



The significance of the Betulaceae family in Quaternary: examples from the Golden Horn (İstanbul/Turkey) and Hazar Lake (Elazığ/Turkey) sediments

Hatice KUTLUK *¹

¹ Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Batı Meşelik, 26480 Eskişehir, Turkey

Abstract

Alnus (Alder) and *Betula* (Birch) are the two genera of the family Betulaceae. *Alnus* is widespread in the temperate and cool regions of the Northern Hemisphere and is represented by six taxa in Turkey which belong to two species and two of which are endemics. It grows between sea level and 1600 m elevation. *Betula* is represented by five taxa, one of which is endemic and grows in Eastern Anatolia at altitudes of 1300 to 3000 m. *Alnus* and *Betula* are regarded as pioneer genera in the Quaternary palynological studies due to their ecological characteristics such as tolerating poor soils but being intolerant of shade. *Alnus* and *Betula* spreaded on the exposed poor soils upon melting of ice of Pleistocene age at high latitude areas once covered by ice sheets or in the areas where mountain glaciers extended down slopes.

While the unfavorable climatic conditions of the Pleistocene led to the demise of plant species at more northerly latitudes of Turkey, those plant species growing in Anatolia survived in sheltered coastal areas and in deep valleys of the inner parts. Consequently, by varying subspecies, hybrids and endemics the plant taxa created the remarkable richness of the present-day Turkish flora. Representation of alder by a single species in a broad geography but diversification only in Turkey by six taxa two of which are endemics and the presence of birch only at higher altitudes in Eastern Anatolia which was recorded in the Last Glacial period prove that plant taxa in Turkey are in close association with the geography and the climatic changes of the Quaternary.

Vegetational changes during the Holocene in Turkey are known from the palynological studies carried out in lakes and peat deposits, sediments of the deep sea drillings from the Marmara and Black Sea and from the archaeological and historical records. In this study, findings from the Golden Horn (İstanbul) and Hazar Lake (Elazığ) sediments are evaluated together with the geographical and stratigraphical distributions of *Alnus* and *Betula* in the aforementioned palynological studies and their relationship with the geological and geographical evolution of Anatolia under the influence of global climatic changes is investigated. Pre-Quaternary records are also summarized.

Key words: *Alnus*, *Betula*, Holocene, palynology, Golden Horn (İstanbul), Hazar Lake (Elazığ)

----- * -----

Betulaceae Familyasının Kuvaterner'deki önemi: Haliç (İstanbul) ve Hazar Gölü (Elazığ) Holosen tortullarından örnekler

Özet

Alnus (Kızılağaç) ve *Betula* (Huş Ağacı) Betulaceae familyasına bağlı iki cinstir. Kuzey yarıkürenin ılıman ve serin bölgelerinde geniş bir yayılıma sahip olan *Alnus* Türkiye'de deniz seviyesi ile 1600 m yükseklikler arasında yetişen, iki türe bağlı ve ikisi endemik olan altı taksonla, *Betula* Doğu Anadolu bölgesinde, 1300-3000 m'ler arasında, biri endemik olan beş türle temsil edilir. *Alnus* ve *Betula* ışık isteklerinin fazla oluşu, çıplak ve fakir topraklara iyi tolere etme gibi ekolojik özelliklerinden dolayı Kuvaterner palinolojik çalışmalarının önemli, indeks taksonları olarak bilinirler. Pleyistosen'de örtü buzullarıyla kaplanan yukarı enlemlerde ya da dağ buzullarının aşağılara doğru genişlediği bölgelerde, buzulların erimesiyle birlikte açığa çıkan fakir topraklarda öncü bitkiler olarak yayılırlar.

Türkiye'nin kuzeyindeki enlemlerde, Pleyistosen'in soğuk dönemlerinde, bitki türleri iklimsel koşullara dayanamayıp kaybolurken, Anadolu'nun korunaklı kıyı bölgelerine ve iç kısımlardaki derin, kuytu vadilere çekilerek

* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +902222393750; Fax.: +902222393613; E-mail: hkutluk@ogu.edu.tr

varlıklarını sürdürmüşler, alt tür, hibrit ya da endemik taksonlar üreterek Türkiye florasının bugünkü zenginliğine ulaşmasına neden olmuşlardır. Geniş bir coğrafyada tek bir türle temsil edilen *Alnus*'un, yalnız Türkiye'de, ikisi endemik olan altı taksonla çeşitlenmiş olması ve son buzul dönemi kayıtlarında gözlenen *Betula*'nın, günümüzde yalnız Doğu Anadolu'nun yüksek kesimlerinde varlığını sürdürmesi, bitki taksonlarının Türkiye'nin coğrafyası ve Kuvaterner iklim değişimleri ile uyum içinde olduğunu gösterir.

Türkiye'de Holosen'de bitki örtüsündeki değişimler göllerde ve turbalarda yapılan palinolojik çalışmalardan, Marmara ve Karadeniz'de açılan derin deniz sondajlarından, arkeolojik ve tarihsel kayıtlardan anlaşılır. Bu çalışmada *Alnus* ve *Betula*'nın günümüz ve Kuvaterner'deki coğrafik ve stratigrafik dağılımları, söz konusu palinolojik çalışmalardan ve Haliç (İstanbul) ile Hazar Gölü (Elazığ) tortullarından elde edilen bulgularla birlikte değerlendirilmiş ve Anadolu'nun jeolojik ve coğrafik evrimi ve küresel iklim değişimleri ile ilişkisi incelenmiştir. Kuvaterner öncesi palinolojik kayıtlar da özetlenmiştir.

Anahtar kelimeler: *Alnus*, *Betula*, Holosen, palinoloji, Haliç (İstanbul), Hazar Gölü (Elazığ)

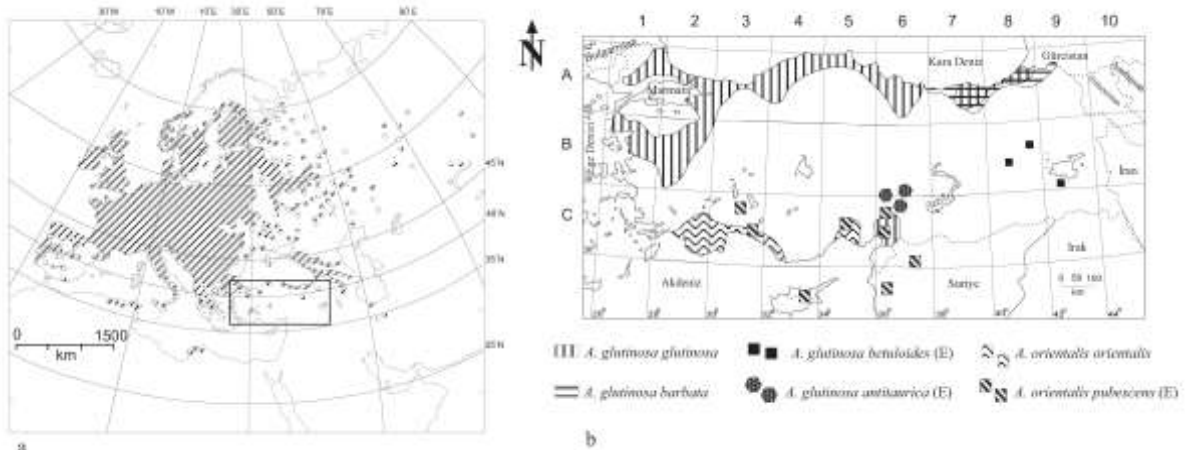
1. Giriş

1.1. *Alnus* ve *Betula*'nın coğrafik dağılımı ve ekolojik özellikleri

Alnus Mill.(Kızılağaç) ve *Betula* L. (Huş Ağacı) Betulaceae C.F.Gray familyasının bir alt familyası olan Betuloideae'nin Arnott iki cinsidir. Familyanın diğer alt familyası Coryloideae J.D. Hooker *Ostrya* Scopoli, *Carpinus* L., *Corylus* L. ve *Ostryopsis* Decaisne olmak üzere dört cins içerir (APG III, 2009). *Ostryopsis* hariç familyanın tüm cinsleri günümüzde Türkiye'de temsil edilir (Davis et al., 1965-1985, Yaltrık 1998) ve Paleojen ve Neojen'de fosil polenlerine rastlanır.

Alnus kuzey yarıkürenin ılıman ve serin bölgelerinde geniş bir yayılıma sahiptir, güney yarıkürede ise yalnız And dağlarında bulunur (Chen ve Li, 2004, Kajba ve Gracan 2008, Leopold et al., 2012). Moleküler ve filogenetik çalışmalara göre üç alt cins ayrılır; *Alnobetula* (*Alnaster*), *Clethropsis* ve *Alnus*. 29-35 türle temsil edilen üç alt cinsin 9 türü Yeni Dünyada, 18-23 türü Asya'da ve 5-6 türü Avrupa'da yetişir. Türkiye'de Avrupa türlerinden *A. incana*, *A.subcordata*, *A. cordota* ve *A. viridis* bulunmazken *Alnus* alt cinsine bağlı iki tür yetişir; *A. glutinosa* (L.) Gaertner ve *A. orientalis* Decne. (Davis et al., 1965-1985, Yaltrık 1998).

Alnus glutinosa optimum gelişimine kuzey ve orta Avrupa'da ulaşır (Şekil 1 a). Türün yayılımının güney sınırını Kuzey Akdeniz ülkeleri, İspanya, İtalya, Yunanistan ve Türkiye oluşturur. Kuzey Afrika'da da küçük topluluklar halinde bulunur. Avrupa-Asya-Afrika'yı kapsayan geniş yayılımı içinde *A. glutinosa*'nın dört alt türle çeşitlendiği tek ülke Türkiye'dir. Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesinin Kolşik provensi elemanı *Alnus glutinosa glutinosa* (L.) Gaertner tüm Karadeniz bölgesinde ve Marmara denizi çevresinde, deniz düzeyinden 1600 m'lere kadar yayılım gösterir, yaprak dökün ormanların önemli odunu taksonunu oluşturur (Şekil 1 b). Ökzin provensi elemanı olan *A. glutinosa barbata* (C.A. Mayer) Yalt., ise Kuzey Anadolu dağlarında 200-300 m'den başlayarak 1200-1300 m'lere kadar optimum gelişme gösterir ve Kafkaslar'dan İran'ın kuzeyine geçerek Hazar denizi güneyine, Hirkaniyen provensine doğru yayılım gösterir. İran-Turan elemanı olan endemik *Alnus glutinosa betuloides* Anşin ve Doğu Akdeniz elemanı olan endemik *A. glutinosa antitaurica* Yalt.'nın yayılımları sınırlıdır; birinci alt tür Doğu Anadolu'da 1200-1600 m'lerde, ikincisi ise Anti-Toroslarda 200-1600 m'lerde yetişir (Şekil 1 b).



