



Distribution of *Betula pendula* during late quaternary to present and characteristics of its lowest habitat in Turkey

Ünal Akkemik¹, Besim Sertok², Ferdi Akarsu¹

¹⁾ *Istanbul University, Faculty of Forestry, Department of Forest Botany 34473 Bahçeköy-İstanbul, Turkey*

²⁾ *Forest Engineer, Sarıyer - İstanbul*

Corresponding Author: uakkemik@istanbul.edu.tr

Abstract

Betula pendula L. is a forest tree species having local distribution areas in Turkey. When it had a wide distribution area during Late Glacial time of Turkey, its distribution decreased at the end of Late Quaternary. The purpose of the paper is to discuss its past and present distribution in Turkey, climate features in growing areas by focusing on the lowest distribution area in Turkey. This species has local distribution areas in mainly east of Turkey together with Kayseri-Erciyes Mountain. Though, the elevation of common distribution area of this species ranges between 1300-2850 m in Turkey, we focused on the lowest distribution areas in Munzur Valley 1333-1206 m a.s.l. The species grows with riparian trees (such as *Salix caprea*, *S.alba*, *Alnus glutinosa* etc.) on valley bottom having high level of ground water like wetland forest. In Marho Bridge and Joining Point of Mercan River, distribution of *Tamarix gracilis* ends and birch trees start to grow. In this altitude it is represented with small stands and individuals on the river banks. The study area located at bottom land with high level of ground water table and deep alluvial soil, and semi-dry climate. The reason of its presence here may be these optimum soil and water conditions. The distribution of the species ceases immediately with the disappearance of bottom land relief. Thus, that unique and special ecosystem should be protected as a whole.

Keyword: *Betula pendula*, silver birch, distribution, Munzur valley

Introduction

Due to having three great phytogeographic regions, which are the Mediterranean, Euxine-Colchis and Irano-Turanian, Turkey has distribution limits of some tree species such as *Pinus sylvestris* L., *Quercus pontica* L., *Betula pendula* L., and also hosts about 3.000 endemic plant species in junction areas of these three phytogeographical regions (Davis, 1965-1988; Güner et al., 2000).

B.pendula, which was subjected to the paper, is most commonly distributed one among the five *Betula* species in Turkey. Davis (1982) and Yaltrık (1988) explained that this species grows through Europe, Anatolia, West Siberia, Caucasian mountains, north and northwest of Iran, and north of Iraq. Within this great distribution area, *B.pendula* constitutes great forests in northern Europe, Russia, and Asia, while it has local forests and stands in southern Europe, southern Russia, Ukraine, Kazakhstan, Turkey, Georgia, Armenia, Iran and Iraq. The southernmost border of its distribution is in the Elbruz Mountains of Iran at 2750 m. Browicz and Zielinski (1982) stated that the northernmost distribution of the species is on 69th latitude and easternmost is on 105th longitude. In Turkey, the species grows at central, east and northeast mountains of Anatolia between 1200-2850 m elevations. Bottema (1990) stated that distribution of the species was wider in early Holocene than that of today in Turkey.

B.pendula trees grow on the volcanic soils in general (Browicz ve Zielinski, 1982). Avcı (2004) stated that they may also grow on various types of soils because it has very wide distribution area in the world.

B.pendula, which is a pioneer and high-competitive tree (Bottema, 1990), is also a species resistant to cold conditions but sensitive to drought. For that reason it grows near to sea level in its

northern growing regions, and 1500-3000 m a.s.l. in the southern areas. Browicz and Zielinski (1982) stated that this species has fragmented distribution areas between 1800-3000 m a.s.l in Iran, Iraq and Turkey, representing with small trees up to 10 m height.

Munzur Valley has the lowest elevation among the *Betula* species' southern distribution area (in Turkey, Iran and Iraq). By having a very rich biodiversity, Munzur Valley was assigned as a National Park in 1971. The criterion of Munzur Valley National Park are having (1) a huge plant diversity, (2) distribution of *Betula* trees, (3) a special kind of trouts, and (4) a very rich animal diversity. Furtherly, Munzur Valley was evaluated as one of the 122 "Important Plant Areas" of Turkey (Özhatay et al. 2005). In Munzur Valley, which coincides to B7 Square of Davis' system, detailed floristic studies were (Yıldırımli, 1995; Davis, 1965-1985; Davis et al., 1988; Vitek et al., 2014, Karavelioğulları et al., 2014; Armağan, 2016; Yüce Babacan and Eker, 2017) performed and total 1522 taxa were identified. Within these taxa, 229 taxa endemic for Turkey and 46 of them are endemic for only Munzur Valley.

Woody flora of Munzur Valley is rather rich with the species birch trees (*Betula pendula* Roth, *B. litwinowii* Doluch.), oaks (*Quercus* L.), junipers (*Juniperus excelsa* M.Bieb., *Juniperus oxycedrus* L.), walnut (*Juglans regia* L.), willow (*Salix alba* L.), poplar (*Populus nigra* L.), alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) and maples (*Acer tataricum* L., and *A. platanoides* L.) (Yıldırımli, 1995). The purpose of the present paper is (1) to discuss the distribution area of *B.pendula* during Late Quaternary and at present and (2) to evaluate the ecological features of its lowest distribution area in Munzur Valley.

Distribution of *Betula* in Late Quaternary of Turkey

Pollen analyses performed on the fossil pollen from many locations in Turkey revealed important results for *Betula*. Bottema (1990) declared *Betula* distribution in Late Glacial/Holocene age for Turkey (Figure 1). In earlier Holocene time, the amount of *Betula* pollen is low in Turkey, except Van Lake. Van Lake records have a high amount of *Betula* pollen in this time. The pollen analyses done in Ova Lake and Gölhisar (Burdur) (Bottema and Woldring, 1984), Adıyaman-Gölbaşı and Urfa-Bozova (Zeist et al. (1968 (1970)) showed no *Betula* pollen in young Holocene. History of *Betula* in late Quaternary can be summarized as follows (Figure 1):

14.000-12.000 BP: The oldest *Betula* pollen records are from Lake Yeniçağa in the northwest, Samsun-Ladik in the central north and Karamık Marsh in the central west. The elevations of these areas range between 700-1000 m a.s.l. The climate was appropriate for growing of *Betula* and started to spread to treeless areas in 700-800 meters.

12.000-10.000 BP: In this time interval *Betula* pollen was common in the west of Anatolia. The climate was getting better for *Betula* and it started to spread up to 1300 m a.s.l. in Abant Mountains. Pollen density in the lakes Abant, Yeniçağa, Karamık, Akgöl and Söğüt reached to its highest ratio at the end of this time. Pollen results confirmed that *Betula* forests started from 700-800 m a.s.l. (Figure 1).

10.000-8.000 BP: At the beginning of this time lag pollen density in the lakes, Abant, Akgöl and Söğüt reached its highest level and then started to decrease at the end of this time interval; their elevations were 1000 and 1400 m. In this time *Betula* reached the widest area in Turkey and covered the tree lines in Abant Mountains, and around Lake Abant. After *Betula*, *Abies* dominated rapidly in mountains of Abant (Figure 1). While decreasing pollen density of *Betula*, *Abies* pollen density started to be dominant in west Anatolia.

8.000-6.000 BP: *Betula* pollen started to decrease rapidly in western 36⁰E latitude in Turkey. In this time eastern part (Nemrut Mountain-Söğütlü-, Lake Van, and even in Lake Urmia in northern Iran (Bottema, 1986) have a considerable amount of *Betula* pollen. The pollen results confirmed that *Betula* forest moved to the east Anatolia in this time interval (Figure 1).

6.000-4.000 BP: During this time, amount of *Betula* pollen started to decrease in eastern Anatolia. Only a small amount of a revival of *Betula* pollen was found in Abant Lake in the west (Figure 1).

