

jeoloji haritasını yapmış ve formasyon olarak adlandırmışlardır. Daha sonra bölgenin jeolojisi, stratigrafisi ve tektoniğine yönelik yapılan çalışmaları da içeren Çankırı-Çorum Havzası stratigrafik korelasyon tablosu şekil 1'de verilmiştir. Havzadaki ilk formal adlandırma olması nedeniyle bu çalışmada Birgili vd. (1975) adlandırması kullanılmıştır.

ÇALIŞMA YÖNTEMİ

Çankırı il merkezi güneyinde, Süleymanlı Köyü'nün hemen arkasında Bayındır Formasyonu ile başlayan, Kızılırmak ve Bozkır Formasyonları ile devam eden ve toplam kalınlığı 175m olan bir ölçülü kesit boyunca palinolojik inceleme amaçlı örnekler alınmıştır (Şekil 2).

Örneklerin palinomorf içerikleri şekil 3'deki polen diyagramında gösterilmiştir. Paleoiklim ve paleo-ortam çalışmaları palinolojik analizler ile ostrakod verilerinin karşılaştırılması önemli bir yer tuttuğundan, palinolojik inceleme amaçlı alınan örneklerde ostrakod analizleri de gerçekleştirilmiştir. Örneklerin ostrakod içerikleri şekil 4'deki tabloda verilmiştir.