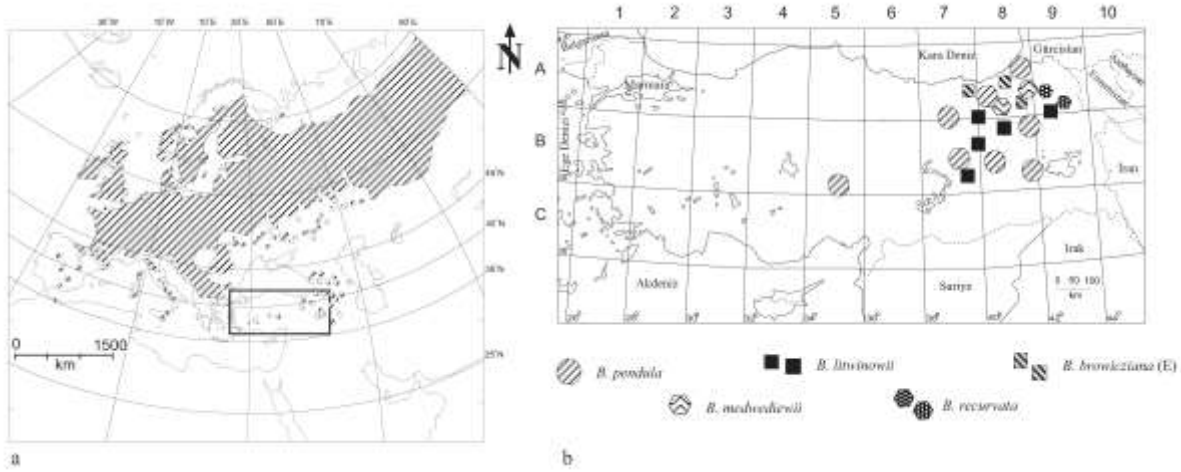
Şekil 1. *Alnus glutinosa*'nın a: kuzey yarıküredeki dağılımı (Euforgen, 2013); b: Türkiye'deki *Alnus* taksonlarının dağılımı

Figure 1. a: Distribution of *Alnus glutinosa* in the Northern hemisphere (Euforgen, 2013); b: distribution of the *Alnus* taxa in Turkey

Alnus'un Türkiye'de bulunan diğer türü *Alnus orientalis*'in *Alnus orientalis* var. *orientalis* Decne. ve endemik olan *A. orientalis* var. *pubescens* Dippel. olmak üzere iki çeşiti bulunur. Her ikisi de Doğu Akdeniz fitocoğrafik bölgesinin elemanı olup 0-1000 m yüksekliklerde yetişir. *A. orientalis* var. *pubescens* Türkiye dışında Kıbrıs, Suriye ve Lübnan'da da sınırlı yayılım gösterir (Şekil 1 b).

Altmışa yakın türü bulunan *Betula*'nın ise Türkiye'de beş temsilcisi vardır; Avrupa, Kafkasya, K Irak, K ve KB İran, B. Sibirya'da yayılımı olan *B. pendula* Roth Türkiye'de Doğu Anadolu bölgesinde, (1300) 1800-3050 m'ler arasında, Ökzin (?) elemanı olan *B. litwinowii* Doluch. Kafkasya ve Doğu Anadolu'da 1600-2500 m'ler arasında bulunur. Ökzin provensin elemanı olan *B. recurvata*'nın Ig. Vassil. Türkiye'de yalnız Çoruh ve Kars dolaylarında, 1300 m yüksekliklerde, *B. medwediewii*'nin Regel KD Anadolu'da Rize ve Çoruh dolaylarında 1300-2160 m yüksekliklerde sınırlı yayılışları vardır. *B. browicziana* A.Güner KD Anadolu'nun dağlık kesimlerinde 1300-1950 m'ler arasında yetişen endemik bir ökzin elemanıdır. Doğu Anadolu'da 1300-3000 m yüksekliklere kadar ulaşan cinsin türleri batıya geçmez, ancak İç Anadolu'daki volkanlarda sınırlı olarak bulunur (Davis et al., 1965-1985; Yaltırık 1998) (Şekil 2 a, b).

Alnus ve *Betula* kışın yaprak dökken, ağaç ve çalı halinde, odunsu bitkiler olup ılıman ve serin yerleri sever. Işık istekleri fazladır. Rutubetli yamaçlar, vadi tabanları, dere kenarları gibi taban suyunun yüksek olduğu, iyi drenajlı, süzek topraklarda çabuk gelişirler. Kısa ömürlü, öncü bitkilerdir. Yaprak dökümü ile toprağı organik maddece zenginleştirirler. Köklerinde havanın serbest azotunu bağlayan yumrular bulunur. Bu özelliklerinden dolayı günümüzde ormanların tahribinden sonra ve nemli, fakir, kumlu toprakları zenginleştirmek için *Populus tremula* gibi



Şekil 2. *Betula pendula*'nın a: kuzey yarıküredeki dağılımı (Euforgen, 2013); b: Türkiye'deki *Betula* taksonlarının dağılımı

Figure 2. a: Distribution of *Betula pendula* in the Northern hemisphere (Euforgen, 2013); b: distribution of the *Betula* taxa in Turkey

ağaçlarla birlikte öncü ağaç olarak dikilirler (Yaltırık, 1988; Günal, 1997). *Alnus* ve *Betula* ışık isteklerinin fazla oluşu ve çıplak, fakir topraklara iyi tolere etme gibi ekolojik özelliklerinden dolayı Kuvaterner palinolojik çalışmalarının önemli, indeks taksonları olarak bilinirler. Pleyistosen'de örtü buzullarıyla kaplanan yukarı enlemlerde ya da dağ buzullarının aşağılara doğru genişlediği bölgelerde, buzulların erimesiyle birlikte açığa çıkan fakir topraklarda öncü bitkiler olarak yayılırlar.

1.2. *Betulaceae* familyasının Kuvaterner öncesi kayıtları

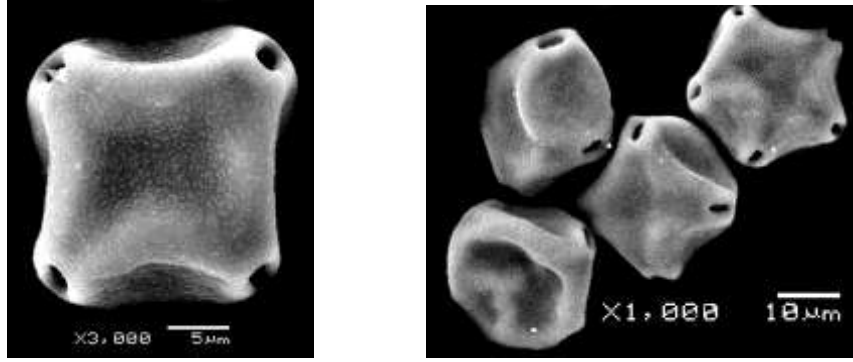
Kuvaterner öncesi kayıtlarda *Betulaceae* familyasının varlığı tortullar içinde bulunan megafosillerden ve palinolojik çalışmalardan anlaşılır. Fosil ve güncel temsilcilerinin evrimsel gelişimleri ve dünyadaki dağılımları familyanın ilk kez geç Kretase'de (Santoniyen) ortaya çıktığını ve tüm cinslerinin Eosen'e kadar evrimleştiğini gösterir (Müller, 1981; Chen, 1994; Chen, Manchester ve Sun., 1999; Song et al., 2004; APG III, 2009).

Familyanın filogenetik gelişimi ve polen morfolojisi esas alındığında fosil formlarda dört morfo-cins tanımlanır; *Alnipollenites*, *Paraalnipollenites*, *Betulaepollenites* ve *Betulaceopollenites* (Chen, 1994 ve Chen et al., 1999). DNA araştırmaları ile desteklenen çalışmalar (Leopold et al., 2012) Neojen'de, *Alnus* cinsinin bazı fosil polen formlarının morfolojik özelliklerine göre tür düzeyinde tanımlanabileceğini gösterir. Türkiye'de Kuvaterner öncesi fosil formlarda *Alnus* için *Alnipollenites verus* ve *Polyvestibulopollenites verus*, *Betula* için *Polyporopollenites verus*, *Trivestibulopollenites betuloides* ve *Tripoporopollenites robustus* form-taksonomik adlandırmalar kullanılmaktadır. Türkiye'de *Alnus* polenleri için bilinen en eski kayıt Çardak-Tokça havzasında Orta-Geç Eosen yaşlı Başçeşme formasyonundandır (Akkiraz ve ark., 2006). Oligosen'de İstanbul civarında (Nakoman, 1968) ve Güneybatı Anadolu'da (Benda, 1971) bulunmuştur. Oligosen başında küresel iklimdeki soğuma ve mevsimler arası farklılığın

ortaya çıkması yaprak dökken elemanların floraya katılmasına neden olmuş (Mai, 1989, 1991), Neojen’de (Miyosen, Pliyosen, Kuvaterner) *Alnus* ve *Betula* tüm Türkiye’de yaygınlaşarak günümüze değin varlıklarını sürdürmüşlerdir.

1.3. *Alnus* ve *Betula* polenlerinin morfolojik özellikleri

Alnus ve *Betula* polenlerinin morfolojik özellikleri arasında por sayıları, ektexinin ve endeksinin por civarında oluşturduğu vestibulum şekilleri ve boyutları sayılabilir (Kuprianova, 1965; Leopold et al., 2012). Porları birleştiren bölgedeki kalınlaşma (arşi) *Alnus* polenleri için karakteristiktir. Türkiye’de bulunan *Alnus* (*A. glutinosa*) polenlerini Aytuğ (1971) ~ 30 µm, stephanoporat, suboblat, granüler süs içeren intektat skülpür ve tipik arkus (Şekil 3), *Betula* polenlerini (*B. pendula*): ~ 28 µm, triporat, intektat, granüler, belirsiz skülpür şeklinde tanımlar. Leopold et al., (2012) Doğu Asya’da bulunan *Alnobetula* (*Alnaster*) alt cinsine bağlı türlerin (*A. firma*, *A. sieboldiana*) polenlerinde kutup bölgesinde ikinci bir kalınlaşmanın (polar arşi) fenotipik bir özellik olduğunu belirtir. Türkiye’de yapılan çalışmalarda *Alnus* polenlerinde bu özelliğin gözlenmemesi Türkiye’deki türlerin Asya’dan çok Avrupa türleri ile akrabalığına işaret edebilir.

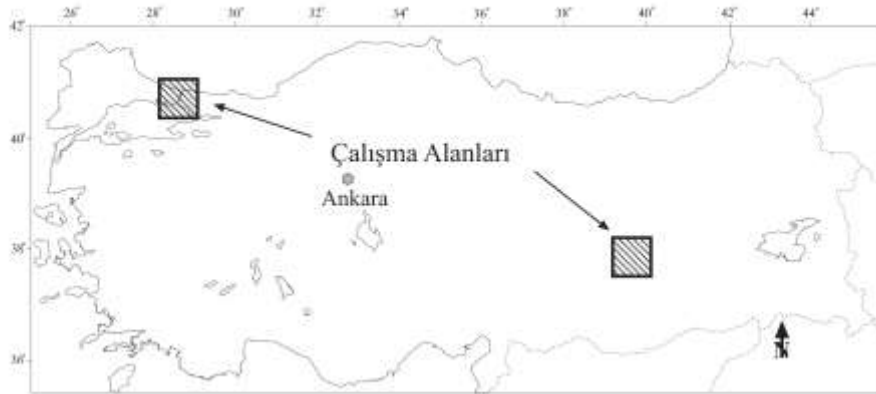


Şekil 3. *Alnus glutinosa glutinosa* poleni (SEM)
Figure 3. Pollen of *Alnus glutinosa glutinosa* (SEM)

2. Materyal ve yöntem

Bu çalışmada Haliç (İstanbul) ve Hazar gölünün (Elazığ) Holosen yaşlı tortullarından alınan karot örneklerinde bulunan Betulaceae familyasına bağlı polenler incelenmiştir (Şekil 4). Haliç’te Alibey ve Kağıthane derelerinin Marmara denizine döküldüğü yerde, mühendislik çalışmaları için GB-KD doğrultusunda açılan dört adet sondajdan (I, IV, V, VI) 70 adet örnek alınmıştır. Haliç’te Holosen tortullarının kalınlığı 36,9-51 m’ler arasında değişir. Örnekler GB’ya doğru kalınlaşan kum ve karbonat (8-10 m) içeren birim altındaki, 28-39 m kalınlıkta, kil ve siltlerin baskın olduğu litolojik birimden alınmıştır.