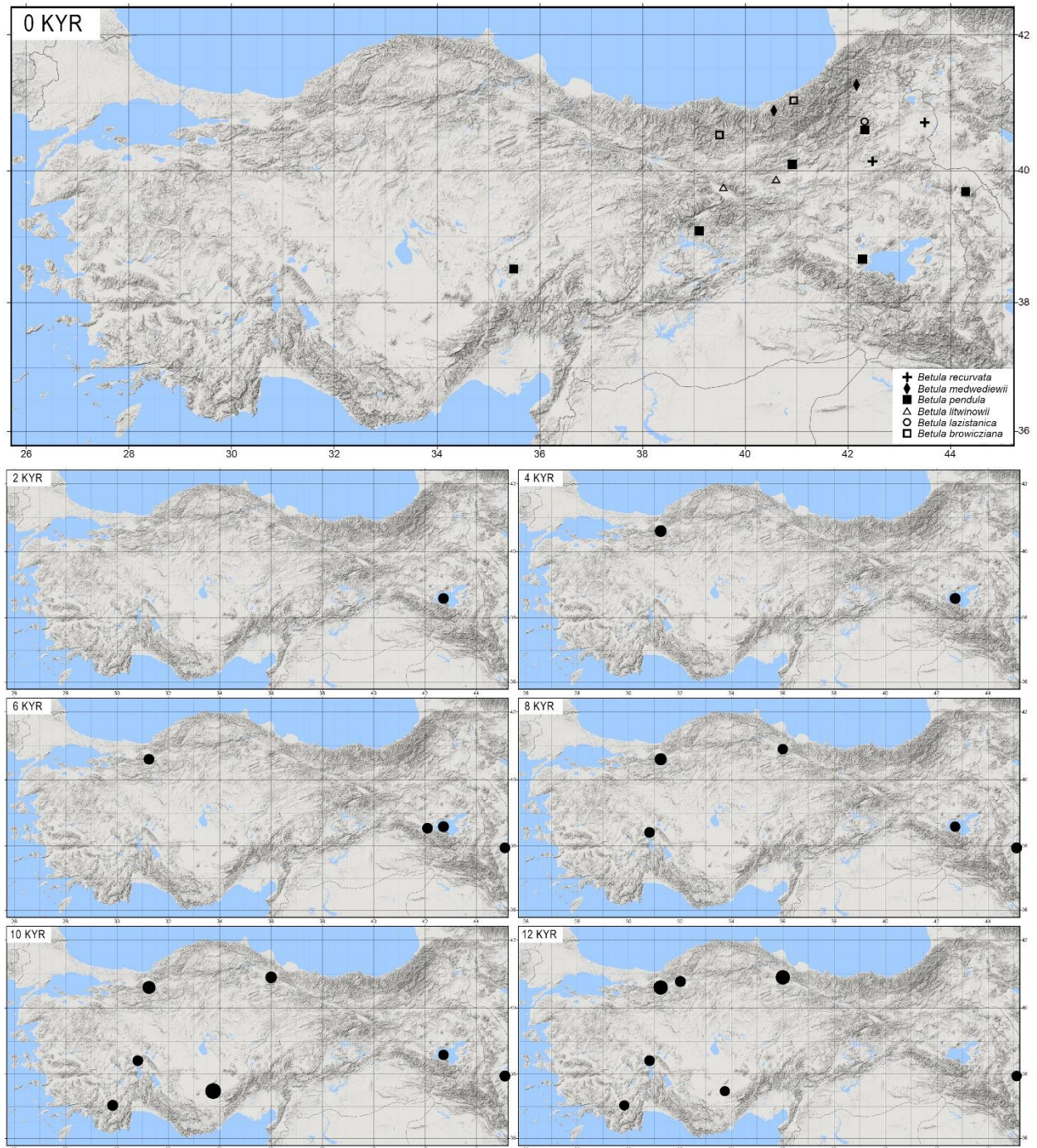


Figure 1. *Betula* pollen distribution during Late Quaternary in Turkey. (1 KYR= 1000 years Before Present-BP). Because pollen of *Betula* can be identified as genus level, this data includes total pollen of all *Betula* species. Three dimensions of black circles can be seen in the last six small maps. Bigger one shows high amount of pollen, medium one shows middle amount of pollen, and small one indicates low amount of pollen.

4.000-2.000 BP: *Betula* pollen were seen again in Abant records. This time is second suitable interval for growing of *Betula* in northwest of Anatolia. Bottema and Woldring (1990) called this phase “Beyşehir Occupation Phase” and climate was near to optimum for *Betula* (Figure 1).

2.000-Present: *Betula* trees are completely extinct from west Anatolia except only a limited distribution area in Kayseri-Erciyes Mountain (2.400 m). Local distribution areas remained in the east and northeast of Anatolia (Figure 1).

Bottema (1990) stated that *Betula* pollen data were represented by *Betula pendula*, because this is a pioneer species and has a competing role compared to other species.

The present distribution of *B. pendula*

B. pendula has a very wide distribution area in higher latitudes of Northern Hemisphere and small areas around Black Sea and Hazar Sea. Its south distribution limit is in northern Iran (Figure 3). This species grows between 1200-2800 m a.s.l. in Turkey, 2750 m a.s.l. in Elburz Mountain of northern Iran and in lower and higher latitudes (e.g. Kazakhstan, Siberia, northern Russia, and northern Europe) (Figure 2).

In Turkey, this species distributes north and northeast Anatolia together with an area in Erciyes Mountain. It constitutes mixture forests, and has not any pure forest in Turkey: A7 Trabzon: Değirmen Dere, 2100 m; A8 Erzurum: Kop Mountain pass, 2350 m; A9 Çoruh: Ardanuç, Sakaltutan Mountain, 2230 m; B5 Kayseri: Erciyes Mountain, Selimiye Gartrasu, c. 2800 m; B7 Tunceli: Ovacık, source of Munzur River, B8 Muş: Varto, foot of Bingel Mountain. at Gestemert G., 1585 m; B9 Bitlis: crater of Nemrut Mountain, 2400 m; B10 Ağrı: West side of Küçük Ağrı Mountain, 2500 m, often dominating on volcanic soils in the early stages of succession (Browicz, 1982).

Mayer and Aksoy (1998) explained that *Sorbus aucuparia*, *Berberis integerrima*, *Juniperus communis*, *Ribes orientale*, *Rosa pimpinellifolia*, *Cotoneaster* sp., *Daphne oleoides*, *Epilobium angustifolium* and *Dactylis glomerata* are the mixed species in 2200-2380 meters of Büyük and Küçük Ağrı Mountains. Schrub forms of *Betula* are seen up to 2780 m. At 2600-2800 m of Nemrut Mountain (Van Lake) the same form of trees are seen, and they constitute a mixed forest with *Juniperus communis* subsp. *nana*, *Cotoneaster nummularia*, *Crataegus curvisepala*, *Rosa pulverulanta*, *Astragalus aureus* and *A.eriocephalus* (Peşmen, 1973).

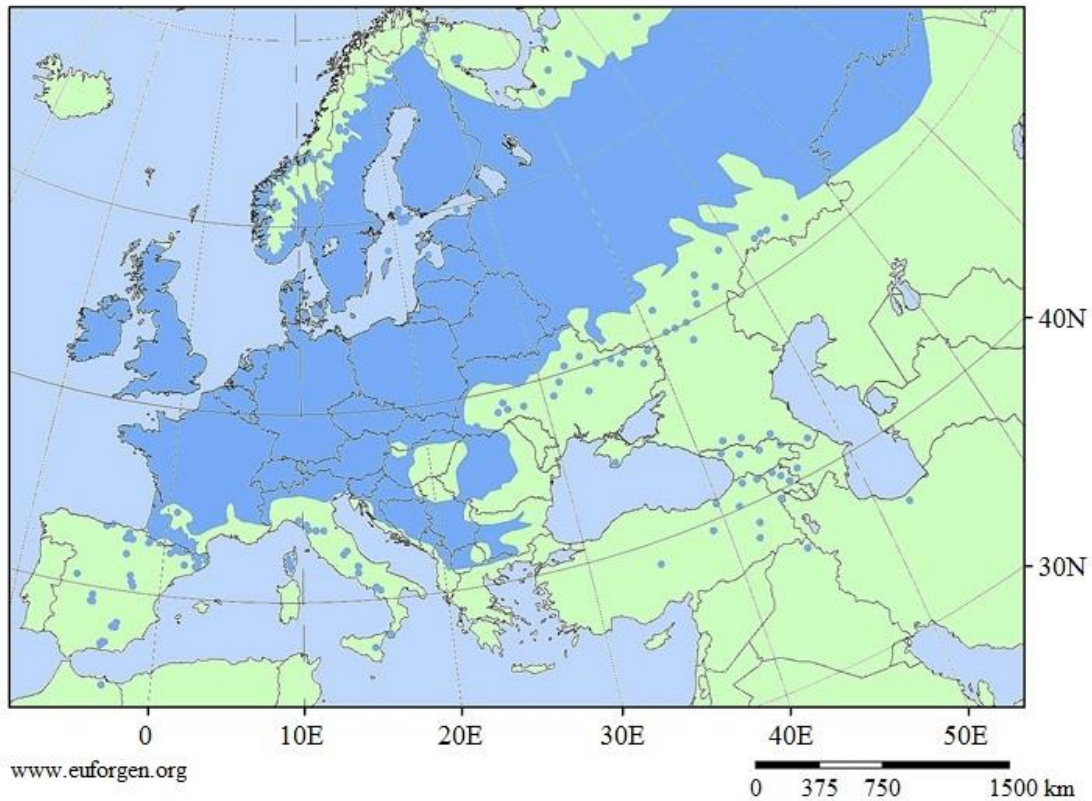


Figure 2. Distribution of *Betula pendula* in the world. It distributes mainly in higher latitudes and has local areas in the south (Caucasia, Turkey, Iran and Iraq)

The Climate of distribution areas

According to Köppen’s climate classification (Dönmez, 1984), all growing sites of *B. pendula* have “D Climate Belt” because mean minimum temperature of the coldest month is lower than -3 °C, and mean maximum temperature of the hottest month is over 10 °C. One of the most important climate factors of these sites is having high amount of snow coverage and soil freezing. Due to being wet through the year, climate type is Dfc (having a heavy winter, short and cool summer, and precipitation through the year). All sites have the same climate type according to the Köppen’s climate classification.