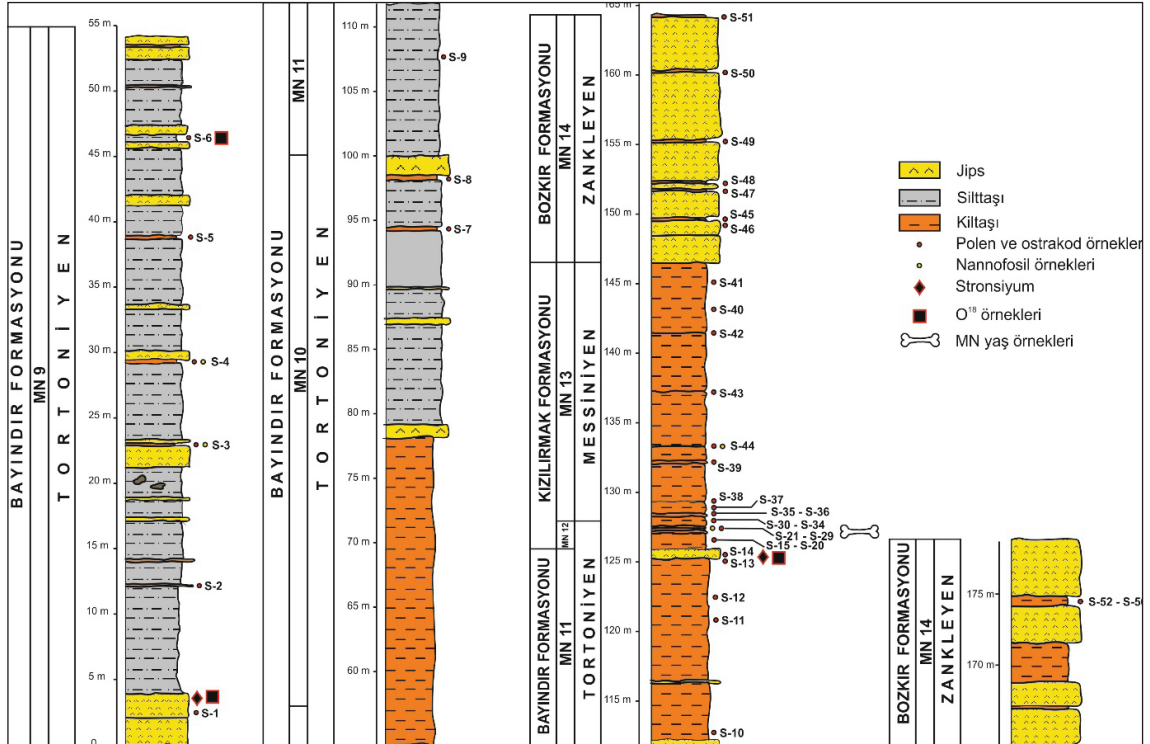
BULGULAR

Polen Zonları ve Vejetasyon Değişimi

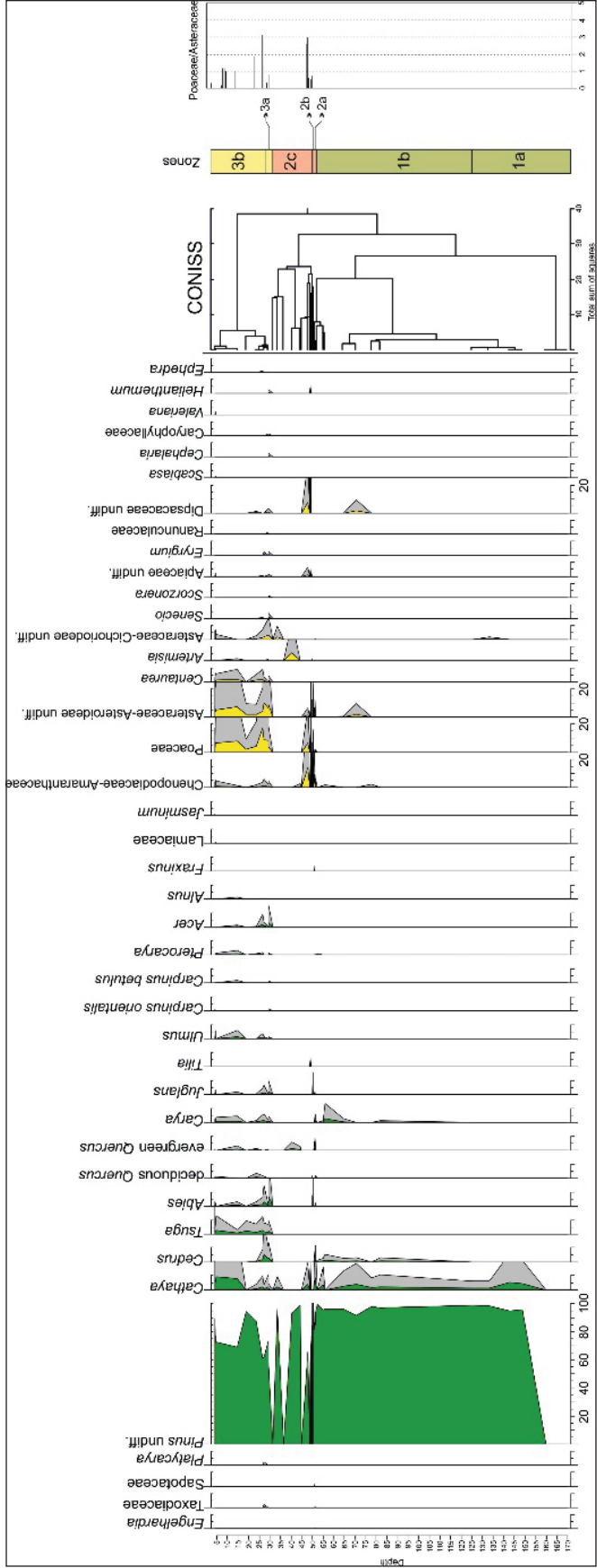
Süleymanlı ölçülü stratigrafi kesitinden tanımlanan palinomorflar ile çizilmiş olan palinolojik diyagram, polenlerdeki değişimler göz önüne alınarak ve CONISS (Grimm, 1987) programı kullanılarak üç zona ayrılmıştır (Şekil 3). Ayrıca bu zonlar içerisinde alt-zonlar tanımlanmıştır.

1a Zonu *Pinus* ve *Cathaya*'nın devamlı mevcudiyeti ve *Pinus*'un baskınlığı ile tanımlanmaktadır. 1b Zonu *Cedrus* ve *Carya*'nın ilk ortaya çıkışı ile 1a Zonundan ayrılır. Bu zonda *Pinus*'un baskınlığı, *Cathaya*'nın hemen hemen devamlı mevcudiyeti yanında otsul polenler *Chenopodiaceae*–*Amaranthaceae*, *Asteraceae*–*Asteroidae* and *Dipsacaceae* ile temsil edilmektedir.

2a Zonu *Cathaya* ve otsul bitkilerin yüzdelilerindeki artış ile ve termofil bitkilerin mevcudiyeti ile Zone 1'den ayrılmaktadır. *Taxodiaceae*, *Engelhardia* ve *Sapotaceae* ile temsil edilen termofil bitkiler %1'den daha düşük değerlere sahiptir. *Abies*, *Juglans*,



Şekil 2- Süleymanlı ölçülü stratigrafik kesiti.



