahip, erken olgunluğa erişebilen ve süs bitkisi olarak ta kullanılabilen *Lonicera caerulea* yaygın olarak Avrasya ve Kuzey Amerika'da bulunmaktadır. *Lonicera caerulea*'nın meyve, sap, yaprak ve çiçeklerinin biyoaktif değere sahip olduğu bilinmekte fakat spesifik moleküler mekanizmanın ve kullanımının yeterince geliştirilmediği bilinmektedir. Dolayısıyla *Lonicera caerulea*'nın gıda, ilaç, sağlık ürünleri sektöründe de kullanımının kısıtlı olduğu bilinmektedir. Günümüze dek yapılan çalışmaların sonucunda tam olarak fikir birliğine varılmamıştır. Fakat yaygın görüş, bal yemişinin diploidler ve tek tetraploid sınıfa ayrıldığı yönünde olmasına rağmen tetraploid olan *Lonicera caerulea*'nın da alt türlerinin bulunduğu çalışmalar karşımıza çıkmaktadır. Islah çalışmaları için araştırmacılara ışık tutması açısından ve ticari öneme sahip yeni çeşitlerin oluşturulması için bal yemişinin sınıflandırılması üzerine daha fazla çalışma yapılması gerektiği belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Çalışmada ismi geçen doktora öğrencisi İlknur ESKİMEZ 100/2000 Sürdürülebilir Tarım (Yenilikçi-İyi Tarım Uygulamaları) tematik alanında doktora yapmaktadır. Öğrencimize maddi desteğini esirgemeyen Yükseköğretim Kuruluna teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Plekhanova, M.N. 1999. Blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.)-a new commercial berry crop for temperate climate: genetic resources and breeding. In Eucarpia symposium on Fruit Breeding and Genetics 538:159-164.
2. Thompson, M.M., Barney, D.L. 2007. Evaluation and breeding of haskap in North America. Journal of the American Pomological Society, 61(1):25.
3. Gerbrandt, E.M., Bors, R.H., Chibbar, R.N., Baumann, T.E. 2017. Spring phenological adaptation of improved blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.) germplasm to a temperate climate. Euphytica 213:1-17.
4. Beyaztaş, T.N. 2022. Bazı bal yemişi çeşitlerinin (*Lonicera caerulea*) mikroçoğaltım

- performanslarının belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 45s, Bursa.
5. Polat, M., Durul, M.S., Arıtürk, Eskimez, İ. 2023. Bal Yemişi Yetiştiriciliği. Bölüm 11.
 6. Celli, G.B., Ghanem, A., Brooks, M.S.L. 2014. Haskap berries (*Lonicera caerulea* L.)-A critical review of antioxidant capacity and health-related studies for potential value-added products. *Food and Bioprocess Technology*, 7(6):1541-1554.
 7. Rupasinghe, H.V., Arumuggam, N., Amararathna, M., De Silva, A.B.K.H. 2018. The potential health benefits of haskap (*Lonicera caerulea* L.): Role of cyanidin-3-O-glucoside. *Journal of Functional Foods* 44:24-39.
 8. Chaovanalikit, A., Thompson, M.M., Wrolstad, R.E. 2004. Characterization and quantification of anthocyanins and polyphenolics in blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52(4):848-852.
 9. Svarcova, I., Heinrich, J., Valentova, K. 2007. Berry fruits as source of biologically active compounds: the case of *Lonicera caerulea*. *Biomed. Papers* 151:163-174.
 10. Molina, A.K., Vega, E.N., Pereira, C., Dias, M.I., Heleno, S.A., Rodrigues, P., Ferreira, I.C. 2019. Promising antioxidant and antimicrobial food colourants from *Lonicera caerulea* L. var. *kamtschatica*. *Antioxidants* 8(9):394.
 11. Holubec, V., Smekalova, T., Leisova-Svobodova, L. 2019. Morphological and molecular evaluation of the Far East fruit genetic resources of *Lonicera caerulea* L. -vegetation, ethnobotany, use and conservation. *Genetic Resources and Crop Evolution* 66(1):121-141.
 12. Becker, R., Szakiel, A. 2019. Phytochemical characteristics and potential therapeutic properties of blue honeysuckle *Lonicera caerulea* L. (Caprifoliaceae). *Journal of Herbal Medicine* 16:100-237.
 13. De Silva, A.B., Rupasinghe, H.V. 2021. Effect of growing location on anthocyanin content and total antioxidant capacity of haskap (*Lonicera caerulea* L.) berry: A preliminary investigation. *Horticultural Science* 48(4):183-189.
 14. Harb, J., Khraiwesh, B., Streif, J., Reski, R., Frank, W. 2010. Characterization of blueberry monodehydroascorbate reductase gene and changes in levels of ascorbic acid and the antioxidative capacity of water-soluble antioxidants upon storage of fruits under various conditions. *Scientia Horticulturae* 125(3):390-395.
 15. Tanaka, T., Tanaka, A. 1998. Chemical composition and characteristics of Hasukappu berries in various cultivars and strains. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 45(2):129-133.