According to the Erinç’s climate classification (DMİ, 1972), the climate of the growing areas in Turkey show different climate types from semi-humid to very humid (Table 1; Figure 3). Kayseri, Trabzon and Ağrı showed the same climate type “Semi-humid climate type”. Bitlis and Muş have very humid climate type and Tunceli, Erzurum and Artvin are humid. Lowest mean of minimum temperature is -11.9 °C in Artvin, and highest mean of maximum temperature is 27.7 °C in Munzur Valley. The highest differences in climate parameters may be seen between Munzur Valley and Artvin (Figure 3). The growing areas in Artvin have a high amount of precipitation no water deficit exist. On the contrary Munzur Valley has a high temperature and low precipitation during summer time.

Table 1. Classification of climate calculated using Erinç Formula*. The numbers in Table show precipitation index.

eri	Kays on	Trabz is	Bitl rı	Ag eli	Tunc m	Erzuru n	Artvi s	Mu
	30	39	60	30	49	40	54	56
	Semi- humid	Semi- humid	Ver y humid	Se mi-humid	Humi d	Humid	Hum id	Ve ry humid

*According to Erinç Formula, 0-8 very dry, 8-15 is dry, 15-23 is semi-dry, 23-40 is semi-humid, 40-55 is humid, 55< very humid.

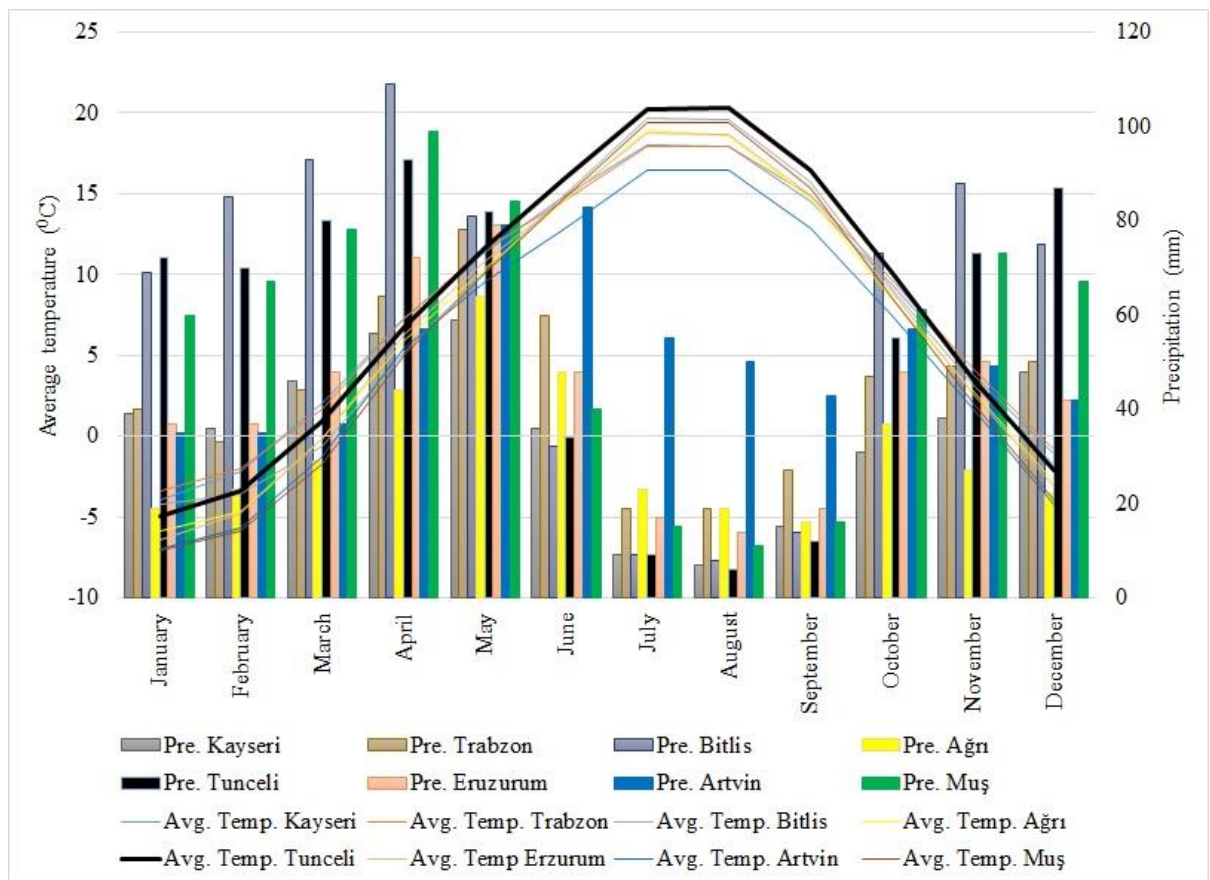


Figure 3. Climate diagrams of the distribution areas in Turkey

Maximum, mean and minimum temperatures in the coldest (January) and hottest (August) months are seen in Figure 4. Maximum, mean and minimum temperatures in August range around 25 °C, mean 15-20 °C and around 10°C, respectively. The hottest site is Munzur Valley in August. Maximum, mean and minimum temperatures in January are 1 to -2 °C, -4 to -8 °C, and -8 to -12 °C, respectively. The coldest growing area in the distribution area of *B. pendula* is in Artvin. Minimum temperature is moderate in Munzur Valley, which is its lowest distribution area (Figure 4).

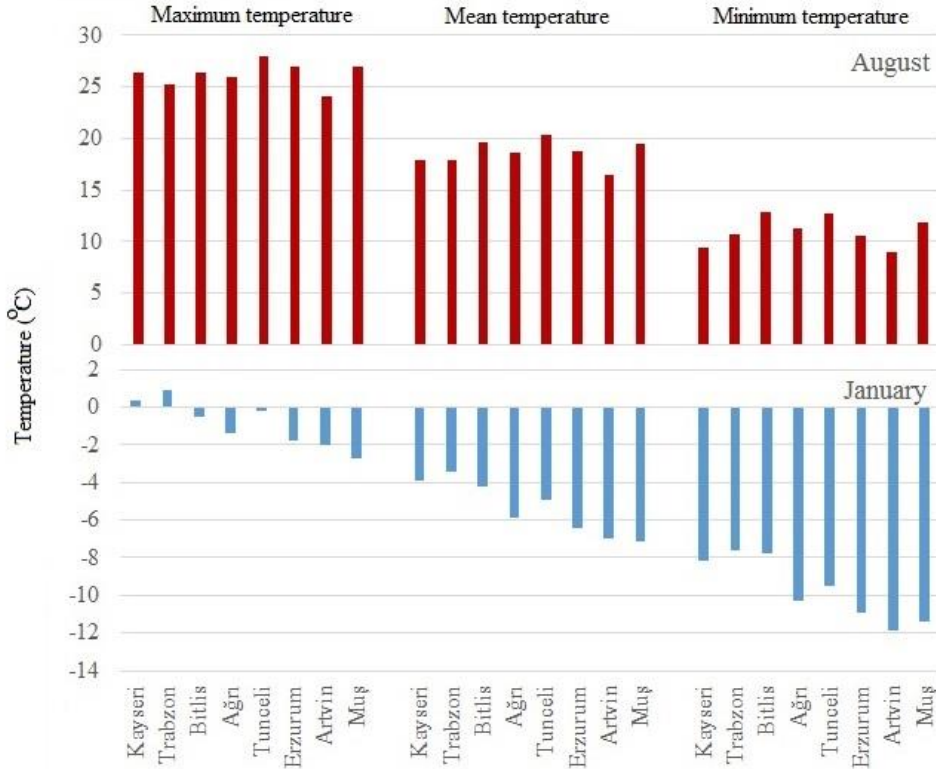


Figure 4. Maximum, mean and minimum temperatures of the distribution areas of *Betula pendula* trees in August (up) and January (low)

Results and discussion

This species grows in a very wide ecological amplitude from Siberia to Iran and throughout northern Hemisphere, and from sea level to 3000 m a.s.l. Our findings show that the lowest distribution area of the species in Turkey, Iraq and Iran is the Munzur Valley. The altitude of the lowest distribution is 1206 m and the species is represented with small riparian vegetation as small forest stands and individual trees. It grows from springs (1333 m a.s.l) down to 1206 m a.s.l. in Munzur Valley.