Şekil 3- Süleymanlı ölçülü stratigrafik kesiti palinolojik diyagramı.

Taxodiaceae, Poaceae ve Asteraceae–Cichorioideae ilk kez bu zonda görülür. 2b Zonu çok düşük polen içeriği ile karakterize edilir ve *Pinus* baskın türdür. Bu zonda otsul bitkiler çok az sayıdaki Poaceae, Chenopodiaceae–Amaranthaceae ve Asteraceae–Asteroideae polenleri ile temsil edilir. Düşük polen içeriğine sahip olan 2c Zonu, otsul bitkilerin tür çeşitliliği ve sayısal bolluk değerlerindeki artış ile 2b Zonundan ayrılır.

3a Zonu başat tür *Pinus* yanında Poaceae ve Asteraceae – Asteroideae'nin baskınlığı ile karakterize edilir. Bu zon zengin polen içeriği ve çok sayıda yapraklı ağacın mevcudiyeti ile Zone 2'den ayrılır. 3a Zonu içerisinde *Cathaya*, *Tsuga*, *Abies* ve *Cedrus* yüzdelerinde dalgalanmalar görülürken *Acer*, *Platycarya*, Ranunculaceae, Caryophyllaceae, *Ephedra*, *Centaurea*, *Senecio*, *Scorzonera*, *Eryngium*, *Cephalaria* ve *Artemisia* ilk kez ortaya çıkar. 3b Zonu *Cedrus*, *Quercus*, ve *Acer*'in yok olması yanında yüksek yüzdelerle sahip *Cathaya* ve düşük yüzdelerle sahip *Abies* ile 3a Zonundan ayrılır. Bu zon başat tür *Pinus* yanında Poaceae ve Asteraceae–Asteroideae'nin baskınlığı ile karakterize edilir. 3b Zonu içerisinde *Cathaya* ve *Tsuga* yüzdelerinde dalgalanmalar görülürken *Alnus*, *Jasminum*, *Rosmarinus*, *Valeriana* ve tatlı su algisi *Concentricites* ilk kez ortaya çıkar.

Ostrakodlar

Süleymanlı ölçülü stratigrafi kesiti boyunca alınan ve incelenen örneklerden 31 tanesinde ostrakod faunasına rastlanmıştır. Elde edilen ostrakod fosillerinden 5 cinse ait 11 tanesi tür bazında tanımlanmış, 4 adedi ise cins düzeyinde bırakılmıştır. Böylece toplam 15 tür tanımlanmıştır. Bu türler; *Candona* (*Candona*) *decimai* Freels, *Candona* (*Candona*) *parallela pannonica* Zalanyi, *Candona* (*Caspiocypris*) cf. *pontica* Sockac, *Cyprideis anatolica* (Bassiouni), *Cyprideis seminulum* Reuss, *Cyprideis tuberculata* (Mehes), *Cyprideis pannonica* (Mehes), *Cyprideis torosa* (Jones), *Cyprideis trituberculata* Krstic, *Cyprideis* sp., *?Heterocypris* sp., *Ilyocypris gibba* Ramdohr, *Ilyocypris bradyi* Sars, *Ilyocypris* sp. ve *Limnocythere* sp. türleridir (Şekil 4).

TARTIŞMA

Geç Miyosen Vejetasyon Değişimleri

Bu dönem için *Pinus*'un baskın varlığı, orta-yükselti elemanlarının mevcudiyeti ve

otsul bitkilerin nadir bulunması karakteristiktir. Kozalaklı ağaçların polenleri, özellikle *Pinus*, sakkat polenlerin uzak mesafelere taşınabilme kapasitesinin fazlalığı nedeniyle (Suc ve Drivaliari, 1991) genellikle örneklerde bol bulunsa da, orta-yükselti (*Cathaya* ve *Cedrus*) ve yüksek-yükseltide (*Abies*) yetişen kozalaklı ağaçların dikkate değer oranlarda *Pinus*'a eşlik etmesi, ılıman bir kozalaklı ağaç ormanının varlığını göstermektedir.

Yaprak döken meşe (deciduous *Quercus*), her dem yeşil meşe (evergreen *Quercus*), *Carya*, *Pterocarya*, *Juglans* ve Tiliaceae gibi mezotermik elemanların tanımladığı kozalaklı ağaç ve yaprak döken ağaçlardan oluşan bir karışık orman Zone 2a'yı karakterize etmektedir. Aynı zamanda otsul bitkilerin yüzdelerindeki artış açık alan vejetasyonundaki genişlemeyi göstermektedir. Az miktarda olmakla birlikte mega-mezotermik bitkilerin (*Engelhardia*, Taxodiaceae, Sapotaceae) varlığı daha sıcak iklim koşullarının varlığına işaret etmektedir.