Hazar gölü, yukarı Fırat havzasında, denizden 1250 m yükseklikte, 22 km uzunlukta, 5-6 km genişlikte, 86 km² yüz ölçümünde, 200-250 m su derinliği olan bir göldür (Şekil 4). Doğu Anadolu fay sistemi üzerinde bulunan göl tektonik orijindir. Gölün su derinliği 70 m olan ve GB bölümünde açılan HZ01B nolu (39°21,5’ D; 38°28,3’ K), 492 cm uzunluğundaki karottan sistematik olarak alınan 36 adet örnek palinolojik amaçla incelenmiştir. ‘Beta Analytic’ tarafından AMS (Accelerator Mass Spectrometry) ile yapılan ¹⁴C yaşlandırmalarına göre sondajın 60 ncı m’si GÖ 1310, 352 inci m’si GÖ 3380 ve 477 inci m’si GÖ 4950 yıl yaşında olup Geç Holosen’de biriken tortullarını kesmektedir.



Şekil 4. Çalışma alanlarını gösteren bulduru haritası
Figure 4. Location map showing the study areas.

3. Bulgular

3.1. Çalışma alanlarının tanıtımı: Haliç (İstanbul) ve Hazar Gölü (Elazığ) yöresinin güncel bitki örtüsü ve iklimi

İstanbul yöresi günümüzde çeşitli meşe türleri (*Quercus*) ve *Castanea sativa* başta olmak üzere *Carpinus betulus*, *Fagus orientalis*, *Tilia tomentosa*, *Acer campestre*, *A. trautvetteri* ve *Ulmus campestris* gibi odunsu taksonların baskın olduğu, yaprak dökken, mesofil bir bitki örtüsü ile kaplıdır. Herdem yeşil maki formasyonu da yer yer bitki örtüsüne katılır. *Alnus glutinosa*, *Populus tremula*, *Salix alba* ve *S. cinera* ile birlikte Trakya bölümünü drene eden Alibey ve Kağıthane derelerinin nemli vadilerinde bulunur. İstanbul bölgesini içine alan geniş alanda (A2 karesi) (Şekil 9 b), 215'i endemik olan 2759 takson bulunur. Bölge Amanoslar'dan sonra Türkiye'nin en fazla takson içeren karesidir; ancak % 7,8 endemizm oranı, Trakya (A1) ile birlikte en düşük oranı gösterir. Bölgede Akdeniz fitocoğrafik bölgesine bağlı takson sayısı 608 (% 49,8); Avrupa-Sibirya 520 (% 42,6); İran-Turan 92 (% 7,5) dir (Şekil 9 c-f) (Kutluk ve Aytuğ, 2004).

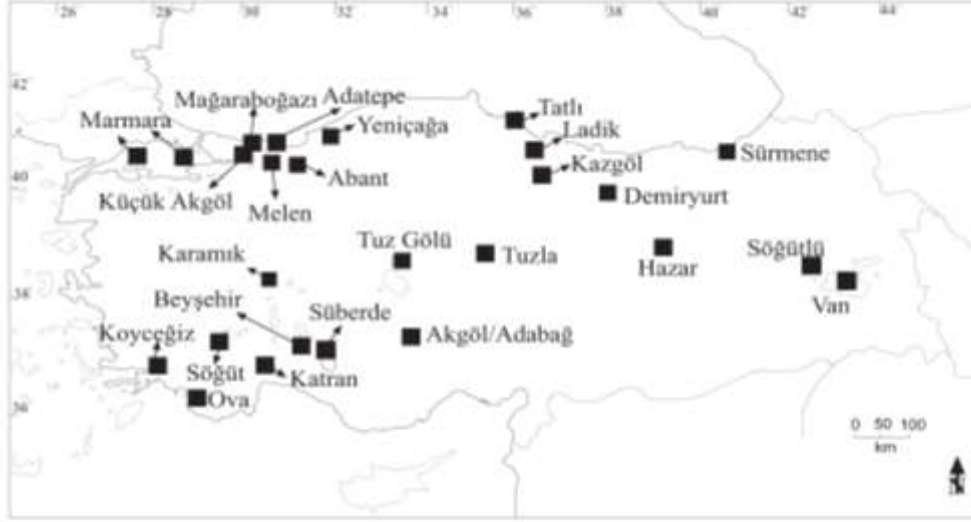
Hazar gölünün bulunduğu B7 karesinde, 597'si endemik olan 2222 bitki taksonu bulunur. Bölge takson çeşitliliği ve % 26,7'ye ulaşan endemizm oranı ile Türkiye'deki yirmi dokuz kare içinde en yüksek değerlere ulaşan bölgelerden biridir (Şekil 9 b-f). Akdeniz fitocoğrafik bölgesine bağlı takson sayısı 88 (% 6,7); Avrupa-Sibirya 144 (% 11,0); İran-Turan 1083 (% 82,4) dır (Kutluk ve Aytuğ, 2004).

Emberger biyoiklim sınıflamasına göre İstanbul yöresi 'Serin' ve 'Orta Yağışlı' Akdeniz iklim tipine girer. Yıllık ortalama sıcaklık 12,8°C, yağış (P) 1074 mm; en sıcak ayın en yüksek sıcaklık ortalaması (M) 27°C, en soğuk ayın en düşük sıcaklık ortalaması (m) 1,5°C dir. Yaz yağışı (PE) (Haziran-Temmuz-Ağustos) 98 mm, kuraklık indisi (S = PE/M) 3,6 ve pluvio termik katsayısı [$Q = 2000 P / (M^2 - m^2)$ Kelvin] 146,1 dir. Emberger biyoiklim sınıflamasına göre, Elazığ yöresi 'Çok Soğuk' ve 'Yarı Kurak (Alt)' Akdeniz iklim tipine girer. Yıllık ortalama sıcaklık 13,0°C, yağış (P) 433,2 mm; en sıcak ayın en yüksek sıcaklık ortalaması (M) 33,7°C, en soğuk ayın en düşük sıcaklık ortalaması (m) -4,6°C dir. Yaz yağışı (PE) (Haziran-Temmuz-Ağustos) 18,7 mm, kuraklık indisi (S = PE/M) 0,5 ve pluvio termik katsayısı [$Q = 2000 P / (M^2 - m^2)$ Kelvin] 39,6 dir.

3.2. Holosen'de Türkiye'de bitki örtüsünün genel özellikleri

Türkiye'de Holosen bitki örtüsü değişimleri ve *Alnus* ve *Betula*'nın kayıtları: 1) Anadolu'da göl ve turbalarda yapılan çalışmalardan (Aytuğ ve ark., 1975; Bottema ve Zeist, 1981; İnceoğlu ve Pehlivan, 1987; Zeist ve Bottema, 1991; Bottema et al., 1995; Kerey et al., 2004; Knipping et al., 2008; Kaplan ve Örçen, 2011); 2) Marmara ve Karadeniz'de açılan derin deniz sondajlarından (ör.: Caner ve Algan, 2002; Popescu, 2006; Shumilovskikh et al., 2012); ve 3) arkeolojik ve tarihsel kayıtlardan (Hafner, 1965; Aytuğ, 1967; Eastwood et al., 1999; Wick et al., 2003; Emery-Barbier ve Thiébaud, 2005; Turner et al., 2010; Haldorsen et al., 2011) anlaşılır. Anadolu'daki göl ve turbalarda yapılan çalışmalar Kuzey Anadolu'da Abant (1300 m), Melen (125 m), Yeniçağa (975 m), Adatepe (50 m), Küçük Akgöl (50 m), Ladik (800 m), Kazgöl (500 m), Demiryurt (1300 m), Sürmene (50 m), Tatlı (0 m) ve Mağaraboğazı (305 m); GB ve GGB Anadolu'da Süberde (1070 m), Söğüt (1400 m), Karamık Bataklığı (1000 m), Beyşehir (1120 m), Akgöl/Adabağ (1000 m), Köyceğiz (0 m); Gölhisar (930 m) ve Antalya-Katran (305 m); İç Anadolu'da Tuz Gölü (1070 m) ve Tuzla (900 m); ve Doğu Anadolu'da Van (1650 m), Söğüt (1400 m) ve Hazar Gölü (1250 m) olmak üzere dört bölgededir. Holosen'in tamamı ya da bir kısmında bitki örtüsündeki değişimler, söz konusu kayıtların tümünde, geç Pleyistosen ve Holosen geçişi Abant, Yeniçağa, Ladik, Söğüt, Karamık, Akgöl/Adabağ ve Van Gölü tortullarından, Pliyosen ve Pleyistosen'deki değişimler denizel kayıtlardan anlaşılmaktadır (Şekil 5, 6 ve 7). Kuvaterner palinolojik çalışmalarında 'Odunsu' (Arboreal pollen-AP) ve 'Otsu' (Non-Arboreal pollen-NAP) oranları bitki örtüsü dolayısıyla iklim değişimleri hakkında genel bir fikir verir. Odunsu (AP) taksonlardaki artış ormanların gelişimine olanak sağlayan nemli ve sıcak iklim koşullarını, otsu (NAP) taksonlardaki artış ise bitki gelişimi için elverişsiz, soğuk ve kurak iklimi gösterir. Şekil 6, 7'de Türkiye'de geç Pleyistosen-Holosen'de, çoğu ¹⁴C ile yaşlandırılan palinolojik çalışmalardan derlenen (Bottema ve van Zeist, 1981; Bottema, 1986; İnceoğlu ve Pehlivan, 1987; van Zeist ve Bottema, 1991; Bottema et al., 1995) Odunsu/Otsu taksonların oranları, bitki örtüsündeki değişimlerin küresel iklim değişimi ve Kuvaterner bölümlenmeleri ile (Erol, 1979 a,b; 1981) uyum içinde olduğunu gösterir.

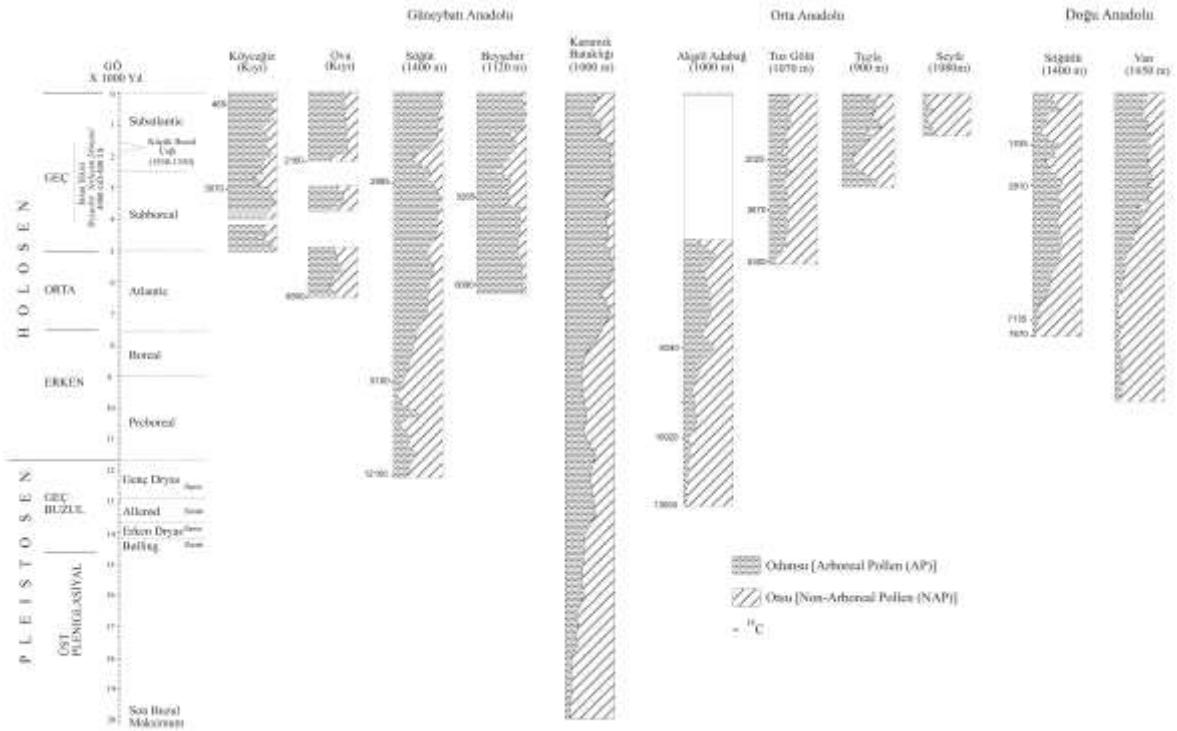
Son Buzul döneminde (GÖ 18 Bin yıl) Amaranthaceae ve *Artemisia* (Asteraceae) gibi otsu bitkilerin ve yüksek kesimlerde *Ephedra*'nın baskın olduğu step vejetasyonu, erken Holosen'de (Preboreal ve Arboreal) yerini *Juniperus*, *Betula* ve *Acer* gibi öncü ağaç ve çalılırların da katıldığı karışık *Quercus* ormanlarına bırakmaya başlar. Otsu taksonlardan kuraklığı simgeleyen Amaranthaceae ve *Artemisia* kaybolurken, nispeten nem artışını gösteren Poaceae familyası floraya katılır. *Artemisia*'nın varlığı kışların çok soğuk ve kurak olduğunun belirteçidir. Erken Holosen, sıcaklığın göreceli artışına koşut olarak, odunsu taksonların artmaya ve ağaç sınırının yukarılara doğru genişlemeye başladığı dönemdir. Kıyı ve kıyıya yakın bölgelerde gözlenen bu değişim, Anadolu'nun iç kısımlarında daha yavaş bir seyir izler. Erken Holosen sonlarında yaprak dökken, mesofil vejetasyona *Pinus*, *Abies*, *Cedrus* gibi iğne yapraklıların bulunduğu konifer ormanları da katılır ve tüm Orta Holosen (Atlantik) ve geç Holosen'in büyük kısmında (Subboreal) baskın olur.