Munzur Valley has a bottom and flat area between steep slope hills around the city of Ovacık (Figure 5). Probably eroded soil was accumulated to this wide plain and soil depth increased over the time. Because the area is nearly flat, flow rate of the Munzur River is rather slow here. This condition may create an optimum growing area for *B.pendula* trees here. Because, the trees grow only on river banks and the bottom flatness around the river, having high level of ground water and similar to wetland (Longoz) forest conditions.

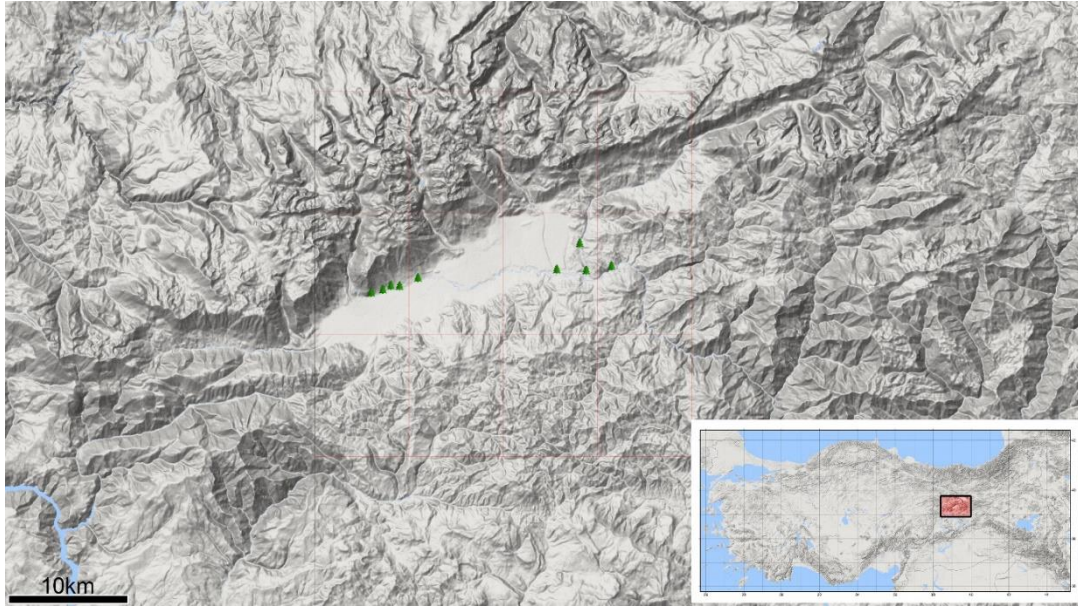


Figure 5. A general view of the distribution area of *B. pendula* in Munzur Valley.

Detailed observations on the presence of *B. pendula* from the spring to down in Munzur Valley were given as follows (Figure 6):

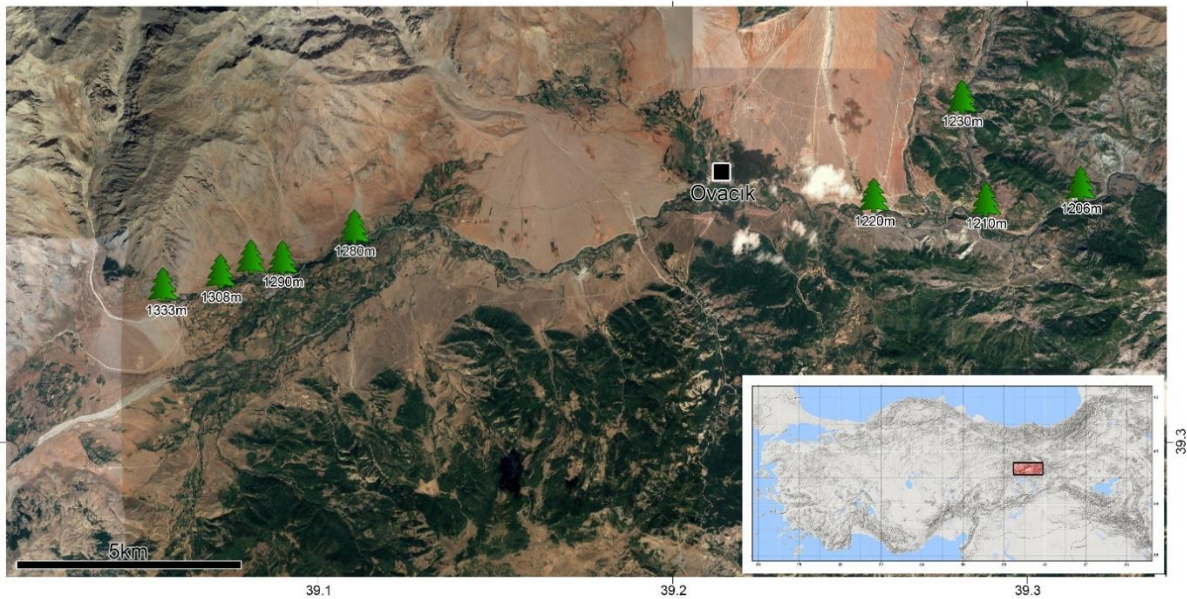


Figure 6. The locations of the *B. pendula* in the Munzur Valley

1. Kırkgözler/Munzur Springs (39° 19' 51" N – 39° 03' 22" E / altitude is 1333 m): In this site young *Betula pendula* trees grow of which diameters of breast high (DBH) of the trees are less than 8 cm and may be plantation. *B. pendula* trees grow with *Quercus cerris*, *Ulmus glabra*, *Acer monspessulanum* subsp. *ibericum*, *Populus nigra*, *Salix alba* and *Juglans regia*.
2. Yeşilyazı Village (39° 20' 02" N – 39° 04' 21" E and 39° 20' 12" N – 39° 04' 54" E / altitude is 1308 m): After 800 m from Ziyaret Village down to Yeşilyazı Village a rectangular *Betula pendula* stand exists at approximately 100-150 m width and 750-800 m length. According to the Management Plan of Forest Service, the area covers 3 ha. This stand has old trees up to 1 m in DBH and 20 m height. Because of having a dense canopy closure, no woody vegetation was observed under the canopy, and *Salix alba*

trees around the stand grow. In May 18th, 2017, level of groundwater was rather high and most of the stand soil was under water like a wetland forest (Figure 7 and 8).



Figure 7. The stand in Yeşilyazı Village. It looks like a longoz forest (Foto: Murat Aygöl)

3. Adaköy (39° 20' 13"N – 39° 05' 14"E and 39° 20' 39"N – 39° 06' 38"E / altitude is 1290 m): After the stand in Yeşilyazı Village, around Adaköy *Betula pendula* is represented with an open woodland and individual trees. Trees are about 20 cm in DBH and 15 m height. Woody species in understory vegetation *Salix amplexicaulis*, *S. caprea*, *Amygdalus webby*, *Frangula dodonei* subsp. *pontica*, *Viburnum orientale*. This stand is wider than that in Yeşilyazı, and length of one direction of the covered area is 2.000 m and lies in both sides of the Munzur River covering about 20 ha (Figure 9). Within this stand an area composed of only *Betula pendula* and *Salix caprea*, where the soil is waterlogged. These two stands of *Betula pendula* were probably one forest before and after constructing the Yeşilyazı Bridge and road, it was fragmented to two stands.



Figure 8. A stand of *B.pendula* from Yeşilyazı Village (Foto: Murat Aygöl)



Figure 9. The stand in Adaköy Village. It looks like a longoz forest (Foto: Murat Aygöl)

4. Joining point of Aksudere River to Munzur River (39° 21' 03"N – 39° 15' 25"E / altitude is 1280 m): After 13-15 km from Adaköy, *B.pendula* trees were observed again, covering about 20% of the area. In this stand this species is represented with young trees and grows with *Salix caprea*, *S.alba*, *S.amplexicaulis*, *Alnus glutinosa* subsp.*glutinosa* and *Acer tataricum*.
5. Mercan River: This is one of the branches of the Munzur Valley. Differing from the other sites, about 4 km north of the river a *Pinus sylvestris* subsp.*hamata* stand was observed. *Quercus petraea* subsp.*pinnatifida* is the other tree species in the stand. Here in this area *B.pendula* grows from the river up to the *P.sylvestris* stand (Altitude is 1230 m).
6. The area between Marho Bridge and Joining Point of Mercan River (39° 20' 56"N – 39° 18' 04"E / altitude is 1220 m): There are *B.pendula* trees constituting a mixed stand and covering an area of about 30 ha

with the species *Alnus glutinosa* subsp.*glutinosa*, *Pyrus syriaca*, *Fraxinus angustifolia* subsp.*angustifolia*, *Salix alba*, *S.caprea*, *S.amplexicaulis*, *Populus nigra*, *Quercus branti*, *Tamarix gracilis* and *Acer tataricum*. *Tamarix gracilis* is a rather different species found together with *Betula pendula*. In some parts of the area *B.pendula* and *T.gracilis* are found together (Figure 10). This finding can be evaluated that the area may be border for both these two species.