Zone 2b'de pek çok mega ve mezotermik bitki ile mezo-mikrotermik kozalaklı ağaçların yok oluşuyla kozalaklı ağaç ve yaprak döken ağaçlardan oluşan karışık orman büyük bir değişime uğramıştır. Otsul bitkilerdeki azalmaya rağmen açık alanlar yine mevcuttur. Aynı zamanda *Pinus* daha düşük yüzdelerle temsil edilmektedir. Bu zonda toplam polen sayısı az olmakla birlikte tüm polenler çok iyi korunmuş durumdadır. Bu da, polenlerin seyrek olmasının nedeninin uygun olmayan korunma koşullarından ziyade az sayıda otsul bitkinin yaşamasına izin veren ve neredeyse tüm ağaçların yok olmasına neden olan iklimsel koşullar olduğunu göstermektedir.

Daha sonra, Zone 2c'de açık alanlar Dipsacaceae, Chenopodiaceae–Amaranthaceae, Poaceae ve Asteraceae ile kaplanmıştır. İlk iki otsul bitki ailesinin varlığı ve göreceli bolluğu kurak koşulların varlığına işaret edebilmektedir.

Pliyosen Vejetasyon Değişimleri

Pliyosen'in başlamasıyla Süleymanlı florasında ani bir zenginleşme görülmektedir. Yüksek ve orta-yükselti kozalaklı ağaçlarındaki ani çoğalma ve pek çok yaprak-döken ağaç türü ile otsul bitki türlerinin floradaki mevcudiyeti, karasal polen kayıtları ile ortaya koyulan Avrupa paleovejetasyonu ile uyum içerisindedir

(Suc, 1984; Popescu, 2001, 2006; Popescu vd., 2006a, 2006b).

Günümüzde kuzeydoğu Asya'da nemli, ılıman koşullarda ve ortalama sıcaklıklarda 2000-3500 m rakımda yaşayan *Tsuga*'nın (Farjon, 1990), incelenen örneklerde Pliyosen başlangıcında ortaya çıkışı ve Pliyosen boyunca devamlı mevcudiyeti bu dönemde Çankırı Havzasında ılıman koşulların varlığına işaret etmektedir. Kış sıcaklıklarına karşı çok duyarlı olan *Tsuga* (An, 2014), kozalaklı ağaçlar içerisinde yaz kuraklıklarına karşı en dayanıksız olan cinstir (Farjon, 1990). Pliyosen döneminde *Tsuga*'nın dalgalanan (fluctuating) yüzdelerle varlığı sıcaklık değişimlerini yansıtmaktadır.

Paleoiklim

Süleymanlı ölçülü stratigrafik kesitinde incelenen örneklerde tanımlanan bitkilerin güncel ekolojik ve iklimsel gereksinimleri göz önüne alınarak sentetik bir polen diyagramı çizilmiştir (Şekil 5). Bu diyagramda, bitkilerin ekolojilerine dayanarak gruplandırma aşağıdaki şekilde yapılmıştır (Fauquette vd., 2006; Jimenez-Moreno, 2006).