Şekil 5. Türkiye'de geç Pleystosen ve Holosen'de yapılan palinolojik çalışmalar (Kaynaklar için metine bknz.)
Figure 5. Location of late Pleistocene and Holocene Palynological studies in Turkey (See text for sources)

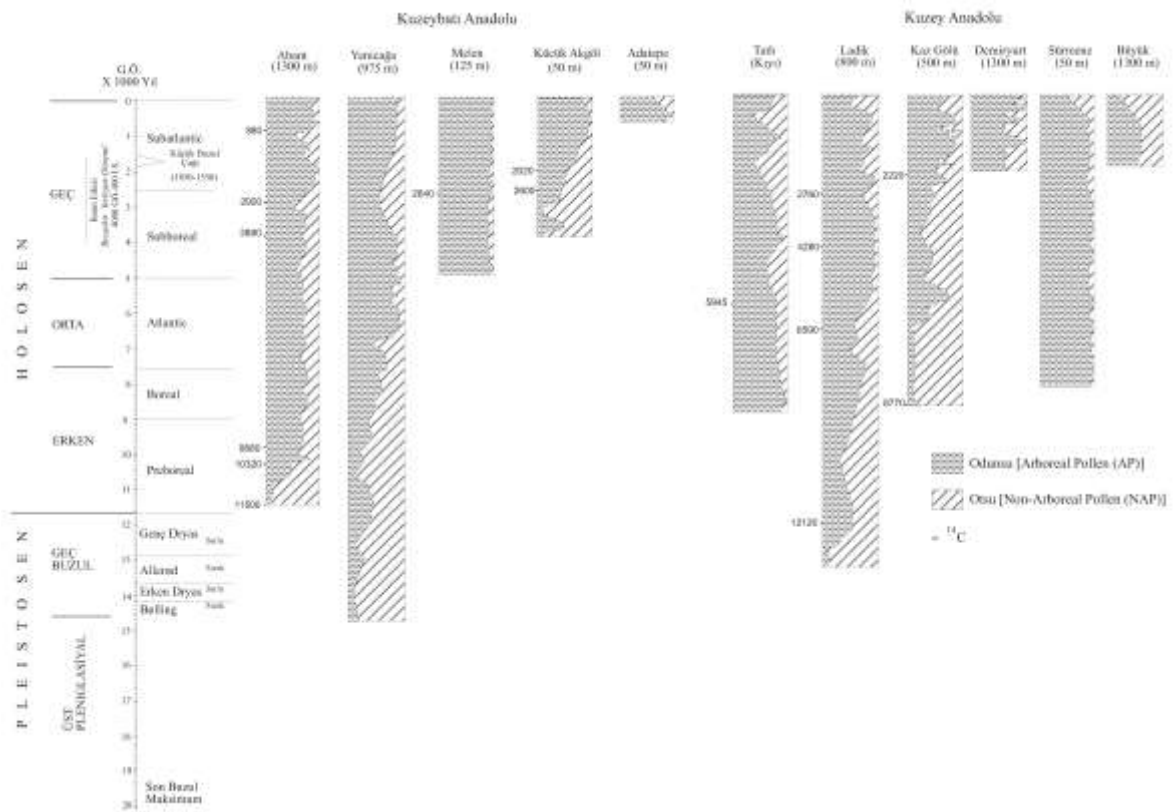
Günümüzdeki son şeklini geç Holosen'de (Subboreal ve Subatlantik) (GÖ 4000) alan bitki örtüsü, bu dönemde mikroklimatik salınımlarla ve bazı polen diyagramlarında gözlenen insan etkisiyle değişime uğrar (Şekil 6, 7). İnsan etkisi Holosen polen diyagramlarında odunsu taksonlarda azalma (Şekil 6, 7) ve floraya yeni katılan kültür bitki taksonları ile anlaşılır. Anadolu'yu da içine alan Akdeniz havzası ve Orta Doğu dünyanın en eski uygarlıklarının bulunduğu bölgedir. Genç Dryas'ın sona erip iklimin düzelmeye başlamasıyla birlikte güneybatı Anadolu'da, Katran dağlarında (Emery-Barbier ve Thiébault, 2005) ve güneydoğu Anadolu bölgesinde, Karacadağ'da (Göbekli Tepe, Nevali Çori, Çayönü, Cafer Höyük) (Haldorsen et al., 2010) yaşayan insan topluluklarının avcılığın yanı sıra, kuru tarım yaptıklarına dair bulgular vardır. Bu örnekler Orta Anadolu'da bulunan (Aşıklı Höyük:GÖ 9000-8500, Hacılar:GÖ 8700, Can Hasan III:GÖ 8500-7700, Çatal Höyük:GÖ 8200-7500 gibi) (Roberts, 1982) daha genç dönemlere ait örnekler de eklenebilir. Ancak Holosen'in bu ilk dönemlerine ait polen diyagramlarında insan topluluklarının, doğal bitki örtüsünü tahrip ettiklerine dair kanıtlar yoktur. İnsanın doğal bitki örtüsü üzerindeki etkisi, ilk kez GÖ 4000 yıllarında görülmeye başlamış, 'Beyşehir Yerleşim Dönemi' (*Beyşehir Occupation Phase*) olarak adlandırılan etki, geç Holosen'de, GÖ 3200-1200 yoğunlaşmıştır. Bu dönem içinde GÖ 3600-1600 arasındaki nemli iklim koşullarının da etkisi vardır (Bottema ve Woldring, 1990; van Zeist ve Bottema, 1991; Bottema et al., 1995). Doğal bitki örtüsü üzerindeki insan etkisine, Şekil 6 ve 7'de gösterilen lokasyonlardan başka Gölhisar'da (GÖ 3000-1300) (Eastwood et al., 1999), Van Gölü civarında (GÖ 3800) (Wick et al., 2003) ve KB Anadolu'nun Karadeniz kıyılarında da (GÖ 5000) (Shumilovskikh et al., 2012) rastlanır. Yılmaz ve diğ. (2013) Roma ve Helenistik dönemlerdeki arkeolojik verilere dayanarak, Hafner (1965) Anadolu'daki çeşitli uygarlıklara ve filozof ve gezginlere [Homer (MÖ 8. YY, Darius (MÖ 513), Xenophon (MÖ 430-354), Theophrast (MÖ 372-286), Vergil (MÖ 70-MS 19), Strabo (MÖ 63-MS 20), Plinius (MS 23-21/79), Marcellianus (MS 353), Evliya Çelebi (MS 17 YY)] dayanarak tarihsel dönemlerde bu etkinin sayısız örneklerini verir.

Buğday, Arpa, Yulaf, Çavdar (Poaceae) gibi kuru tarımı yapılan tahılların yanı sıra, insanlar tarafından kültürü yapılan bitkiler arasında Türkiye ve güney Avrupa'da doğal olarak yetişen *Castanea sativa* (Kestane); Akdeniz bölgesinde doğal bulunan *Olea europea* (Zeytin); Türkiye ve güneydoğu Avrupa'da doğal olarak yetişen *Corylus colurna*, *C. avellana* (Fındık); *Vitis vinifera* (Asma, Üzüm); fermente edilip içecek olarak tüketilen *Fraxinus ornus* (Dişbudak), *Juglans regia* (Ceviz) gibi bitkiler sayılabilir. Söz edilen taksonlara ilave olarak akarsu kenarlarında ve yerleşim yerlerinde yetiştirilen *Platanus orientalis* (Doğu Çınarı); büyükbaş, koyun, keçi gibi hayvanların otlatılmasıyla açılan yerlerde *Pteridium* olmak üzere, toprağın işlendiğinin göstergesi olarak kabul edilen *Centaurea solstitialis*, *C. iberia*, *Onopordon*, *Scolymus*; Anadolu'da çok geniş yayılımı olan *Thymus* (Kekik) türleri ile birlikte bulunan ve çayır ve meralarda otlatma amacıyla yetiştirilen *Plantago lanceolata* (Sinirotu) ve *Polygonum aviculare*, *Sanguisorba minor/Poterium*; yenilebilir yaprakları için yetiştirilen *Rumex* (Labada-Kuzukulağı) gibi otsu bitkiler de insan etkisini gösteren taksonlardır.



Şekil 6. Güneybatı, İç ve Doğu Anadolu'da geç Pleyistosen ve Holosen dönemi bitki örtüsündeki odunsu ve otsu taksonların dağılımı

Figure 6. Distribution of late Pleistocene and Holocene arboreal and non-arboreal taxa in the vegetation in the Sothwestern, Inner and Eastern Anatolia



Şekil 7. Kuzeybatı ve Kuzey Anadolu'da geç Pleyistosen ve Holosen dönemi bitki örtüsündeki odunsu ve otsu taksonların dağılımı

Figure 7. Distribution of late Pleistocene and Holocene arboreal and non-arboreal taxa in the vegetation in the Northwest and Northern Anatolia