7. The last trees of *Betula pendula* were found in about 10 km far from Ovacık (39° 21' 11"N -39° 18' 52"E / altitude is 1206 m) (Figure 11). After this area the valley is narrow and the river runoff is accelerated. This natural structure of the valley may be a border of *Betula pendula*. From here down to Tunceli direction *Populus tremula*, *Populus nigra*, *Alnus glutinosa* subsp.*glutinosa*, *Fraxinus angustifolia* subsp.*angustifolia*, *Crataegus azarolus*, *Rosa pulverulanta*, *Ulmus glabra*, *Salix alba*, *Acer tataricum*, *Acer platanoides*, *Acer monspessulanum* subsp. *ibericum*, *Juniperus oxycedrus* (in slopes), *Juglans regia*, *Prunus mahaleb* *Cotynus coggyria*, *Lonicera* sp. *Quercus libani*, *Q. brantii*, *Q.cerris*, *Amelanchier rotundifolia*, *Pyrus elaeagnifolia*, *Pyrus syriaca*, *Amygdalus fenzliana*, *Cornus sanguinea*, *Vitis* sp., and *Tamarix gracilis* grow throughout the valley. Distribution of *Tamarix gracilis* increase after *B.pendula* trees.

All woody plant taxa distributed with *B.pendula* trees by the river and on the slopes were given in Table 2. In riparian vegetation *Salix alba*, *S. amplexicaulis*, *S.caprea*, *Populus nigra*, *Fraxinus angustifolia*, *Acer platanoides*, *A.tataricum* and *Alnus glutinosa* constitute mixed stands with *B.pendula* trees. The other tree given in Table 2 grow in slopes and stony parts. This composition of the woody plants indicates that climate is semi dry in the slopes and growing site conditions does not support *B.pendula*. This species avoids from dry condition, and therefore, it can grow only river banks and expanding river bads in Munzur Valley.



Figure 10. *Betula pendula* and *Tamarix gracilis* stand. This altitude is the lowest for *Betula pendula* and the highest for *Tamarix gracilis* (Foto: Murat Aygöl)



Figure 11. The last *B.pendula* trees on the Munzur River banks. Its altitude is 1.206 m a.s.l. (Foto: Murat Aygöl)

Table 2. The woody plants distributed with *B.pendula* and around the river

No	Growing condition	Species
1		<i>Acer platanoides</i>
2		<i>Acer tataricum</i>
3		<i>Alnus glutinosa</i> subsp. <i>glutinosa</i>
4		<i>Betula pendula</i>
5	River bank (Riperian vegetation)	<i>Fraxinus angustifolia</i> subsp. <i>angustifolia</i>
6		<i>Populus nigra</i>
7		<i>Salix alba</i>
8		<i>Salix amplexicaulis</i>
9		<i>Salix caprea</i>
10		<i>Tamarix gracilis</i>
11		<i>Acer monspessulanum</i> subsp. <i>ibericum</i>
12		<i>Amelanchier rotundifolia</i>
13		<i>Amygdalus fenzliana</i>
14		<i>Amygdalus webbii</i>
15		<i>Astragalus aureus</i>
16		<i>Celtis tournefortii</i>
17		<i>Colutea cilicica</i>
18		<i>Cornus sanguinea</i>
19		<i>Cotinus coggygria</i>
20		<i>Crataegus azarolus</i>
21		<i>Ficus carica</i>
22	Slope	<i>Frangula dodeni</i> subsp. <i>pontica</i>
23	(Woodland vegetation)	<i>Juglans regia</i>
24		<i>Juniperus oxycedrus</i>
25		<i>Lonicera sp.</i>
26		<i>Pinus silvestris</i>
27		<i>Prunus mahaleb</i>
28		<i>Pyrus elaeagnifolia</i>
29		<i>Pyrus syriaca</i>
30		<i>Quercus brantii</i>
31		<i>Quercus cerris</i>
32		<i>Quercus libani</i>
33		<i>Quercus petraea</i> subsp. <i>pinnatifolia</i>
34		<i>Rosa pulverulanta</i>
35		<i>Ulmus glabra</i>
36		<i>Viburnum orientale</i>

Conclusion

B.pendula is one of the relict species in Turkey. Because Turkey is located on the south of its distribution area, climate changes may seriously affect its distribution areas. The last glacial period showed that this species distributed to the west of Anatolia in cooler time, and to the east Anatolia in warmer period. The lowest elevation of its distribution areas in Turkey, Iran and Iraq is in the Munzur Valley. This part of Munzur Valley is a shelter for the species since it has a very special area. Trees here may reach up to 20 m height, and can only grow by the river and constitute wetland (waterlogged-like) forest with willow species. This shelter for the species should be protected with its water and soil. Here in this part of Munzur Valley the main factor is not only climate but also soil and high level of ground water. For sustainable forest management and species sustainability, this special ecosystem should be protected as a whole.

***Betula pendula* türünün Geç Kuvaterner dönemi boyunca Türkiye'deki dağılımı ve en alt yayılış alanının özellikleri**

Genişletilmiş Özet

Giriş

Akdeniz, İran-Turan ve Öksin-Kolşik flora bölgelerinin kesişme alanında bulunan Türkiye, *Pinus sylvestris* L., *Quercus pontica*, *Betula pendula* gibi bir çok ağaç türü ile çok sayıda otsu ve odunsu bitkinin yayılış alanlarının sınırını oluşturmaktadır. Bu konumundan dolayı ayrıca, 3000 civarında endemik bitki taksonuna sahiptir (Davis, 1965-1988; Güner ve diğ., 2000).

Araştırma konusu olan *B.pendula* (Siğilli huş, Salkım huş, Akhuş, Avrupa huşu (Yaltırık, 1988), Türkiye'de doğal yetişen 5 huş türünden en yaygın olanıdır. Davis (1982) ve Yaltırık (1988) *B.pendula* türünün Avrupa, Doğu ve Kuzeydoğu Anadolu, Batı Sibirya, Kafkas Dağları, İran'ın kuzey ve kuzeybatısı ile Irak'ın kuzeyinde yayılış yaptığını belirtmiştir. Bu yayılış alanı içerisinde özellikle Avrupa, Rusya ve Asya'nın kuzeyinde büyük ormanlar kurmakta; Ukrayna, Kazakistan, Rusya ve Avrupa'nın güneyi ile Türkiye, İran ve Irak'ta yerel yayılışlar yapmaktadır. Türün yayılış alanının güney sınırı İran'ın kuzeyindeki Elbruz Dağları olup burada 2750 m'lerde bulunmaktadır. Browicz ve Zielinski (1982) türün yayılış alanının kuzey sınırının 69.enlem, doğu sınırının da 105.boylam olduğunu belirtmiştir. Ülkemizde ise (Davis, 1982) Orta Anadolu ile Doğu-Kuzeydoğu Anadolu dağlarında, 1400-2750 m yükseltiler arasındaki soğuk ve nemli yetişme ortamlarında lokal yayılışlar yapmaktadır.

Huşların yayılış alanı ülkemizde genellikle volkanik araziler üzerindedir (Browicz ve Zielinski, 1982). Avcı (2004), dünyadaki yayılış alanının genişliği düşünüldüğünde bunun böyle olmadığını belirtmiştir. Huşlar özellikle ülkemizde volkanik arazilerde yayılmakla birlikte kuzey kesimlerdeki taban arazilerde geniş ormanlar kurmaktadır. *B.pendula*, soğuk iklim koşullarına dirençli olan ve kuraklıktan kaçınan bir ağaç türüdür. Yayılış alanının kuzey kesimlerinde deniz seviyelerine inerken güneye doğru soğuk koşulların hakim olduğu yüksek kesimlerde yaşayabilmektedir. Browicz ve Zielinski (1982) Türkiye, İran ve Irak gibi güneyde kalan yayılış alanlarının 1800-3000 m'ler olduğunu ve bu alanlarda da daha kısa boylu (10 m'ye kadar) ağaçlar ve dağınık meşcerler halinde yayıldığını belirtmiştir.