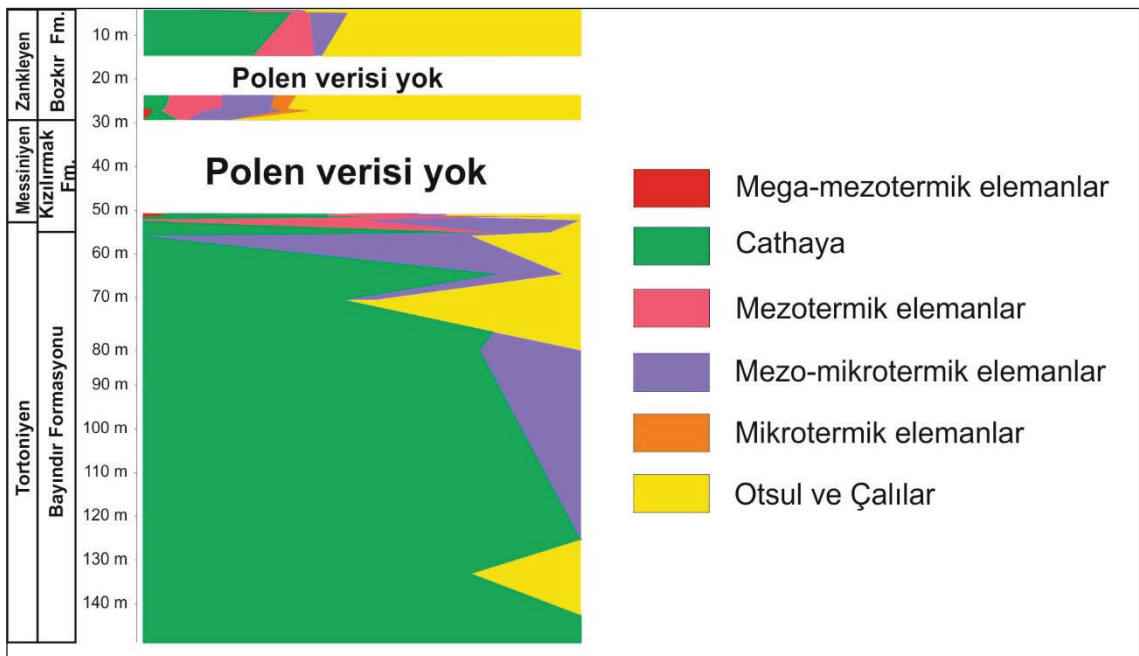
1. Mega-mezotermik elemanlar (Taxodiaceae, *Engelhardia*, Sapotaceae, *Platcarya*)
2. *Cathaya*
3. Mezotermik elemanlar (deciduous *Quercus*,

Carya, *Pterocarya*, *Carpinus*, *Juglans*, *Ulmus*/*Zelkova*, *Fraxinus*, Tiliaceae, *Acer*, *Alnus*, *Fagus*, Oleaceae, *Castanea*–*Castanopsis* type)

4. *Pinus* ve kötü korunmuş Pinaceae
5. Mezo-mikrotermik elemanlar (*Cedrus*, *Tsuga*)
6. Mikrotermik elemanlar (*Abies*, *Picea*)
7. Akdeniz kserofitleri (evergreen *Quercus*, *Olea*)
8. Otsul ve çalılık bitkiler (Poaceae, Asteraceae/Asteroideae, Brassicaceae, Apiaceae, Amaranthaceae/ Chenopodiaceae, Dipsacaceae, Valerianaceae, Caryophyllaceae, *Ephedra*, *Artemisia*, *Centaurea*, *Helianthemum*, *Jasminum*, Scrophulariaceae).

Wick (2000) karasal bitki ekosistemlerinin değişen çevresel koşullardan çok net etkilendiğini ve en küçük iklim değişikliklerinin polen kayıtlarında, diğer tüm verilerden farklı olarak, çok belirgin olduğunu göstermiştir. Buradan hareketle, Çankırı Havzası örneklerinde pek çok mezotermik ve mezo-mikrotermik bitki türünün bulunması çökelme döneminde ılıman iklim koşullarının mevcudiyetini göstermektedir.

Pinus ve *Cedrus*'un birlikte bulunması yüksek yağış mevcudiyetini gösterir (Van Hove, 2000). Buradan hareketle incelenen örneklerin bazılarında *Cedrus* ve *Pinus*'un birlikte görülmesi ancak bazılarında *Cedrus*'un