3.3. Holosen'de *Alnus* ve *Betula*'nın dağılımları

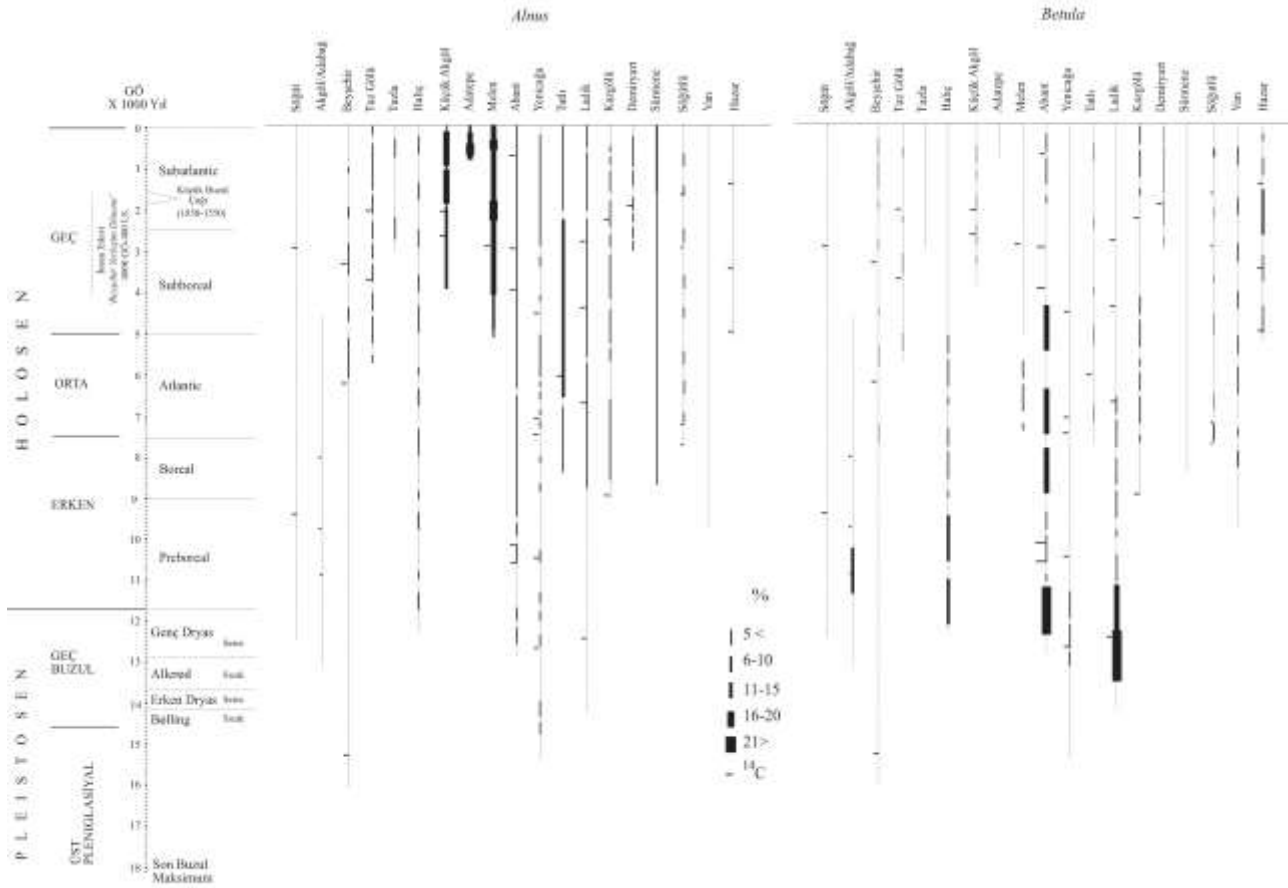
Betula Genç Dryas (Younger Dryas) olarak adlandırılan Son Buzul dönemi sonunda, Türkiye'de 800 ila 1650 m'ler arasında Karadeniz Bölgesinin dağlık kesimleri ile Doğu Anadolu'da bulunur (Şekil 8). Pleyistosen-Holosen geçişinde, Türkiye'deki en yüksek değerlerine Abant, Ladik ve Akgöl/Adabağda ulaşır, Yeniçağa ve Van Gölü civarında üst ağaç sınırını oluşturur. Ağaç sınırı altındaki *Quercus*, *Pinus* ve *Juniperus*'un baskın olduğu orman kuşağı, ağaç sınırını yukarıya doğru genişlemeye zorladığı Holosen başında, *Betula* polenleri yüzde otuzlara ulaştığı değerlerden hızla azalmaya başlar. Holosen boyunca varlığını yüksek kesimlerde, yer yer düşük yüzdelere devam ettirse de kıyı bölgelerindeki dağlık alanlardan çekilir. Türkiye'de bulunan türlerinin çoğu Avrupa-Sibirya elemanı olan *Betula* Holosen'de yalnız Karadeniz'in dağlık kesimleri ve Doğu Anadolu'da bulunurken güney ve batı Anadolu'da gözlenmez. İç Anadolu'da, Süberde'de erken Holosen sonunda (Boreal) (GÖ 8300-8000) bulunan polenler (Aytuğ, 1967), Konya ovası güneyinde bulunan volkanlarda seyrek olarak yetişen *Betula*'lara ait olabilir (Bottema, 1986) (Şekil 5, 8).

Soğuk seven bir cins olan *Betula*'ya oranla nispeten ılık ve nemli iklimsel koşulları tercih eden *Alnus*, tüm Holosen boyunca zaman zaman düşük, zaman zaman yüksek oranlarda Karadeniz, GB Anadolu ve D Anadolu'da varlık gösterir (Şekil 8). En fazla bulunduğu bölge Karadeniz, en az bulunduğu bölge ise İç Anadolu'dur. Son Buzul/Holosen geçişinde *Betula*'ya oranla *Alnus* daha düşük yüzdelere temsil edilirken nemli ve sıcak Orta Holosen ve geç Holosen başlarında Karadeniz kıyı bölgesinde toplam bitki örtüsü içinde % 10-15 ila % 40-45 arasında değişen yüksek oranlarla temsil edilen hakim ağaç taksonunu oluşturur. *Alnus* Doğu Anadolu'da tüm Holosen boyunca düşük yüzdelidir, İç Anadolu bölgesinde ise daha da düşük yüzdelere gözlenip, bölgede doğal olarak yetiştiğini gösterecek bir orana ulaşmaz (Şekil 8).

Haliç (İstanbul) tortullarından alınan örneklerdeki palinomorf toplulukları incelenen birimi üç palinofasiyese ayırır. Birinci zon en altta, 6-10 m kalınlıktaki otsu polenlerin ve sporların baskın olduğu, karasal etkiyi işaret eden zondur (Geç Pleyistosen-Erken Holosen). İkinci zon 15-20 m kalınlıkta, kozalaklı ve yaprak döken odunsu taksonların baskın olduğu zon (Erken ve Orta Holosen), üçüncü zon ise 7-10 m kalınlıkta, ikinci zondaki pek çok odunsu taksonun varlıklarını sürdürdükleri, ancak otsu taksonların yeniden baskın olduğu bir zondur (Orta ve geç Holosen). Betulaceae familyasının, Türkiye'de günümüzde yetişen tüm cinsleri (*Alnus*, *Betula*, *Corylus*, *Carpinus* ve *Ostrya*) Haliç tortullarında değişik oranlarda gözlenmiştir (Levha I, II). *Alnus* polenleri her üç zonda da düşük yüzdelere, ancak devamlı varlığını sürdürmüştür. *Betula* polenleri birinci ve ikinci zonlarda (geç Pleyistosen-Orta Holosen); *Carpinus* polenleri ikinci zonda; *Corylus* ise düşük yüzdelere yalnız birinci zonda gözlenmiştir. Betulaceae'nin inceleme alanının güneybatısında, kuzeydoğuya oranla daha az gözlenmesi, familya üyelerinin, özellikle *Betula*'nın Holosen'deki kaynak bölgesinin batı Karadeniz bölgesi olduğunu gösterebilir. Abant'ta erken Holosen başında % 20, tüm Orta ve geç Holosen başında da % 2-10 oranlarında bulunması ve Ladik polen diyagramında geç Pleyistosen'de % 30 ve tüm erken Holosen'de ve Orta Holosen başına kadar azalarak da olsa varlığını sürdürmesi, Haliç tortullarında bulunduğu zaman aralıkları ile uyumlu olup kaynak bölgenin batı Karadeniz olduğunu doğrular niteliktedir.

Hazar Gölü tortullarından alınan örneklerde zengin bir palinomorf topluluğu bulunmuş, Betulaceae familyasından ise yalnız *Betula* ve az oranda *Carpinus* polenlerine rastlanmıştır (Levha II ve III), familyanın öteki üyeleri *Alnus*, *Corylus* ve *Ostrya* gözlenmemiştir. *Betula* düşük yüzdelere birimin tümünde bulunmuştur. *Betula* ve *Carpinus*'un yanı sıra örneklerdeki en baskın taksonlar *Quercus* ve *Pinus* olup incelenen aralıkta 'insan etkisi'ne işaret eden *Juglans*, Poaceae ve *Plantago* polenleri yüksek yüzdelere temsil edilmiştir. Hazar Gölü'nün bulunduğu B7 karesinde günümüzde yetişen meşe türleri *Quercus brantii*, *Q. cerris*, *Q. hartwissiana*, *Q. infectoria boissieri*, *Q. libani*, *Q. macranthera sypriensis* (E), *Q. petraea pinnatifida* (E), *Q. pubescens*, *Q. robur pedunculiflora*, *Q. brantii* X *Q. infectoria*; çam türü ise *Pinus sylvestris*'tir (Kutluk ve Ayuğ, 2004). Avrupa ve kuzey Asya'da geniş alanlar kaplayan *Pinus sylvestris* (Sarıçam) Sibirya platolarının hakim ağaç türü olup şiddetli soğuklara (-40°C, hatta -60°C) dayanabilen, donlardan etkilenmeyen, fazla yağış istemeyen ve kuraklığa dayanıklı, Türkiye'de karasal iklim uyum sağlamış bir tür olarak bilinir (Günel, 1997; Boydak, 1977). İncelenen örneklerde Betulaceae'ye eşlik eden çam ve meşe türlerinin, ¹⁴C yaşlandırmasıyla da doğrulanmış ve Geç Holosen iklimini yansıtan bir flora topluluğu olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak Haliç (İstanbul) ve Hazar Gölü (Elazığ) tortullarından elde edilen palinolojik bulguların *Alnus* ve *Betula*'nın Türkiye'de günümüz ve geç Pleyistosen-Holosen'deki coğrafik ve stratigrafik dağılımlarıyla ve yörelerin iklimsel özellikleriyle uyumlu olduğu gözlenmiştir.



Şekil 8. Türkiye’de geç Pleyistosen ve Holosen’de *Alnus* ve *Betula*’nın dağılımı
Figure 8. Türkiye’de geç Pleyistosen ve Holosen’de *Alnus* ve *Betula*’nın dağılımı

3.4. Çalışma alanlarında insan etkisi

Haliç tortullarından elde edilen palinolojik bulgularda, günümüzde ve tarihsel çağlarda yoğun yerleşimlere ev sahipliği yapan İstanbul yöresinde, insanın doğal bitki örtüsü üzerindeki etkisini gösteren belirgin değişimler izlenmemiş; Hazar Gölü palinomorf topluluğu ise aksine bu etkiye işaret eden palinomorf topluluklarının varlığını göstermiştir.

Hazar Gölü tortullarından alınan örneklerde, ~ 5 m’lik karotun ilk 350 cm’inde yüksek yüzdelerde *Juglans* poleni, son 150 cm’de ise *Juglans*’ın azalmasına karşın insan etkisini gösteren diğer taksonlardan Poaceae ve *Plantago* polenleri bulunmuştur. Doğu Anadolu bölgesi, *Juglans*’ın, Çin’in batısından başlayıp, Asya’nın dağlık kesimlerini kapsayan geniş bir bölge içinde (Nepal, Tibet, Afganistan, Pakistan, İran, Azerbaycan, Gürcistan, Türkiye), doğal olarak yetiştiği, en batı bölgesidir. Doğu Anadolu’dan Balkanlar ve Avrupa’ya yayılımı ve doğallaştırılması, Romalılar döneminde (GÖ 2800-1600) olmuştur (APG III, 2009). *Juglans* polenleri Geç Holosen’de, en fazla oranda, doğu Anadolu’da Van Gölü (% 10-20) ve Söğüt gölü (% 5-10) tortullarında bulunmuştur. İç Anadolu’da, geç Holosen sonlarında, Söğütlü’de (% 1-2), Karadeniz bölgesinde, Ladik (% 5), Küçük Akgöl (% 5), Melen (% 2-3) ve Abant’ta da (% 2-3) gözlenmiştir.