B.pendula türünün; ülkemiz, İran ve Irak'taki doğal yayılışının en alt sınırı Munzur Vadisindedir. Vadi çok zengin bir biyolojik çeşitliliğe sahip olduğundan 1971 yılında milli park ilan edilmiştir. Munzur Vadisi Milli Parkının, park olma kriterlerinin başlıcaları (1) çok zengin bitkisel çeşitliliğe sahip olması, (2) Türkiye'de çok düşük oranda bulunan *B.pendula* türünün yayılışının varlığı, (3) Munzur Vadisine ait alabalıkların varlığı ve (4) zengin bir hayvansal çeşitliliğin bulunmasıdır. Munzur Vadisi, sonraki yıllarda Özhatay ve diğ. (2005) tarafından Türkiye'nin 122 Önemli Bitki Alanından biri olarak belirlenmiştir. Davis (1965) tarafından verilen karelej sistemine göre B7 karesinde yer alan Munzur Vadisi ile ilgili detaylı floristik çalışmalar (Yıldırım, 1995; Davis, 1965-1985; Davis ve diğ., 1988; Vitek ve diğ., 2014, Karavelioğulları ve diğ., 2014; Armağan, 2016; Yüce Babacan ve Eker, 2017) yapılmış ve 1522 taksonun varlığı saptanmıştır. Bunlar içerisinde 229 takson Türkiye için endemik, bunlar içinde de 46'sı Munzur Vadisine ait endemiktir.

Munzur Vadisinin odunsu florası da oldukça zengindir. Ormanlık alanlar huş (*Betula pendula* Roth, *B. litwinowii* Doluch.), meşeler (*Quercus* L.), ardıçlar (*Juniperus excelsa* M.Bieb., *Juniperus oxycedrus* L.), ceviz (*Juglans regia* L.), söğüt (*Salix alba* L.), kavak (*Populus nigra* L.), kızılbaş (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) ve akçaağaçlar (*Acer tataricum* L., ve *A. platanoides* L.) karışıma giren önemli ağaçlardır (Yıldırım, 1995)

Makalenin amacı; ülkemizin özellikle kuzeydoğusundaki dağlık ormanlarda karışıma giren, öncü ve rekabet gücü yüksek olan *B.pendula* türünün ülkemizdeki yayılışının, son buzul çağından günümüze kadar olan değişimlerini ve yakın doğu ile ülkemizdeki en düşük yayılış alanı olan Munzur Vadisindeki yetişme ortamlarını ekosistem bütünlüğü açısından değerlendirmektir.

Betula cinsinin Türkiye'nin Geç Kuvaterner Dönemi Boyunca Yayılışı

Ülkemizde yapılan polen analizleri, son buzul çağından günümüze kadar ormanlarda meydana gelen değişimleri detaylı bir şekilde ortaya koymuştur. Bottema (1990), orman ağaçları içerisinde özellikle *Betula* polenlerinin son 13.000 yıllık dönemdeki değişimi üzerine odaklanmış ve türün yayılış alanlarındaki değişimi ortaya koymuştur (Şekil 1). Bottema (1990) ayrıca *Betula* polenlerinin özellikle *Betula pendula* türünü temsil ettiğini, türün öncü ve rekabet gücünün yüksek olduğunu belirtmiştir. Bu değişim 2.000 yıllık periyotlarla (Bottema, 1990) aşağıda özetlenmiştir:

- 14.000-12.000 BP: En eski *Betula* poleni kayıtları Yeniçağa Gölü'ne ait olup 13.500 yıl öncesine aittir. Bu göllerin bulunduğu yerlerin yükseltisi 700-1000 m'lerdir ve iklim *Betula* yayılışı için elverişli olmaya başlamıştır. Bu dönemde *Betula* ağaçları 700-800 m yükseltilerdeki ağaçsız alanlara doğru yayılmaya başlamıştır.
- 12.000-10.000 BP: Bu dönemde *Betula* polenleri Anadolu'nun doğu ve batısında yaygındır. Batıda Abant ve Yeniçağa Gölü, Karamık Bataklığı, Konya-Akgöl ve Söğüt Göllerindeki çökellerde polen yoğunluğu en yüksek seviyesinde çıkmıştır. Polen sonuçları, *Betula* ormanlarının bu dönemde yoğun olduğunu ve 700-800 m yükseltilerden başlayarak yükseklerle doğru yayıldığını göstermiştir. Bu dönemde iklim buzul çağından yeni çıkmış, günümüze göre daha soğuk ve nemli olduğundan dolayı türün yayılışı için optimumdur (Şekil 1).
- 10.000-8.000 BP: Bu dönemin başlarında en yüksek seviyesine çıkan polen yoğunluğu, dönemin sonuna doğru azalmaya başlamıştır. Başlangıçta huşun dominant olduğu alanlarda, sonrasında göknar türleri hakim olmaya başlamıştır (Şekil 1).
- 8.000-6.000 BP: Bu dönemde *Betula*, Anadolu'nun batısında (36.boylamın batısında) hızla azalmaya başlamıştır. Buna karşın doğuda (Nemrut Dağı-Söğütlü-, Van Gölü ile Kuzey İran'daki Urmia Gölü çevresinde (Bottema, 1986) önemli miktarda polen tespit edilmiş olup *Betula* ormanlarının batıdan doğuya doğru kaydığını göstermektedir. Bu durum, sıcaklığın artmaya başladığının bir göstergesi olarak değerlendirilebilir (Şekil 1).
- 6.000-4.000 BP: Bu dönem, *Betula* polenlerinin doğuda azalmaya başladığı, buna karşın Abant çevresinde tekrar görüldüğü dönemdir (Şekil 1).
- 4.000-2.000 BP: Bu dönemin ortalarında (4.000'den-3.000 BP'e kadar) *Betula*, Kuzeybatı Anadolu'da tekrar artmıştır. Bottema ve Woldring (1990), bu dönemi "Beyşehir Yerleşim Safhası" olarak adlandırmış ve *Betula* için iklimin tekrar kuzeybatıda optimum olduğunu belirtmiştir (Şekil 1).
- 2.000-Günümüz: *Betula* Anadolu'nun batısından tamamen çekilmiş ve Orta Anadolu'da sadece Kayseri-Erciyes Dağının 2400 m yükseltilerinde yayılış alanı kalmıştır. Buna karşın Anadolu'nun kuzeydoğusundaki iklimin elverişli olduğu yüksek kesimlerde lokal yayılış alanlarına sığınmıştır (Şekil 1).

Betula pendula türünün genel ve ülkemizdeki yayılışı

Betula pendula en geniş yayılışlı huş türü olup Asya ve Avrupa Kıtası'nın kuzeyi boyunca çok geniş bir yayılış alanına sahiptir. Yayılış alanının kuzey kesimlerinde yoğun ve kesintisiz ormanlar kurarken, güneye doğru (Avrupa ve Rusya'nın güneyi, Türkiye, İran, Irak, Gürcistan, Ukrayna, Ermenistan ve Hazar Denizi çevresinde lokal ve parçalı yayılış alanları vardır (Şekil 2). Kuzeyde deniz seviyesine kadar inerken yayılış alanının güneyinde 1400-2750 m yükseltilerde yetişmektedir. Dünya üzerindeki en güney yayılış alanı olan İran'ın kuzeyinde 2750 m'lerde yetişmektedir.

Türkiye'deki yayılışı ise 1200-2750 m'ler arası olup genel olarak 2.000 m'nin üzerindedir. Türkiye'deki yayılışının en alt sınırını 1.200 m'lerde Munzur Vadisi oluşturmaktadır. Davis (1982)'ye göre yayılış alanları: A7 Trabzon: Değirmen Dere, 2100 m; A8 Erzurum: Kop Dağı Geçidi, 2350 m; A9 Çoruh: Ardanuç, Sakaltutan Dağı, 2230 m; B5 Kayseri: Erciyes Dağı, 2800 m; B7 Tunceli: Ovacık, Munzur Nehrinin kaynağı, B8 Muş: Varto, Bingel Dağı etekleri, 1585 m; B9 Bitlis: Nemrut Krateri, 2400 m; B10 Ağrı: Küçük Ağrı Dağı'nın batısı, 2500 m. (Şekil 3). Herbarium kayıtlarında Munzur

Nehrinin kaynağı en alt yükselti olarak görülmesine karşın yapılan gözlemler ve tespitler sonucunda bu vadinin aşağılarında 1.206 m yükseltilerde de yer yer meşcere yer yer de bireyler halinde bulunduğu tespit edilmiştir. Mayer ve Aksoy (1998), türün bulunduğu Küçük ve Büyük Ağrı Dağı'nın 2200-2780 m yükseltilerinde *Sorbus aucuparia*, *Berberis integerrima*, *Juniperus communis*, *Ribes orientale*, *Rosa pimpinellifolia*, *Cotoneaster* sp., *Daphne oleoides*, *Epilobium angustifolium* ve *Dactylis glomerata* ile karışıma girdiğini belirtmiştir. Peşmen (1973) ise Van Gölü'nün batısında yer alan Nemrut Kraterinde türün çalı formundaki bireylerinin 2600-2800 m'lerde görüldüğünü ve *Juniperus communis* subsp. *nana*, *Cotoneaster nummularia*, *Crataegus curvisepala*, *Rosa pulverulanta*, *Astragalus aureus* ve *A.eriocephalus* ile karışıma girdiğini belirtmiştir (Peşmen, 1973).