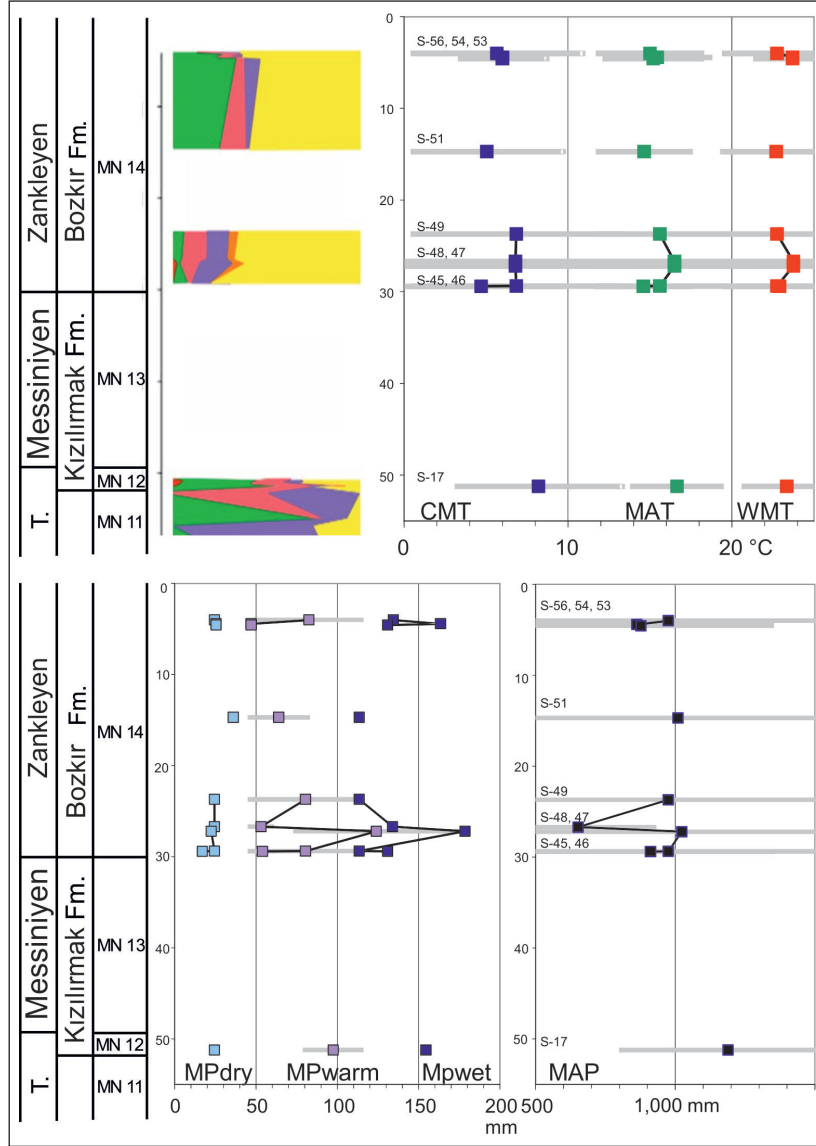


Şekil 5- Süleymanlı ölçülü stratigrafik kesiti örneklerinin sentetik polen diyagramı.

bulunmaması ortam nemliliğindeki değişimleri yansıtmaktadır.

Günümüzde Poaceae daha nemli şartlarda yaşarken Asteraceae kurak alanlarda görülmektedir ve buradan hareketle polen diyagramlarında Poaceae/Asteraceae oranı bir iklim indisi olarak kullanılabilir (Popescu, 2006). Bu indis kullanılarak, incelenen Çankırı örneklerinde Pliosen döneminde nemlilik koşullarının değişiklikler gösterdiği görülmektedir.

Nicel paleoklim parametreleri elde etmek için, Süleymanlı ölçülü stratigrafik kesitinden elde edilen palinolojik veriler bir arada olma yaklaşımı (Coexistence Approach Method; Mosbrugger ve Utescher, 1997) yöntemi ile incelenmiştir (Şekil 6). Elde edilen sonuçlara göre geç Tortoniyen'de Çankırı Havzasında, Köppen iklim sınıflandırmasında, C iklim tipine karşılık gelen (Kottek vd., 2006), ılıman (MAT ~14–20 °C) ve nemli (MAP ~800–1600 mm) iklim koşulları mevcut olmuştur. Bazı örneklerde MPdry değerinin 60 mm olması



Şekil 6- Bir arada olma yaklaşımı (Coexistence Approach Method) ile elde edilen Süleymanlı ölçülü stratigrafik kesiti iklim kayıtları. Gri bantlar: coexistence aralıkları, kareler: ortalama değerler, MAT: yıllık ortalama sıcaklık, MAP: yıllık ortalama yağış, CMT: en soğuk ayın sıcaklığı, WMT: en sıcak ayın sıcaklığı, MPdry: en kurak ayın ortalama yağışı, MPwet: en yağışlı ayın ortalama yağışı, MPwarm: en ılıman ayın ortalama yağışı.

çökme sırasında bir kurak dönemin varlığını gösterirken en ılıman ayın yağış değerlerinin göreceli yüksek oluşu yaz kuraklıklarının yaşanmadığına işaret etmektedir.