 16. Arus, L., Kask, K. 2007. Edible honeysuckle (*Lonicera caerulea* var. *edulis*) underutilized berry crop in Estonia. *NJF Report* 3(1):33-35.
 17. Skupień, K., Oszmiański, J., Ochmian, I., Grajkowski, J. 2007. Characterization of selected physico-chemical features of blue honeysuckle fruit cultivar 'Zielona'. *Polish Journal of Natural Science* 2007(Suppl. 4):101-107.
 18. Palíková, I., Heinrich, J., Bednář, P., Marhol, P., Křen, V., Cvak, L. 2008. Constituents and antimicrobial properties of blue honeysuckle: A novel source for phenolic antioxidants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56(24):11883-11889.
 19. Thompson, M.M. 2008. Caprifoliaceae. In J. Janick, R.E. Pauli (Eds.), *The Encyclopedia of Fruit & Nuts*, pp:232-235.
 20. Ochmian, I., Oszmianski, J., Skupień, K. 2009. Chemical composition, phenolics, and firmness of small black fruits. *Journal of Applied Botany and Food Quality* 83(1):64-69.
 21. Jurikova, T., Sochor, J., Rop, O., Mlček, J., Balla, Š., Szekeres, L.L., Zitný, R., Zitka, O., Kizek, R. 2012. Evaluation of polyphenolic profile and nutritional value of non-traditional fruit species in the Czech Republic-A comparative study. *Molecules* 17(8):8968-8981.
 22. Cassells, L.J. 2017. Wnioski z ostatnich siedmiu lat uprawy jagody kamczackiej w Ameryce Północnej, In: *Konferencja Kamczacka, Hortus Media, Krakow, Poland*, pp:78-88.
 23. Czernienko, A. 2019. Trendy w rozwoju ogrodnictwa przemysłowego wickrzewu w Rosji oraz ocena odmian pod kątem potrzeb rynkowych. III Międzynarodowa konferencja Kamczacka.
 24. Naugžemys, D., Žilinskaitė, S., Denkovskij, J., Patamsytė, J., Literskis, J., Žvingila, D. 2007. RAPD based study of genetic variation and relationships among *Lonicera* germplasm accessions. *Biologija* 53(3).
 25. Plekhanova, M.N., Rostova, N.S. 1994. Analiz izmenchivosti morfologicheskikh, anatomicheskikh, biokhimicheskikh priznakov *Lonicera* iz podseksii Caeruleae (Caprifoliaceae) metodom glavnykh komponent. *Botanicheskii zhurnal* 79:45-64.
 26. Streltsina, S.A., Sorokin, A.A., Plekhanova, M.N., Lobanova, E.V. 2006. Sostav biologicheskii aktivnykh fenol'nykh soedinenii sortov zhimolosti v usloviakh severo-zapadnoi zony plodovodstva RF. *Agrarnaia Rossiia* 6:67-72.

27. Rehder, A. 1903. Synopsis of the genus *Lonicera*. Ann. Rep. Missouri Bot. Garden, pp:27-232.
28. Rehder, A. 1940. Manual of cultivated trees and shrubs hardy in North America. 2. Edition, revised and enlarged, Dioscorides Press, Portland, Oregon, 996p.
29. Bailey, L.H. 1949. Manual of cultivated plants most commonly grown in the continental United States and Canada. The MacMillan Company, New York, 1116p.
30. Plekhanova, M.N., Streltsyna, S.A., Rostova, N.S. 1993. Phenolic compounds in berries of *Lonicera* subsect. *Caerulea* species. Plant Res, 29:16-25.
31. Poyarkova, A.I. 2000. The honeysuckle-*Lonicera* L. In: Schischkin BK (ed) Flora of the USSR, Science Publishers, Moscow 23:446-549.
32. Hummer, K. 2006. Blue honeysuckle: A new berry crop for North America. Journal of the American Pomological Society 60(1):3-8.
33. Nakai, T. 1938. A new classification of the genus *Lonicera* in the Japanese Empire, together with the diagnoses of new species and new varieties. J. Japan. Bot. 14:359-376.
34. Hultén, E. 1971. Circumpolar plants. Stockholm, Vetenskapsakad. Handl. Fj̄arde Ser. 4:13.
35. Browicz, K. 1974. Caprifoliaceae. Bot. J. Linn. Soc. 68:267-281.
36. Plekhanova, M.N. 1989. Actinidia, Schizandra, and blue honeysuckle. Agronomy, Leningrad, 88.
37. Poyarkova, A. 1958. Caprifoliaceae. In: Schischkin B.K. (ed.) Flora USSR, Academia Scientiarum URSS 23:467-503.
38. Riabova N.V. 1980. Zhimolost'. Itogi introduksii v Moskve. Moskva, Nauka, 160p.
39. Voroshilov, V.N. 1992. Etapno-khorologicheskii analiz zhimolosti *Lonicera* L. (Caprifoliaceae) iz podseksii *Caerulea* Rehd. seksii *Isika* (Adans) Rehd. Byul. MOIP Otd. Biol. 97:89-94.