***Betula pendula* türünün yayılış alanlarının iklim özellikleri**

Köppen iklim sınıflandırmasına (Dönmez, 1984) göre, en soğuk ayın ortalama sıcaklığı -3°C 'inin altında ve en sıcak ayın ortalamasının 10°C 'nin üzerinde olması nedeniyle "D iklimler kuşağı"na girmektedir. Bu kuşaktaki iklimlerin bir özelliği de toprağın aylarca karla örtülü olması ve kış aylarında donmasıdır. Her mevsim yağışlı olduğundan iklim tipi Dfc (kışı şiddetli yazı kısa serin, her mevsimi yağışlı iklim) olarak belirlenmiştir. Köppen iklim sınıflandırmasına göre tüm yayılış alanları aynı iklim tipine girmektedir.

De Martonne iklim sınıflandırmasına göre (DMİ, 1972) ise *B.pendula* türünün Türkiye'deki yayılış alanlarının farklı iklim tiplerine sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 1; Şekil 3). Kayseri, Trabzon, Ağrı, Tunceli ve Erzurum "step-nemli iklim arası" bir iklim tipi hakim iken Bitlis ve Muş'ta yarı nemli, Artvin'de ise nemli bir iklim tipi vardır. Minimum sıcaklıkların ortalamasının en düşük olduğu yer $-11,9^{\circ}\text{C}$ ile Artvin iken maksimum sıcaklık ortalamalarının en yüksek olduğu yer $27,7^{\circ}\text{C}$ ile Munzur Vadisidir (Şekil 3). Artvin'de ayrıca her mevsim yüksek yağış olup su noksanlığı bulunmamaktadır. Buna karşın, Munzur Vadisinde yaz döneminde yağış diğer yetişme ortamlarına göre daha düşüktür.

Sıcaklığın en düşük olduğu ocak ayı ile en yüksek olduğu ağustos ayındaki maksimum, ortalama ve minimum sıcaklık değerleri incelendiğinde en sıcak yetişme alanının Tunceli-Munzur Vadisi olduğu görülmektedir (Şekil 4). Genel olarak, *B.pendula* ağaçlarının yetişme ortamlarındaki en sıcak ay olan ağustos ayındaki maksimum sıcaklıkların ortalaması yaklaşık 25°C , ortalama sıcaklıklar $15 - 20^{\circ}\text{C}$ ve minimum sıcaklıklar da 10°C civarındadır. En soğuk ay olan Ocak ayındaki maksimum sıcaklıkların ortalaması $1 - 2^{\circ}\text{C}$, ortalama sıcaklıklar $(-4) - (-8^{\circ}\text{C})$ ve minimum sıcaklıklar da $(-8) - (-12^{\circ}\text{C})$ arasında değişmektedir. Yayılış alanları içerisinde en soğuk yetişme ortamı Muş'ta bulunan meşcereleridir. Yayılış alanları minimum sıcaklık açısından karşılaştırıldığında, en düşük yetişme ortamı olan Tunceli-Munzur Vadisindeki minimum sıcaklık ortalamalarının diğerlerine göre daha ılıman olduğu görülmüştür.

Bulgular ve Tartışma

B.pendula, Kuzey Yarımkürenin çok geniş bir alanında deniz seviyesinden 3000 m'lere kadar yayılış yapmaktadır. Ülkemizde ise 1200-2800 m arasında yetişmektedir. Gözlemlerimiz türün İran, Irak ve Türkiye'deki en düşük yükseltiye indiği yerin Munzur Vadisi olduğunu ve vadi boyunca özellikle vadinin genişleyip su akışının yavaşladığı Ovacık çevresinde yayılış yaptığını ortaya koymuştur (Şekil 5). Türün güney enlemlerdeki en alt yayılış alanı olan Munzur Vadisi'ndeki bulunduğu yerler aşağıda daha detaylı bir şekilde verilmiştir (Şekil 6):

1. Kırkgözler/Munzur Gözeleri ($39^{\circ} 19' 51'' \text{N} - 39^{\circ} 03' 22'' \text{E}$ / denizden yüksekliği 1333 m): Gözelerin çevresinde genç *Betula pendula* bireyleri bulunmaktadır. Bu alandaki ağaçların çapları 8 cm'nin altında olup ağaçlandırma sahası olma olasılığı da bulunmaktadır. Tür, bu alanda *Quercus cerris*, *Ulmus glabra*, *Acer monspessulanum* subsp. *ibericum*, *Populus nigra*, *Salix alba* ve *Juglans regia* ile birlikte bulunmaktadır. *B.pendula*, sadece nehir kenarında bulunurken akçaağaç, meşe ve ceviz türleri vadinin çevresinde yayılmaktadır.
2. Yeşilyazı Köyü ($39^{\circ} 20' 02'' \text{N} - 39^{\circ} 04' 21'' \text{E}$ ve $39^{\circ} 20' 12'' \text{N} - 39^{\circ} 04' 54'' \text{E}$ / denizden yüksekliği 1308 m): Burada bulunan meşcere Amenajman Planlarında yer almakta olup yaklaşık 150 m genişlik ve 800 m uzunluğunda, nehir boyunca 3 hektarlık bir alan kaplamaktadır. Ziyaret köyünden Yeşilyazı köyüne doğru yaklaşık 800 m mesafede bulunan

meşcere, 17 Mayıs 2017 tarihinde halen büyük oranda su altında olup longoz ormanı karakterindedir ve taban suyu seviyesi oldukça yüksektir. Meşcere altında herhangi bir odunsu flora bulunmayıp *B.pendula*, *Salix alba* ile birlikte karışıma girmektedir (Şekil 7-8).