Bir arada olma yaklaşımı (Coexistence Approach Method) ile ortaya koyulan erken Pliyosen'de, Miyosen dönemine göre göreceli, kurak koşulların varlığı yağıştaki azalmaya bağlı olarak gelişen palinomorflardaki otsul formların yüksek bolluğu ile uyum içerisindedir. Pliyosen döneminde Çankırı Havzasındaki sıcaklıklar, günümüzden en azından 2–3 °C daha yüksektir ve bu değerler küresel ılıman koşullar ile uyum içerisindedir (Mosbrugger vd., 2005). Geç Tortoniyen günümüzden daha nemli iken (MAP ~500mm), Pliyosendeki şartlar günümüz yağış rejimi ile aynı olmalıdır.

Tuzluluk Değişimleri

Tanımlanan ostrakod faunası baskın olarak *Cyprideis*, *Candona* ve *Ilyocypris* cinslerinden oluşmakta ve bu cinsler euryhalin ve tatlı su karakterlerini yansıtmaktadır (Morkhoven 1963). Meisch 2000 yılındaki araştırmasında özellikle *Cyprideis torosa* Jones'nın %1 ile %40 arasındaki tuzlulukta yaşam ortamı bulabileceği fakat baskın olarak %2–5 %16.5 arası tuzluluklardaki gölcük, lagün, delta ve tuz göllerinde yaşadığından bahsetmiştir. Bununla birlikte *Cyprideis* türleri ile *Ilyocypris* türlerinin birlikte bulunması ile tuzluluk %5 civarını (oligohalin) aşmaz (Meisch, 2000; Nazik vd., 2008). Ayrıca *Candona* türleri ise başlıca tatlı su ortamını karakterize etmesine rağmen bazı türleri oligohalinden meiomesohalin ortamlara da uyum sağlamıştır (Morkhoven, 1963). Bu bilgiler S-36, S-37 örneklerinin *Ilyocypris* içermesi ile bu örnek alanının tuzluluğunun düşük olduğunu kanıtlar (Şekil 4).

SONUÇLAR

1. İncelenen örneklerde tanımlanan palinoflora, Çankırı Havzasında Geç Miyosen'de bir çam ormanının varlığını göstermektedir.

2. Tortoniyen sonlarında (MN 12) havzada mega-mezotermik vejetasyon mevcuttur ve bir arada olma yaklaşımı (Coexistence Approach Method) verileri nemli, ılıman iklim koşullarının mevcudiyetini göstermektedir.

3. Pliyosen başlarında, geniş yapraklı ağaçlar ve orman altı bitki örtüsü olarak otsul bitkilerdeki (Poaceae ve Asteraceae) belirgin artışla, vejetasyon karışık orman şekline dönüşmüştür. Havzada pek çok mezotermik ve mezo-mikrotermik bitki türünün varlığı ve bir arada olma yaklaşımı (Coexistence Approach Method) analizleri ile elde edilen sayısal veriler, iklimsel koşulların günümüzden daha ılıman olduğunu göstermektedir.

4. Pliyosen içerisinde, geç Tortoniyen'e kıyasla, oldukça kurak dönemlerin var olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, *Tsuga* bolluğundaki değişimler ve bir arada olma yaklaşımı (Coexistence Approach Method) bulguları Pliyosen'de dögüsel yağış değişikliklerinin varlığına işaret etmektedir.

5. İncelenen örneklerde tanımlanan ostrakod türleri, Bayındır ve Kızılırmak formasyonları'nın çökme sürecinde havzada baskın olarak tatlı su ve acı su ortamlarının hüküm sürdüğünü göstermektedir. Ayrıca örneklerin çökme sırasında pek çok kez tuzluluk değerlerinde değişiklikler olmuştur.

DEĞİNİLEN BELGELER

Akyürek, B., Bilginer, E., Çatal, E., Dağ, Z., Soy-sal, Y., Sunu, O. 1980. Eldivan-Şabanözü (Çankırı) Hasayaz-Çandır (Kalecik-Ankara) dolayının jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No : 6741, Ankara (yayımlanmamış).

An, Z. 2014. Late Cenozoic climate change in Asia: Developments in Palaeoenvironmental Research 16. Springer, Netherlands.

Aziz, A.D. 1973. İskilip civarı ile güney ve güneybatısının detay jeolojisi ve petrol olanakları. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No : 6132, Ankara (yayımlanmamış).

Birgili, Ş., Yoldaş, R., Ünal, G. 1975. Çankırı-Çorum Havzası'nın jeolojisi ve petrol olanakları. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No : 5621, Ankara (yayımlanmamış).