Sulak ve verimli ovaları, doğal kaya sığınakları ve kara ve su hayvanlarının bolluğu nedeniyle yukarı Fırat havzasında ilk yerleşimler Paleolitik çağlara (GÖ 12000) kadar gider; ancak başta bakır, demir, krom olmak üzere (M.T.A., 2013) zengin doğal kaynaklara sahip bölgede en yoğun yerleşim, GÖ 4000 yıllarında, Hititlerin komşusu İşuvalılar ile başlamıştır (Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2013). İşuva, GÖ 3375-3335’de Hitit egemenliği altına girmiş, Hitit uygarlığının sona ermesinden sonra ise yörede sırasıyla Urartular (GÖ 3200-2700), Medler ve Persler (GÖ 2700-2330) egemen olmuşlardır. Pers krallığının yıkılıp Anadolu Beyliklerinin hakimiyeti başlayana kadar da (GÖ 940), Romalılar, Bizanslılar, Sasaniler’in yaşaması, yörenin günümüze kadar kesintisiz bir yerleşime sahip olduğunu gösterir. Geç Holosen’de ‘Beyşehir Yerleşim Dönemi’ndeki insan etkisini Bottema et al., (1995) Hitit uygarlığı ile özdeşleştirir. Geç Holosen (Subboreal-Subatlantik) dönemini kapsayan Hazar gölü tortullarında da insan etkisini gösteren polen taksonlarının ‘Beyşehir Yerleşim Dönemi’ ile eş zamanlı olduğu bulunmuştur.

4. Tartışma ve Sonuçlar

Türkiye’de Holosen’de yapılan palinolojik çalışmalarda *Alnus* ve *Betula* polenlerinin coğrafik ve stratigrafik dağılımları ve Haliç ve Hazar Gölü tortullarından elde edilen bulgular Betulaceae familyasının bu iki üyesinin varlığının iklimsel koşullara bağlı olduğunu göstermiştir. Günümüzde *A. glutinosa glutinosa* ve *A. glutinosa barbata*’nın optimum gelişme gösterdiği Karadeniz bölgesinde *Alnus* polenlerinin Holosen’deki yüksek yüzde değerleri ve günümüzde yalnız Doğu Anadolu’da, 1300-3000 m’ler arasında yaşam olanağı bulan *Betula* türlerinin, Holosen’de hem Doğu Anadolu’da, hem batıda son buzul dönemi ve özellikle Genç Dryas’da, yüksek yüzdelerle temsil edilmesi değişen iklim koşullarıyla olan uyumu gösterir.

Kuzey yarıkürenin serin ve ılıman bölgelerinin bitki taksonu olan *Alnus*’un Holosen’de, G, GB Anadolu’da gözlenmesi ve günümüzde doğal yaşam alanı sınırı olan Akdeniz bölgesinde, ikisi endemik olan alt türler (*A. glutinosa antitaurica*, *A. orientalis orientalis*, *A. orientalis pubescens*) düzeyinde çeşitlenmesi, cinsin Pleyistosen iklim değişimlerine karşı gösterdiği direncin bir sonucu olarak yorumlanabilir. Türkiye’nin kuzeyindeki enlemlerde, Pleyistosen’in soğuk dönemlerinde, zorlu iklim koşullarına dayanamayıp kaybolan bitki türleri Anadolu’nun korunaklı kıyı bölgelerine ve iç kısımlardaki derin, kuytu vadilere çekilerek varlıklarını sürdürmüşlerdir.

Alt tür düzeyinde çeşitlenen *Alnus glutinosa glutinosa*’nın Karadeniz bölgesinde optimum yayılıma ulaşması Karadeniz kıyı kuşağının Pleyistosen’in soğuk dönemlerinde bitki taksonlarının varlığını sürdürdüğü sığınak alanlardan biri olduğunu gösterir. Bu bölgede *Pterocarya fraxinifolia* (Mayer ve Aksoy, 1998) *Alnus glutinosa glutinosa* ile birlikte bulunur. Pliyosen öncesinde, Türkiye ve Avrupa’da geniş bir yayılıma sahip olan *P. fraxinifolia* İspanya’da Erken Pleyistosen’de (Postigo-Mijarra et al., 2010), Fransa’da (Holsteinian) ve Yunanistan’da (MIS:11) Orta Pleyistosen’de tamamen kaybolurken (Kukla, 2005) günümüzde başta Zonguldak, Samsun, Rize olmak üzere Karadeniz kıyı zonunda ve Mersin, Bitlis-Siirt-Kahramanmaraş’ta Paleojen ve Neojen’den beri yaşamını sürdüren bir kalıntı (relik) taksondur.

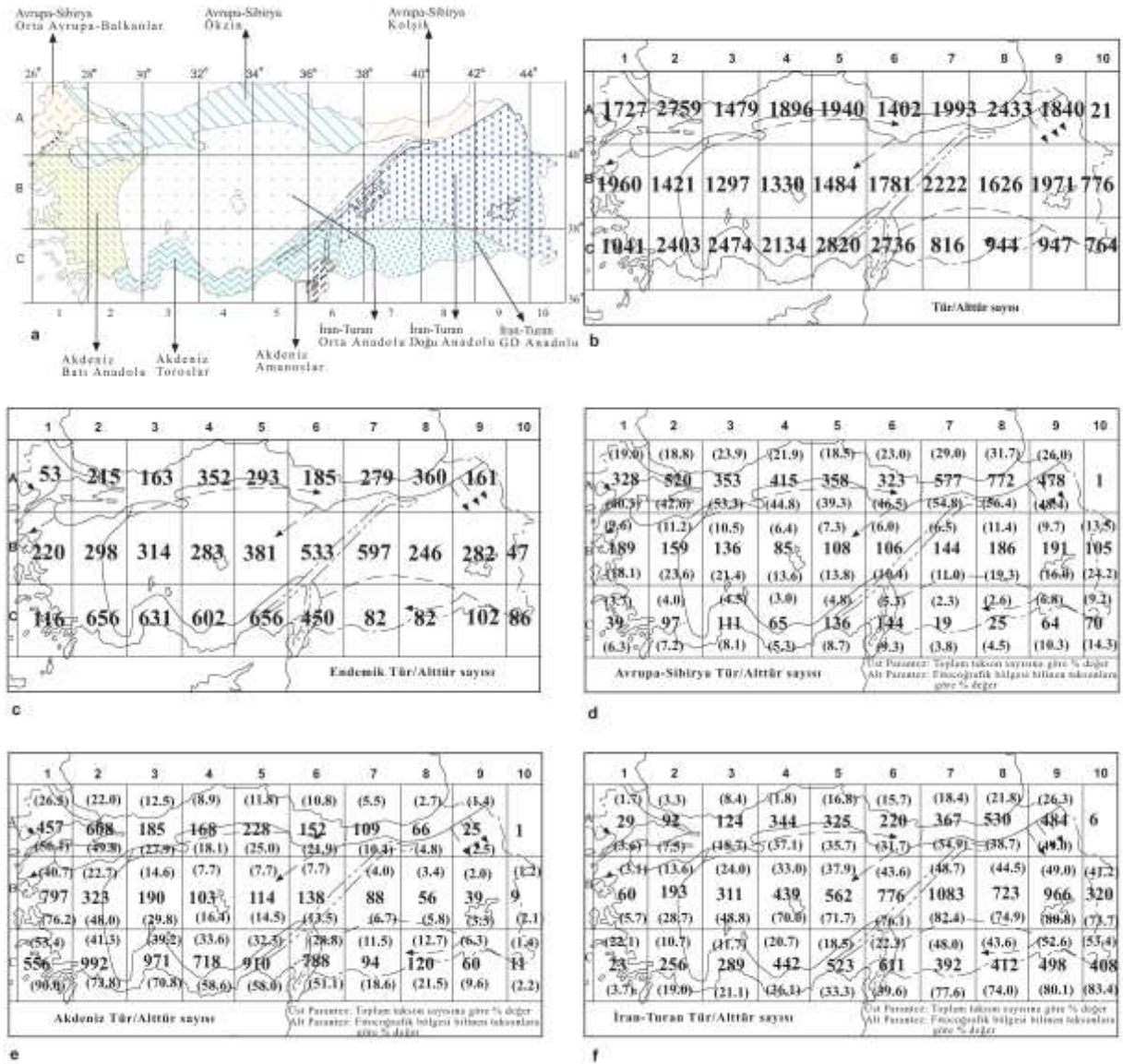
Türkiye’de Eosen-Miyosen zaman aralığında, ona yakın taksonla temsil edilen Arecaceae familyasının bir üyesi olan *Phoenix theophrastii* (Boydak, 1986) ve Altingiaceae familyası üyesi *Liquidambar orientalis* (Efe, 1987) tüm Avrupa’da Pliyosen ve Pleyistosen başında kaybolurken, günümüzde GB Anadolu’da (Bucuk, Fethiye, Dalaman, Datça, Köyceğiz), *Alnus orientalis orientalis*’in bulunduğu bölgede, kalıntı taksonlar olarak yaşamlarını sürdürmektedir. Bu veriler Anadolu yarımadasının güneyindeki kıyı kesimlerinin de bitkiler için sığınak alan oluşturduğunu gösterir. Neojen’de tüm Anadolu’da yaygın olup alan parçalanmasına uğrayan ve günümüzde doğal yaşam alanları dışında bulunan kalıntı taksonlara örnek olarak Torosların karakteristik gymnospermi ve bir Akdeniz elemanı olan *Cedrus libani*’nin, Tokat ve Afyon civarındaki varlığı, Çilingöz’deki kalıntı *Pinus nigra* ormanı (Kayacık ve ark., 1981) verilebilir.

Orta Pleyistosen ile başlayan şiddetli iklimsel salımlara ayak uyduramayan pek çok bitki türü çevre coğrafyalarda tamamen kaybolurken, Anadolu’da sığınak alanlara çekilmiş, alt tür, hibrit ya da endemik taksonlar üreterek değişimlere direnç göstermiş ve 9500 civarında tür ve üçte biri (~3500) endemik olan ~12500’e ulaşan alt türler, Türkiye florasının bugünkü zenginliğe ulaşmasına neden olmuştur. Doğu-Batı istikametinde uzanan ve Avrupa-Sibirya, Akdeniz ve İran-Turan fitocoğrafik bölgelerin ayrılmasında önemli etmen olan Toroslar ve Kuzey Anadolu dağlarındaki derin vadiler bitki türleri için göç yolları oluşturmuş ve farklı fitocoğrafik bölgelere bağlı elemanların karışarak çeşitlenmesiyle sonuçlanmıştır (Şekil 9 d-f).

Örneğin karasal iklim hüküm süren Eskişehir’e ~30 km uzaklıkta, denizden yüksekliği 250 m olan ve günümüzde pamuk tarımının yapıldığı Sakarya vadisinde Akdeniz ikliminin tipik taksonları *Olea europea*, *Phillyrea latifolia*, *Pistacia terebinthus*, *Pinus brutia* var. *agrophotii* (Mayer ve Aksoy, 1998; Yücel, 1997) Kuvaterner’in soğuk dönemlerinde göç ederek vadide yaşamlarını sürdüren kalıntı taksonlardır. Davis ve Hedge (1975) tarafından ‘Anadolu Çaprazı’ olarak adlandırılan, Gümüşhane’den başlayıp Amanos’lara uzanan hat (Şekil 9 a) önemli bir göç yolu olarak bilinir. KD-GB istikametinde, dar ve düz tanımlanan bu hat, Avrupa-Sibirya ile Akdeniz elemanlarının karışmasında önemli rol oynayan Fırat, Kızılırmak gibi vadileri kapsmalı, Hirkaniyen ve İran-Turan elemanlarının Anadolu’ya sokulmalarında da Aras ve Çoruh gibi vadilerin önemli rolü olmalıdır.