3. Adaköy (39° 20' 13''N – 39° 05' 14''E ve 39° 20' 39''N – 39° 06' 38''E / denizden yüksekliği 1290 m): Bu meşceredeki ağaçlar seyrek bir orman yapısı oluşturmakta olup yaklaşık 20 cm çapında ve 15 m boyundadır (Şekil 9). Browicz ve Zielinski (1982) güney alanlarda ağaçların 10 m'yi geçmediğini belirtse de, longoz karakterinde olan Munzur Vadisindeki yayılış alanlarında 20 m boya ulaşan ağaçlar görülmüştür. Üst meşcere *Betula pendula* ve *Salix alba* ağaçlarından oluşurken orman altı *Salix amplexicaulis*, *S.caprea*, *Amygdalus webbi*, *Frangula dodnei* subsp.*pontica*, *Viburnum orientale* türlerinden oluşmaktadır. Yeşilyazı köyünde bulunan meşcerenin devamı niteliğinde olduğu düşünülen bu meşcere Yeşilyazı Köprüsü ve yolu ile ikiye ayrılmış durumdadır.
4. Aksudere – Munzur Nehrine Katılım Noktası (39° 21' 03''N – 39° 15' 25''E / denizden yüksekliği 1280 m): Adaköy'den 13-15 km sonra *B.pendula* ağaçları Munzur nehri kenarlarında tekrar görülmeye başlamıştır. Bu alanın yaklaşık %20'si *Betula pendula* türü ile kaplıdır. Genç ağaçlarla temsil edilen *B.pendula*; *Salix caprea*, *S.alba*, *S.amplexicaulis*, *Alnus glutinosa* subsp.*glutinosa* ve *Acer tataricum* gibi türlerle birlikte bulunur.
5. Mercan Nehri (Denizden yüksekliği 1230): Munzur Vadisinin bir kolu olup yaklaşık 4 km kuzeyinde bir sarıçam (*Pinus sylvestris* subsp.*hamata*) meşceresi bulunmaktadır. *B.pendula* nehirden sarıçam meşceresine kadar bireyler halinde yayılış yapmaktadır. *Quercus petraea* subsp.*pinnatifida* ise karışıma giren ağaç türüdür.
6. Marho Köprüsü ve Mercan Nehrinin Birleşme Noktası Arasındaki Yayılış Alanı (39° 20' 56''N – 39° 18' 04''E / denizden yüksekliği 1220 m): Yaklaşık 30 ha büyüklüğünde bir meşcere olup *B.pendula* ağaçları da karışıma girmektedir. *Alnus glutinosa* subsp.*glutinosa*, *Pyrus syriaca*, *Fraxinus angustifolia* subsp.*angustifolia*, *Salix alba*, *S.caprea*, *S.amplexicaulis*, *Populus nigra*, *Quercus branti*, *Tamarix gracilis* ve *Acer tataricum* gibi türler karışımı oluşturan ağaç ve çalılardır. Ekolojik olarak daha alt yükseltilerde yayılış yapan *Tamarix gracilis* burada *B.pendula* ile birlikte bulunmakta olup (Şekil 10) bu durum her iki türün de yayılışlarının sınırlarında olduğuna işaret etmektedir.
7. Vadi içerisinde Ovacık ilçesinden Tunceli'ye doğru uzanan nehir kenarındaki son *B.pendula* ağacı Ovacık'tan 10 km sonra, vadinin daralmaya başladığı noktadadır (39° 21' 11''N -39° 18' 52''E / denizden yüksekliği 1206 m) (Şekil 11). Bu ağaçlardan sonra vadi daralmaya başlamakta ve su akışı hızlanmaktadır. Bu doğal oluşum *B.pendula*'nın doğal yayılışını sınırlandıran bir faktör olabilir. Bu son *B.pendula* ağaçlarından sonra vadi boyunca *Populus tremula*, *Populus nigra*, *Alnus glutinosa* subsp.*glutinosa*, *Fraxinus angustifolia* subsp.*angustifolia*, *Crataegus azarolus*, *Rosa pulverulanta*, *Ulmus glabra*, *Salix alba*, *Acer tataricum*, *Acer platanoides*, *Acer monspessulanum* subsp. *ibericum*, *Juniperus oxycedrus* (yamaçlarda), *Juglans regia*, *Prunus mahaleb*, *Cotynus coggyria*, *Lonicera* sp. *Quercus libani*, *Q. brantii*, *Q.cerris*, *Amelanchier rotundifolia*, *Pyrus elaeagnifolia*, *Pyrus syriaca*, *Amygdalus fenzliana*, *Cornus sanguinea*, *Vitis* sp. ve *Tamarix gracilis* ağaçları meşcere oluşturmakta ve özellikle *Tamarix gracilis* türünün yoğunluğu artmaktadır.

B.pendula ağaçlarının bulunduğu yetişme ortamları ve çevresinde bulunan odunsu bitkiler Tablo 2'de verilmiştir. Dere vejetasyonu (riperian vejetasyon) *B.pendula* ile birlikte, *Salix alba*, *S. amplexicaulis*, *S.caprea*, *Populus nigra*, *Fraxinus angustifolia*, *Acer platanoides*, *A.tataricum* ve *Alnus glutinosa* türlerinden oluşmaktadır; diğer türler ise yamaçlardaki eğimli ve taşlı koşullarda yetişmektedir.

B.pendula, kurak koşullara dayanıksız bir tür olduğundan, Munzur Vadisinde sadece dere kenarlarında ve vadinin genişlemiş, su akışının yavaşladığı, derin topraklı, taban suyu seviyesi yüksek ve longoz karakterinde olan kısımlarında yetişebilmektedir.

Sonuç

B.pendula, yayılışının güney sınırları olan Türkiye'de relik bir tür olup yüksek dağlık kesimlerdeki soğuk koşullara sığınmıştır. Son buzul çağından hemen sonra tüm Anadolu'da, özellikle batıda yayılış yaparken son 2.000 yıllık dönem içerisinde batıdan tamamen çekilmiş ve asıl yayılışını

Doğu ve Kuzeydoğu Anadolu'nun dağlarında yapmıştır. Bu durum türün, güney sınırında olmasından dolayı iklim değişimlerine oldukça duyarlı olduğunu göstermektedir.

Türün, Türkiye, İran ve Irak gibi güney yayılış sınırı içerisindeki en düşük yükseltide bulunduğu yer 1206 m ile Munzur Vadisindeki nehir çevresidir. Özellikle Ovacık ilçesi çevresinde bulunan ve vadinin hafif genişlediği, düz olmasından dolayı su akışının yavaşladığı ve alüvyon birikimiyle derin topraklı ve taban suyu seviyesinin çok yüksek olduğu bir ortamın oluşması burada kuraklığa hassas olan *B.pendula* için bir yaşam ortamı oluşturmuştur. Yer yer longoz ormanı karakterinde bulunan *B.pendula* meşcrelerinde ağaç boyları 20 m'yi geçmektedir. O nedenle, *B.pendula* için bir sığınak konumunda olan bu özel alanın sürdürülebilir bir ekosistem olarak ve türün devamlılığı açısından alanıyla birlikte korunması gereklidir.

Acknowledgement

We thank Murat Aygül for the photographs of the species and stands.

References

- Armağan, M., (2016). *Gypsophila munzurensis* (Caryophyllaceae), a new species from Tunceli (Turkey). *Phytotaxa* 275(2):175-180
- Avcı, M., (2004). İç Anadolu Bölgesi Ormanlarının Son Sığınakları Karacadağ ve Karadağ Volkanlarının Bitki Örtüsü. Çantay Kitabevi. İstanbul
- Bottema, S., (1986). A late Quaternary pollen diagram from Lake Urmia (north-western Iran). *Review of Palaeobotany and Palynology* 47: 241-261.
- Bottema, S., (1990). Notes on the history of the genus *Betula* in Turkey during the Late Quaternary. *Ecologia Mediterranea*. V.16, pp. 145- 150.
- Bottema, S., Woldring, H., (1984 (1986). Late Quaternary vegetation and climate of southwestern Turkey, Part II. *Palaeohistoria* 26: 123-149
- Browicz, K., (1982). *Betula* L. In: *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol. 7, ed. P.H. Davis, Edinburgh: Edinburgh University Press, p. 689
- Browicz, K., Zielinski, J., (1982). *Chorology of Trees and Shrubs in South-West Asia and Adjacent Regions*, vol. 1. -Polish Scientific Publishers, Warsaw, PoznaM.
- Davis, P.H., (1965-1985). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. V.1-10. Edinburgh University Press.
- Davis, P.H., Miller R.R., Tan K., (1988). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, 10. Edinburgh Univ. Press. Edinburgh
- DMİ, (1972). *Türkiye İklim Tasnifi (De Martonne Metoduna Göre)*. Ankara
- Dönmez, Y., (1984). *Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları İ.T.Ü.* Yayın No: 2506, Coğrafya Enstitüsü Yayın No: 102
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., Başer, K.H.C. (eds.) (2000). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. V.11. Edinburgh University Press.
- Karavelioğulları, F.A., Yüce, E., Başer, B., (2014). *Verbascum duzgunbabadagensis* (Scrophulariaceae), a new species from eastern Anatolia, Turkey. *Phytotaxa* 181 (1): 047–053
- Mayer, H., Aksoy, H., (1998). *Türkiye Ormanları (Walder der Türkei)*, (Çeviri: H. Aksoy-G. Özalp). Türkiye Cumhuriyeti, Orman Bakanlığı, Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bolu
- Özhatay, N., Byfield, A., Atay, S., (2005). *Türkiye'nin Önemli Bitki Alanları*. Mas Matbaacılık, İstanbul.
- Peşmen, H., (1973). A Study on the Flora of Nemrut Dagi (Bitlis). *Proc. 1st. Symp. Abies equi-trojani and Turkish Flora*: 271-287
- Vitek, E., Yüce, E., Ergin, C., (2014). *Gundelia dersim* and *Gundelia munzuriensis* (Compositae), two new species from Turkey. *Phytotaxa* 161(2): 130–138

- Yaltırık, F., (1988). Dendroloji Ders Kitabı, Angiospermae (Kapalı Tohumlular), İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul
- Yıldırım, Ş., (1996). Flora of Munzur Dağları (Erzincan-Tunceli). Ot Sist. Bot. Dergisi 2 (1): 1-78
- Yüce Babacan, E., Eker, İ., (2017). Munzur Vadisi (Tunceli) ve yakın çevresinin geofit florası. Bağbahçe Bilim Dergisi, 4(1): 31-49
- Zeist, W. Van., Timmers, R.W., Bottema, S., (1968 (1970)). Studies of modern and Holocene pollen precipitation in southeastern Turkey. *Palaeohistoria* 14: 19-39.

Submitted: 03.07.2017; Accepted: 27.08.2017