Farjon, A. 1990. Pinaceae, drawings and descriptions of the genera. Regnum Vegetabile 121, Koeltz Scientific Books, 330p.

- Fauquette, S., Suc, J.-P., Bertini, A., Popescu, S.-M., Warny, S., Taoufiq, N.B., Villa, M.-J.P., Chikhi, H., Feddi, N., Subally, D., Clauzon, G., Ferrier, J. 2006. How much did climate force the Messinian salinity crisis? Quantified climatic conditions from pollen records in the Mediterranean region. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology* 238 (1-4), 281–301.
- Grimm, E.C. 1987. CONISS: a FORTRAN 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares. *Computer Geoscience* 13, 13–35.
- Hakyemez, Y., Barkurt, M. Y., Bilginer, E., Pehlivan, Ş., Can, B., Dağar, Z., Sözeri, B. 1986. Yapraklı-Ilgaz-Çankırı-Çandır dolayının jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No : 7966, Ankara (yayımlanmamış).
- Jiménez-Moreno, G. 2006. Progressive substitution of a subtropical forest for a temperate one during the middle Miocene climate cooling in central Europe according to palynological data from cores Tengelic-2 and Hidas-53 (Pannonian Basin, Hungary). *Review of Palaeobotany and Palynology* 142, 1–14.
- Karadenizli, L. 2011. Oligocene to Pliocene palaeogeographic evolution of the Çankırı-Çorum Basin, Central Anatolia, Turkey. *Sedimentary Geology* 237, 1-29.
- Kaymakçı, N. 2000. Tectono-stratigraphical evolution of the Çankırı Basin (Central Anatolia, Turkey) Ph.D. thesis *Geologica Ultraiectina*, No. 190. Utrecht University, The Netherlands (247p.).
- Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., Rubel, F. 2006. World Map of the Köppen–Geiger climate classification updated. *Meteorol. Z.* 15, 259–263.
- Meisch, C. 2000. Freshwater Ostracoda of Western and Central Europe. *Suswasserfauna von Mitteleuropa* 8/3. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- Morkhoven, F. P. M. van. 1963. Post Paleozoic Ostracoda. Elsevier, 244 s.
- Mosbrugger, V., Utescher, T. 1997. The coexistence approach — a method for quantitative reconstructions of Tertiary terrestrial palaeoclimate data using plant fossils. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology* 134, 61–86.
- Mosbrugger, V., Utescher, T., Dilcher, D. 2005. Cenozoic continental climatic evolution of Central Europe. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 102 (42), 14964–14969.
- Nazik, A., Türkmen, İ., Koç, C., Aksoy, E., Avşar, N., Yayık H. 2008. Fresh and Brackish Water Ostracods of Upper Miocene Deposits, Arguvan/Malatya (Eastern Anatolia). *Turkish Journal of Earth Sciences* 17, 481–495.
- Popescu, S.M. 2001. Repetitive changes in Early Pliocene vegetation revealed by high-resolution pollen analysis: revised cyclostratigraphy. *Review of Palaeobotany and Palynology* 120 (3), 181–202.
- Popescu, S. M. 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 (1-4), 64–77.
- Popescu, S. M., Krijgsman, W., Suc, J.-P., Clauzon, G., Marunteanu, M., Nica, T. 2006a. Pollen record and integrated high-resolution chronology of the early Pliocene Dacic Basin (southwestern Romania). *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology* 238 (1-4), 78–90.
- Popescu, S. M., Suc, J. P., Loutre, M. F. 2006b. Early Pliocene vegetation changes forced by eccentricity precession. Example from Southwestern Romania. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology* 238 (1-4), 340–348.
- Sevin, M., Uğuz, M. F. 2011. 1:100 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları No.147, Çankırı-G31 paftası, Ankara.
- Suc, J. P. 1984. Origin and evolution of the Mediterranean vegetation and climate in Europe. *Nature* 307, 429–432.
- Suc, J. P., Drivaliari, A. 1991. Transport of bisaccate coniferous fossil pollen grains to coastal sediments: an example from the earliest Plio-

cene orb Ria (Languedoc, Southern France).
Review of Palaeobotany and Palynology 70,
247–253.

Van Hove, M.K. 2000. Cyclic changes in the late
Neogene vegetation of northern Greece. LPP
Contribution Series No. 12, Utrecht (131pp.).

Wick, L. 2000. Vegetational response to climatic changes recorded in Swiss Late Glacial lake sediments. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology* 159, 231–250.