40. Boyarskih, I.G., Chernyak, E.I. 2012. Osobennosti nakopleniia biologicheskii aktivnykh fenolnykh soedinenii *Lonicera caerulea* v sviazi s ekologiei. Materialy Vserossiiskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. Yekaterinburg, pp:183-184.
41. Handa, T., Kita, K., Wongsawad, P., Kurashige, Y., Yukawa, T. 2006. Molecular phylogeny-assisted breeding of ornamentals. J. Crop Improv. 17:51-68.
42. Skvortsov, A.K. 1986. Blue honeysuckles (*Lonicera* subsect. *caerulea*) of Eurasia: Distribution, taxonomy, chromosome numbers, domestication. Symbolae Botanicae Upsalienses (Sweden).
43. Nedoluzhko, V.A. 1986. Systematic and geographic review of honeysuckle from Northeastern Eurasia. Komarov Readings, Vladivostok, 33:54-109.
44. Nedoluzhko, V.A. 1987. Honeysuckle family- Caprifoliaceae. Vascular Plants of the Soviet Far East, 2:277-301.
45. Skvortsov, A.K., Kuklina, A.G. 2002. Blue honeysuckles, M. Nauka (in Russian).
46. Plekhanova, M. 1987. Potential and perspectives of blue honeysuckle hybridization. Breeding and cultivar studies of berry crops. Michurinsk, pp:162-167.
47. Plekhanova, M.N. 2007. On the specific composition of the blue honeysuckle *Lonicera* subsect. *caerulea* (fam. Caprifoliaceae). Genetic resources of fruit, small fruit crops and grape: Keeping and study. Bull. Appl. Bot. Genet. Plant Breed, 161:57-68.
48. Thompson, M.M., Chaovanalikit, A. 2002. August). Preliminary observations on adaptation and nutraceutical values of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea*) in Oregon, USA. In 26. International Horticultural Congress: Berry Crop Breeding, Production and Utilization for a New Century 626:65-72.
49. Bors, B. 2009. Breeding of *Lonicera caerulea* L. for Saskatchewan and Canada. In Proceedings of the 1. Virtual International Scientific Conference on *Lonicera caerulea* L., Saskatoon, SK, Canada, 23:88-98.
50. Miyashita, T., Araki, H., Hoshino, Y. 2011. Ploidy distribution and DNA content variations of *Lonicera caerulea* (Caprifoliaceae) in Japan. J. Plant Res. 124:1-9.
51. Hayes, D.J., Peterson, B.J. 2020. Growth of *Lonicera caerulea* across fertility and moisture conditions: comparisons with *Lonicera villosa* and invasive congeners. HortScience 55(2):149-155.
52. Hummer, K.E., Pomper, K.W., Postman, J., Graham, C.J., Stover, E., Mercure, E.W., ... & Zee, F. 2012. Emerging fruit crops. Fruit Breeding, pp:97-147.
53. Lauritzen, E., Black, B., Maughan, T. 2015. Honeysuckle (Blue Honeysuckle) in the Garden; Horticulture: Utah State University Extension: Salt Lake City, UT, USA.
54. Wu, S, Hou, D.X. 2021. Haskap (*Lonicera caerulea*) Berries. In: Asian berries health benefits, vol 16. Functional Foods and nutraceuticals series CRC Press FL USA, pp:327-328.
55. Batoczenko, W. 2019. Jadalny wiciokrzew z ukraińskich karpát, In: Konferencja Kamczacka Hortus Media Krakow, Poland, pp:135-138.

56. Rüdénberg, L., Green, P.S. 1969. A karyological survey of *Lonicera*, II. Journal of the Arnold Arboretum 50(3):449-461.
57. Nakajima, F. 1996. Small fruit growing in Hokkaido. Hokkaido Prefecture Agricultural Extension Services, Extension Publication, Sapporo, Japan.
58. Sax, K., Kribs, D.A. 1930. Chromosomes and phylogeny in Caprifoliaceae. Journal of the Arnold Arboretum 11(3):147-153.
59. Leatherman, A.D. 1955. Ecological life-history of *Lonicera japonica* Thunb.
60. Schierenbeck, K.A. 2004. Japanese honeysuckle (*Lonicera japonica*) as an invasive species; history, ecology, and context. Critical Reviews in Plant Sciences 23(5):391-400.
61. Avena, M., Cinovskis, R. 1971. About the classification of *Lonicera baltica* Pojark. Botanicheskie Sady Pribaltiki.
62. Kuklina, A.G. 1985. Populjacionnaja izmenchivost' zhimolosti goluboj v Sibiri. Bjulletin GBS 136:24-27.
63. Lamoureux, D., Sorokin, A., Lefevre, I., Alexanian, S., Eyzaguirre, P., Hausman, J.F. 2011. Investigation of genetic diversity in Russian collections of raspberry and blue honeysuckle. Plant Genetic Resources 9(2):202-205.
64. Anonim 2022. <https://laidbackgardener.blog/2017/05/10/the-fruit-that-came-in-from-the-cold/> (Erişim Tarihi: 22.10.2022).