Teşekkür

‘Kuvaterner’ bilimi ile ilgili temel bilgiler ve bu çalışmada konu edilen Haliç (İstanbul) örnekleri Prof. Dr. Oğuz Erol’un, İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri Enstitüsü’de danışmanlığını yaptığı H.Kutluk’un Doktora tez çalışmasından alınmıştır. Hazar Gölü karot örnekleri Prof. Dr. Namık Çağatay (İ.T.Ü., Jeoloji Mühendisliği Bölümü) ve ekibi tarafından temin edilmiş, örneklerin hazırlanması ve incelenmesi Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri (#15030) tarafından sağlanan destekle gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesinde Prof. Dr.Oğuz Erol onuruna düzenlenen Kuvaterner Bilimleri Çalıştay’ında (10 Mayıs 2013) sözlü bildiri olarak sunulmuştur.



Şekil 9. Türkiye’de a: fitocoğrafik bölgeler; b: kare sisteminde bitki taksonları sayısı; c: endemik takson sayısı; d: Avrupa-Sibirya elemanları; e: Akdeniz elemanları; f: İran-Turan elemanları (Kutluk ve Aytuğ, 2004)

Figure 9. a: phytogeographical regions; b: number of plant taxa in the grid system; c: number of endemic taxa; d: number of Euro-Siberian elements; e: number of Mediterranean elements; f: number of Irano-Turanian elements in Turkey (Kutluk ve Aytuğ, 2004).

Kaynaklar

Akkiraz, M.S., Akgün, F., Örcen, S., Bruch, A.A. ve Mosbrugger, V., 2006. Stratigraphic and palaeoenvironmental significance of Bartonian/Priabonian (Middle/Late Eocene) microfossils from the Başçeşme Formation, Denizli Province, Western Anatolia. Turkish Journal of Earth Sciences, 15, 155-180

Angiosperm Phylogeny Group (APG III), 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III, Botanical Journal of the Linnean Society 161 (2), 105–121

Aytuğ, B., 1967. Konya-Süderde Dolayları Neolitik Çağ Florasının incelenmesi. (Etude de la flore de l’age Neolitique dans la region de Süderde (Sud-Quest de l’Anatolie)). Bulletin of Faculty of Forestry, İstanbul University, A, XVII (2), 1-13

Aytuğ, B., 1971. The Pollen Map of the region of İstanbul, Atlas des pollens des environs d’İstanbul. Faculty of Forestry Publication, İstanbul University 1650, 174, 327 s.

Aytuğ, B., Merve, N. ve Edis, G., 1975. Sürmene-Ağaçbaşı dolayları Ladin Ormanının tarihi ve geleceği. TÜBİTAK Tarım ve Ormanlık Araştırma Grubu, TOAG, 39, 1-64

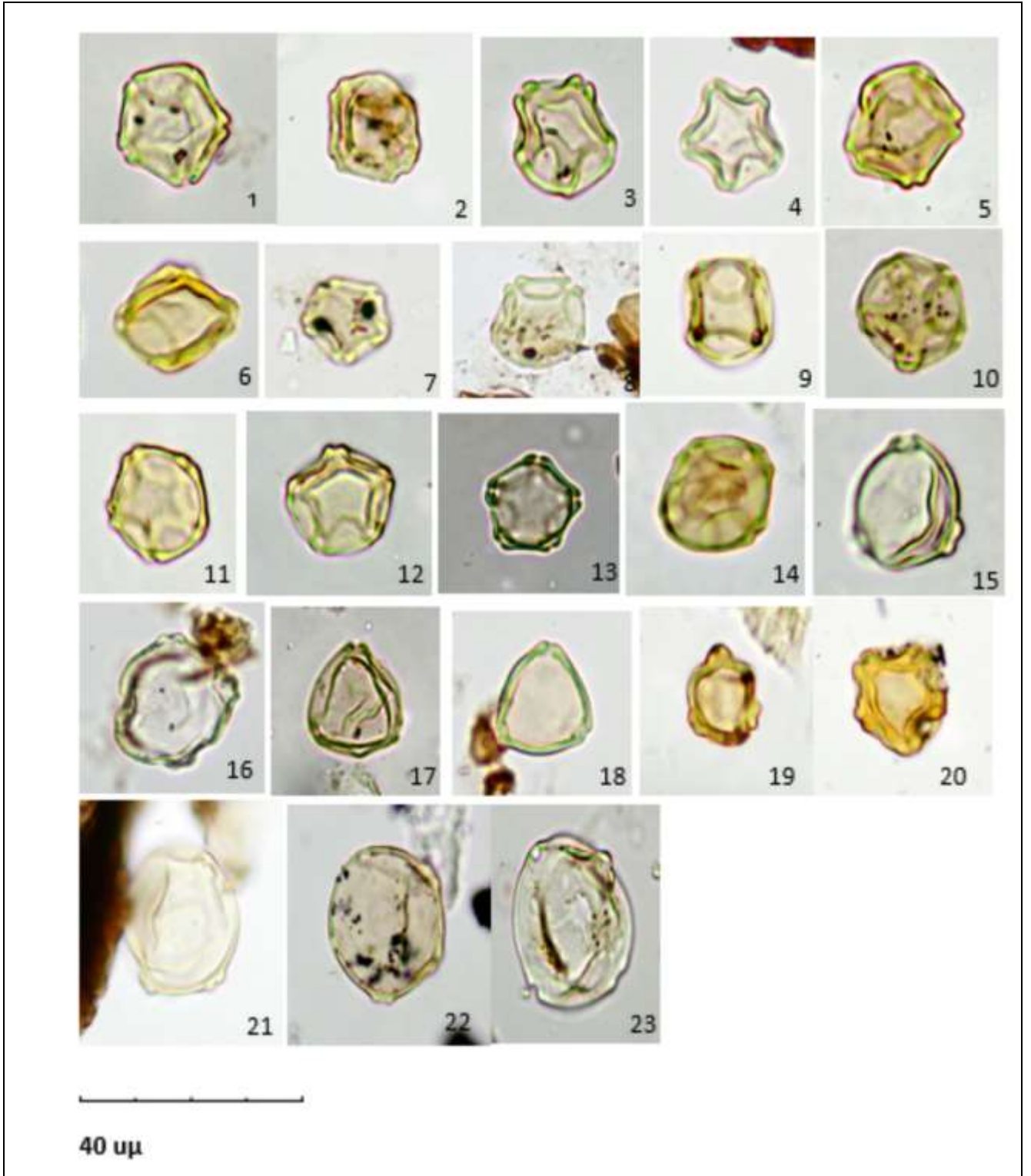
Benda, L., 1971. Grundzüge Einer Pollenanalytischen Gliederung des Türkischen Jungtertiar. Beihefte zum Geologischen Jahrbuch, Heft 113, 46 s.

Bottema, S., 1978. The late glacial in the eastern Mediterranean and the near East. (ed. W.C.Brice) Environmental History of the Near and Middle East since the Last Ice Age, 16-28

- Bottema, S., 1986. Late Quaternary and modern distribution of forest and some tree taxa in Turkey. Plant Life in South-West Asia. (ed. I.C. Hedge). Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, Section B (Biological Sciences), 89, 103-112
- Bottema, S. ve van Zeist, W., 1981. Palynological evidence for the climatic history of the near east, 50000-6000 B.P. Chronologie et organisation d l'espace depuis les origines jusqu'au VI e millenaire, Lyon. Colloque Internationaux du C.N.R.S., 598, 111-132
- Bottema, S. ve Woldring, H., 1984 (1986). Late Quaternary vegetation and climate of southwestern Turkey, Part II, Palaeohistoria, 26, 123-149
- Bottema, S. ve Woldring, H., 1990. Anthropogenic indicators in the pollen record of the Eastern Mediterranean. (eds. Bottema, S., Entjes-Nieborg, G., and Van Zeist, W.): Man's role in shaping of the eastern Mediterranean landscape. Proceedings of the INQUA/BAI Symposium on the impact of ancient man on the landscape of the Eastern Mediterranean region and the Near-East, Groningen/Netherlands/ (March 1989), 231-264
- Bottema, S., Woldring, H. ve Aytuğ, B., 1995. Late Quaternary vegetation history of Northern Turkey. Palaeohistoria. Acta et Communicationes Instituti Bio-Archeologici Universitatis Groninganae, 35/36(1993/1994). Balkema/Rotterdam/Brookfield. 72 s.
- Boydak, M., 1977. Eskişehir-Çatacık muntıkası ormanlarında Sarıçam'ın (*Pinus sylvestris* L.) tohum verimi üzerine araştırmalar. Faculty of Forestry, İstanbul University, 230 (2325), 193 p.
- Boydak, M., 1987. A new natural distribution of *Phoenix theophrasti* in Kumluca-Karagöz, Turkey. Bulletin of the Faculty of Forestry, İstanbul University, A 36 (1), 1-14
- Chen, Z. D., 1994. Phylogeny and phytogeography of the Betulaceae. Acta Phytotaxonomica Sinica, 32 (2), 101-153
- Chen, Z. D., Manchester, S. R. ve Sun, H. Y., 1999. Phylogeny and evolution of the Betulaceae as inferred from DNA sequences, morphology, and paleobotany. American Journal of Botany, 86 (8), 1168-1181
- Caner, H. ve Algan, O., 2002. Palynology of sapropelic layers from the Marmara Sea. Marine Geology 190, 35-46
- Davis, P.H. ve Hedge, I.C., 1975. The Flora of Turkey: past, present and future. Condollea, 30, 331-351
- Davis, P. H., Cullen, M. J. E. Coode, D. F., Chamberlain, D., Matthews, V. A., Kupicha, F. K., Paris, B. S., Edmondson, J. R., Mill, R. R., Tan, K., 1965-1985. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. 1-9, Edinburgh University Press, 6460 s.
- Eastwood, W.J., Roberts, N., Lamb, H.F. ve Tibby, J.C., 1999. Holocene environmental change in southwest Turkey: a palaeoecological record of lake and catchment-related changes. Quaternary Science Reviews 18, 671-695
- Efe, A., 1987. Studies on the morphological and palynological characteristics of *Liquidambar orientalis* Mill. İn Turkey. İ.Ü.Orman Fakültesi Dergisi, A, 37 (2), 273-286
- Emberger, 1952. Sur le Quotient pluviotermique. Comptes Rendus. Academy Sciences, Paris, 234, 2508-2510
- Emery-Barbier, A., Thiébaud, S., 2005. Preliminary conclusions on the Late Glacial vegetation in south-west Anatolia, Turkey: the complementary of palynological and anthracological approaches. Journal of Archaeological Science 32, 1232-1251
- Erol, O., 1979a. Dördüncü Çağ (Kuvaterner). A.Ü. Dil ve Tarih Coğrafiya Fakültesi Yayınları, 289, 68 s.
- Erol, O., 1979b. Türkiye'de Neojen ve Kuvaterner aşınım dönemleri, bu dönemlerin aşınım yüzeyleri ile yaşıtlar (korelan) tortullara göre belirlenmesi. Jeomorfoloji Dergisi, 8, 1-40
- Erol, O., 1981. Neotectonic and geomorphic evolution of Turkey. (ed: R.W.Fairbridge) Neotectonics Zeitschr.für.Geom. Suppl. Bd. 40, 193-211
- Euforgen, 2013. International Plant Genetic Resources Institute (Web Site), Rome, Italy
- Günal, N., 1997. Türkiye'de başlıca ağaç türlerinin coğrafi yayılışları, ekolojik ve floristik özellikleri. Çantay Kitabevi, İstanbul, 191 s.
- Hafner, F., 1965. Forstzeltung. Fachzeitschrift für das gesamte Forstwesen, Mitteilungsblatt der forstlichen Fachvereine und Standesorganisationen Österreichs, 76. Jahrgang, Folge 8, 2-8 (Çeviri: Baş, R., 1968. Son beş bin yıl içerisinde Anadolu'da orman durumu)
- Haldorsen, S., Akan, H., Çelik, B. ve Heun, M., 2011. The climate of the Younger Dryas as a boundary for Einkorn domestication. Vegetation History and Archaeobotany, 20, 305-318
- İnceoğlu, Ö. ve Pehlivan, S., 1987. İç Anadolu bölgesindeki Tuz Gölü Kuvaterner tabakalarında palinolojik bir araştırma. Doğa, Turkish Journal of Botany, 11 (1), 56-80
- Kajba, D. ve Gracan, J., 2008. Technical Guidelines for genetic conservation and use for Black Alder, *Alnus glutinosa*. EUFORGEN International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, 6 s.
- Kaplan, G. ve Örcen, S., 2011. Van Gölü kuzey havzasının Geç Holosen paleoflorası. Yerbilimleri, 32 (2), 139-150
- Kayacık, H., Aytuğ, B. ve Şanlı, I., 1981. La Trace des Perodes geologiques en Thrace. Revue de la Faculte des Sciences Forestieres de l'Universite D'İstanbul A. XXXI (1), 48-55
- Kerey, E., Meriç, E., Nazik, A., Tunoğlu, C., Avşar, N., Kapan-Yeşilyurt, S., Akgün, F., Uludağ, M., Agasi, N., Tıraş, M., Çil, E. and Akkiraz, M. S., 2004. The aspects of the Late Quaternary, Holocene setting belong to the eastern Gulf of İzmit, Adapazarı, the delta of Sakarya and their environments. Bulletin of Earth Sciences Application and Research Centre of Hacettepe University, 29, 55-76
- Knipping, M., Müllenhoff, M. ve Brückner, H., 2008. Human induced landscape changes around Bafa Gölü (western Turkey). Vegetation History Archaeobotany, 17, 365-380
- Kukla, G., 2005. Saalian supercycle, Mindel/Riss interglacial and Milankovitch's dating. Quaternary Science Reviews, 24, 1573-1583
- Kuprianova, L. A., 1965. The palynology of the Amentiferae. The Academy of Sciences of the U.S.S.R., The Komarov Botanical Institute, 214 s.
- Kutluk, H., Aytuğ, B., 2004. Plants of Turkey grid by grid. Birlik Offset Printing, Eskişehir, Turkey, 600 s.
- Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2013. <http://kurumsal.kulturturizm.gov.tr/turkiye/elazig/>
- Leopold, E.B., Birkebaka, J., Reinink-Smith, L., Jayachandara, A.P., Narváez, P. ve Zaborac-Reeda, S., 2012. Pollen morphology of the three subgenera of *Alnus*. Palynology, 36 (1), 131-151
- Mai, D. H., 1989. Development and regional differentiation of the European vegetation during the Tertiary. Plant Systematics and Evolution, 162, 79-91

- Mai, D.H., 1991. Paleofloristic changes in Europe and the confirmation of the Arctotertiary-Paleotropical geofloral concept. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 68, 29-36
- Mayer, H. ve Aksoy, H., 1998. Walder der Turkei. Publication of the Western Black Sea Forestry Research Institute, 1, 291 s.
- Muller, J., 1981. Fossil pollen records of extant Angiosperms I. *The Botanical Review*, 47 (1), 1-140
- M.T.A., 2013. Maden Tetkik ve Arama Genel Mudurluu Envanteri, www.mta.gov.tr
- Nakoman, E., 1968. Etude de la microflore des lignites d'Aaaçlı (İstanbul-Turquie). *Bulletin of Turkish Geological Society*, XI (1-2), 51-67
- Popescu, S., 2006. Late Miocene and early Pliocene environments in the southwestern Black Sea region from high-resolution palynology of DSDP Site 380A, Leg 42B. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 238, 64-77
- Postigo-Mijarra, J.M., Morla, C., Barron, E., Morales-Molino, C. ve Garca, S., 2010. Patterns of extinction and persistence of Arctotertiary flora in Iberia during the Quaternary. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 162, 416-426
- Roberts, N., 1982. Forest re-advance and the Anatolian Neolithic. *Aechnaeological aspects of woodland Ecology* (ed. M. Bell and S. Limbrey) *Symposia of the Association for Environmental Archaeology*, 2, B.A.R. International Series 146, 231-246
- Shumilovskikh, L.S., Tarasov, P., Arz, H.W., Fleitmann, D., Marret, F., Nowaczyk, N., Plessen, B., Schlutz, F. ve Behling, H., 2012. Vegetation and environmental dynamics in the southern Black Sea region since 18 kyr BP derived from the marine core 22-GC3. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 337, 338, 177-193
- Turner, R., Roberts, N., Eastwood, W.J., Jenkins, E. ve Rosen, A., 2010. Fire, climate and the origins of agriculture: micro-charcoal records of biomass burning during the last glacial interglacial transition in Southwest Asia, *Journal of Quaternary Science*, 25 (3), 371–386
- van Zeist, W. ve Bottema, S., 1991. Late Quaternary vegetation of the Near East. *Beihefte Zum Tubinger Atlas Des Vorderen Orients, Reihe A, Naturwissenschaften Nr.18. Dr.Ludwig Reichert Verlag, Wiesbaden.* 156 s.
- Wick, L., Lemcke, G. ve Sturm, M., 2003. Evidence of Lateglacial and Holocene climatic change and human impact in eastern Anatolia: high-resolution pollen, charcoal, isotopic and geochemical records from the laminated sediments of Lake Van, Turkey. *The Holocene*, 13 (5), 665-675
- Yaltırık, F., 1998. *Dendrology II. Angiospermae*. Faculty of Forestry Publication, İstanbul University, 4104, 256 s.
- Yılmaz, H., Akkemik, . ve Karagoz, Ő. 2013. Identification of plant figures on stone statues and sarcophaguses and their symbols: the Hellenistic and Roman periods of the eastern Mediterranean Basin in the İstanbul Archaeology Museum. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 13 (2), 135-145
- Yucel, E., 1997. *Pinus brutia* Ten. var. *agrophotii* Papaj.'nin yeni bir yayılıŐ alanı ve ekolojik ozelikleri, *The Karaca Arboretum Magazine Vol. IV, Part 1: 22-28.*

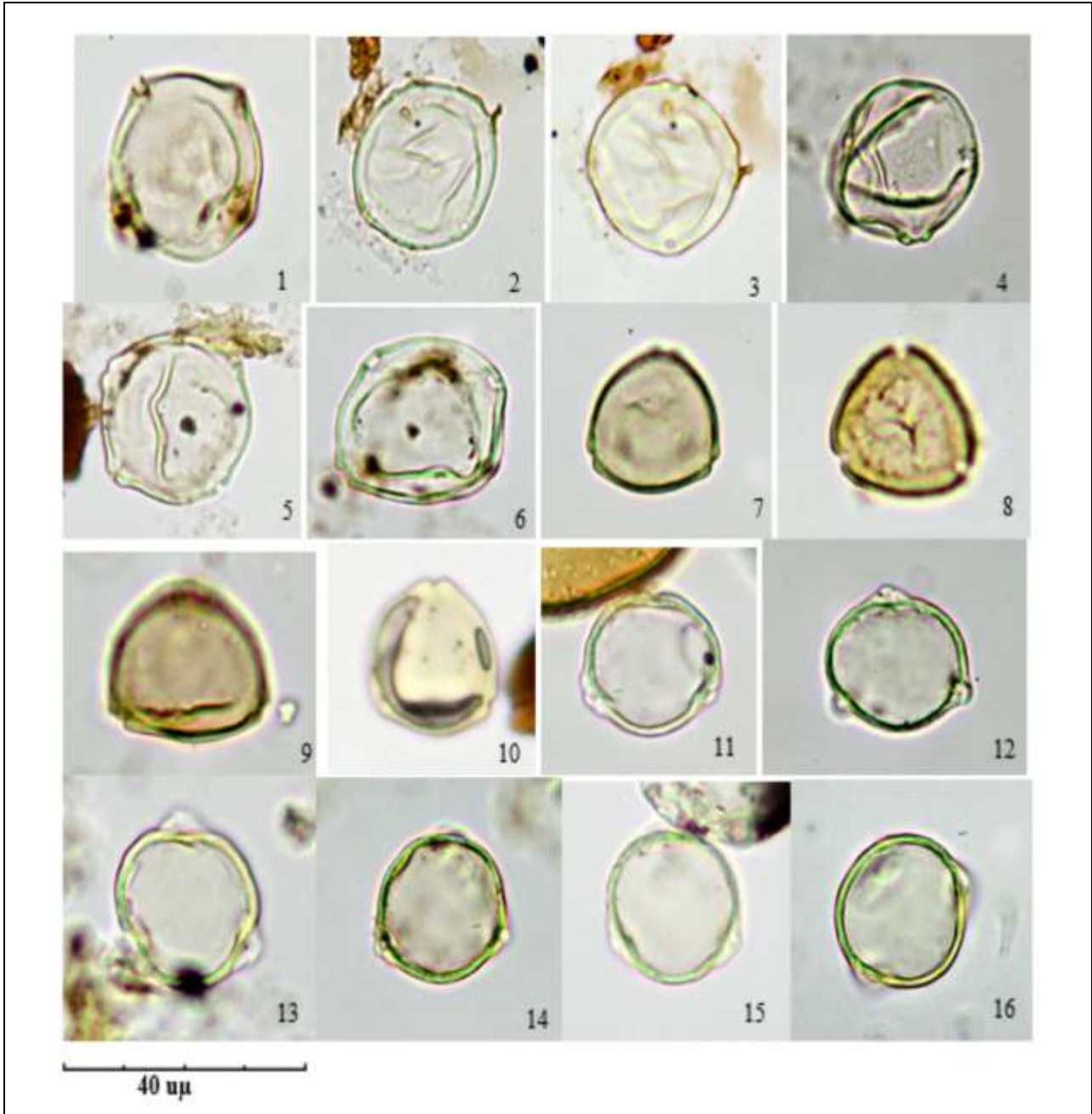
LEVHA I



Şekil 1-14: *Alnus* sp., 15-18: *Betula* sp., 19,20: *Ostrya* sp., 21-23: *Carpinus* sp.

(Şekil 1-23: Haliç örnekleri; 1: IV-13,1 m, 2: IV-8,1 m, 3: V-22,2 m, 4: IV-16,6 m, 5: V-22,2 m, 6: I-9,8 m, 7: V-16,8 m, 8: V-16,8 m, 9: V-30,6 m, 10: V-30,6 m, 11: V-34,8 m, 12: V-34,8 m, 13: V-15,8 m, 14: V-21,2 m, 15: V-30,6 m, 16: V-16,8 m, 17: V-30,6 m, 18: V-16,8 m, 19: VI-21,2 m, 20: VI-3,2 m, 21: IV-16,6 m, 22: IV-8,1 m, 23: V-16,8 m.)

LEVHA II



Şekil 1-6: *Carpinus* sp., 7-10: *Corylus* sp., 11-16: *Betula* sp.
(Şekil 1-10: Haliç örnekleri; Şekil 11-16: Hazar Gölü örnekleri; 1: V-13,2 m, 2: V-16,8 m, 3: V-16,8 m, 4: V-16,8 m, 5: V-16,8 m, 6: V-16,8 m, 7: V-26,6 m, 8: V-13,2 m, 9: V-9,9 m, 10: V-18,4 m, 11: 492 cm, 12: 2 cm, 13: 18 cm, 14: 18 cm, 15: 22 cm, 16: 60 cm)

LEVHA III



Şekil 1-12: *Betula* sp., 13, 14: *Carpinus* sp

(Şekil 1-14: Hazar Gölü örnekleri: 1: 107 cm, 2: 164 cm, 3: 107 cm, 4: 202 cm, 5: 247 cm, 6: 247 cm, 7: 247 cm, 8: 280 cm, 9: 280 cm, 10: 307 cm, 11: 280 cm, 12: 375 cm, 13: 477 cm, 14: 197 cm.)

(Received for publication 04 March 2014; The date of publication 15 April 2014)