

Van Gölü Kuzey Havzasının Geç Holosen Paleoflorası

Late Holocene Paleoflora of Lake Van Northern Basin

*Güldem KAPLAN¹, Sefer ÖRÇEN²

¹Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 65080 Van

²Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 65080 Van

Geliş (received) : 03 Mayıs (May) 2011

Kabul (accepted) : 30 Haziran (June) 2011

ÖZ

Van Gölü Kuzey Havzasının taban çökellerinin paleoflora yapılandırması polen analizine dayanmaktadır ve bu çalışmanın temelini oluşturmaktadır. Tortullar 247 m su derinliğinden ve sondajlama yöntemi kullanılarak 5 ayrı parça halinde alınmıştır ve toplam olarak 5 metrelik istifi kapsamaktadır. Çalışılan istifin yaşlandırılması için, Van Gölü'nün farklı havzalarından elde edilmiş önceki çalışmalara ait, göreceli yaş verileri bulunan, polen diyagramlarındaki değişimler ile karşılaştırmalar yapılmıştır. Buna göre, çalışılan istifin varv sayımına dayalı değişebilir yaşı günümüzden önce yaklaşık olarak 4000 yıldır. Palinolojik inceleme sonuçları, otsul polen (NAP) yüzdelerinin odunsu (AP) polen yüzdelerinden daha yüksek olduğunu göstermektedir. Juglans ve Cerealia-tip gibi bazı polen tanelerinin başlangıç seviyeleri ve artışlarına göre üç polen zonu ayırt edilmiştir. Palinolojik içerik, son 4000 yıldır Van Gölü Kuzey Havzası çevresinde Zon1 ve Zon2 için step, Zon3 için antropojenik step varlığına işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Holosen Palinolojisi, Paleoflora, Van Gölü Kuzey Havzası

ABSTRACT

Paleoflora reconstruction mainly based on pollen analysis of bottom sediments of Lake Van Northern Basin is the purpose of the study. The sediments were taken as 5 parts which covers totally 5 meters sequence by drilling method at water depth of 247 meters. To date the sequence, we compared the previous pollen diagrams of studies made in different basins of the bottom of Lake Van which have relative dating data. According to this, tentative time scale in the basis of varve chronology of the sequence covers about last 4000 years. Palynological results represent higher percentages of nonarboreal pollen (NAP) grains than arboreal pollen (AP) grains. Three pollen zones have been distinguished according to the onset and increase of several pollen curves such as Juglans and Cerealia-type. Palynological content indicates steppe for the Zone1 and Zone2 and anthropogenic steppe for the Zone3 around Lake Van Northern Basin for the last 4000 years.

Key Words: Holocene Palynology, Paleoflora, Lake Van Northern Basin

GİRİŞ

Van Gölü Türkiye'nin doğusunda yer almaktadır ve ülkenin en büyük gölüdür (Şekil 1). Maksimum derinliği 460 m, hacmi 607 km³ ve yüzey alanı 3570 km² (Litt vd., 2009). Van Gölü'nün batı, kuzey ve kuzeybatı kısımları ağırlıklı olarak Nemrut, Süphan, Tendürek, Etrüsk ve Girrekol volkanlarına ait volkanik ve volkanoklastik kayalar ile örtülüdür (Keskin, 2003; Özdemir vd., 2006; Oyan vd., 2011; Şengör vd., 2008). Gölün güney kısmında, Bitlis Masifine ait metamorfikler (Tolluoğlu, 1981; Şengün, 1984, Göncüoğlu ve Turhan, 1985; Oyan ve Tolluoğlu, 2005), doğu kısımda ise ofiyolitik melanj ve sedimanter kayalar yer almaktadır (Schwiezer, 1975; Valetton, 1978; Acarlar vd., 1991; Kempe vd., 2002) (Şekil 2).

Van Gölü taban çökelleri üzerinde yapılan önceki palinolojik çalışmalar Van Gölü'nün Tatvan Havzası ve Ahlat Sırtı kesimlerinde gerçekleştirilmiştir (van Zeist ve Woldring, 1978; Wick vd., 2003; Litt vd., 2009). Ahlat Sırtı polen analizi yaşlandırması varv sayımına dayalıdır ve günümüzden önce yaklaşık olarak 20000 yılı kapsamaktadır. Araştırmacılar Holosen öncesi döneme ait soğuk ve kurak bir iklim ile Chenopodiaceae ve *Artemisia* baskın yarı çöl step vejetasyonu tanımlamışlardır. Tatvan Havzası polen verilerinin varv sayımına dayalı yaşı günümüzden önce yaklaşık olarak 12700 olarak belirlenmiştir ve Holosen öncesi hakim paleoflorası Chenopodiaceae, *Artemisia* baskın yarı çöl step vejetasyonu olarak tanımlanmıştır (Wick vd., 2003). Van Gölü'nün Kuzey Havzası kesiminde daha önceden yapılmış bir palinolojik çalışma bulunmaması, bu çalışmanın yapılması ile beraber Van Gölü'nün tüm havzalarının polen profilinin ortaya konması için bir neden teşkil etmiştir.

Göl tabanı çökellerinde yapılan çalışmalar jeofizik, limnolojik, hidrolojik çalışmaları da kapsamaktadır (Degens ve Kurtman, 1978; Kipfer vd., 1994; Lemcke, 1996; Landmann vd., 1996a; Landmann vd., 1996b; Lemcke ve Sturm, 1997; Wick vd., 2003; Litt vd., 2009). Van Gölü tabanında yapılan sismik araştırma verileri taban sedimanlarının çoğunlukla laminalanmalı olduğunu göstermiştir (Litt ve ark., 2009). Sismik araştırma sonuçlarına göre profiler belirlenmiş ve o lokasyonlarda sondajlama

işlemi gerçekleştirilmiştir (Litt vd., 2009). Van Gölü'nden elde edilen taban çökellerinin yaşlandırılması için varv kronolojisi yöntemi kullanılmıştır (Kempe ve Degens, 1978; Landmann vd., 1996b; Wick vd., 2003; Litt vd., 2009). Bu çalışmada elde edilen polen diyagramının yaşlandırılması için bu yaş verilerinden faydalanılmıştır.

Bu çalışmada Van Gölü Kuzey Havzasının tabanında yer alan 5 metrelik istifin palinolojisi ve palinozonasyon ile Geç Holosen boyunca flora değişimlerinin tanımlanması amaçlanmıştır.

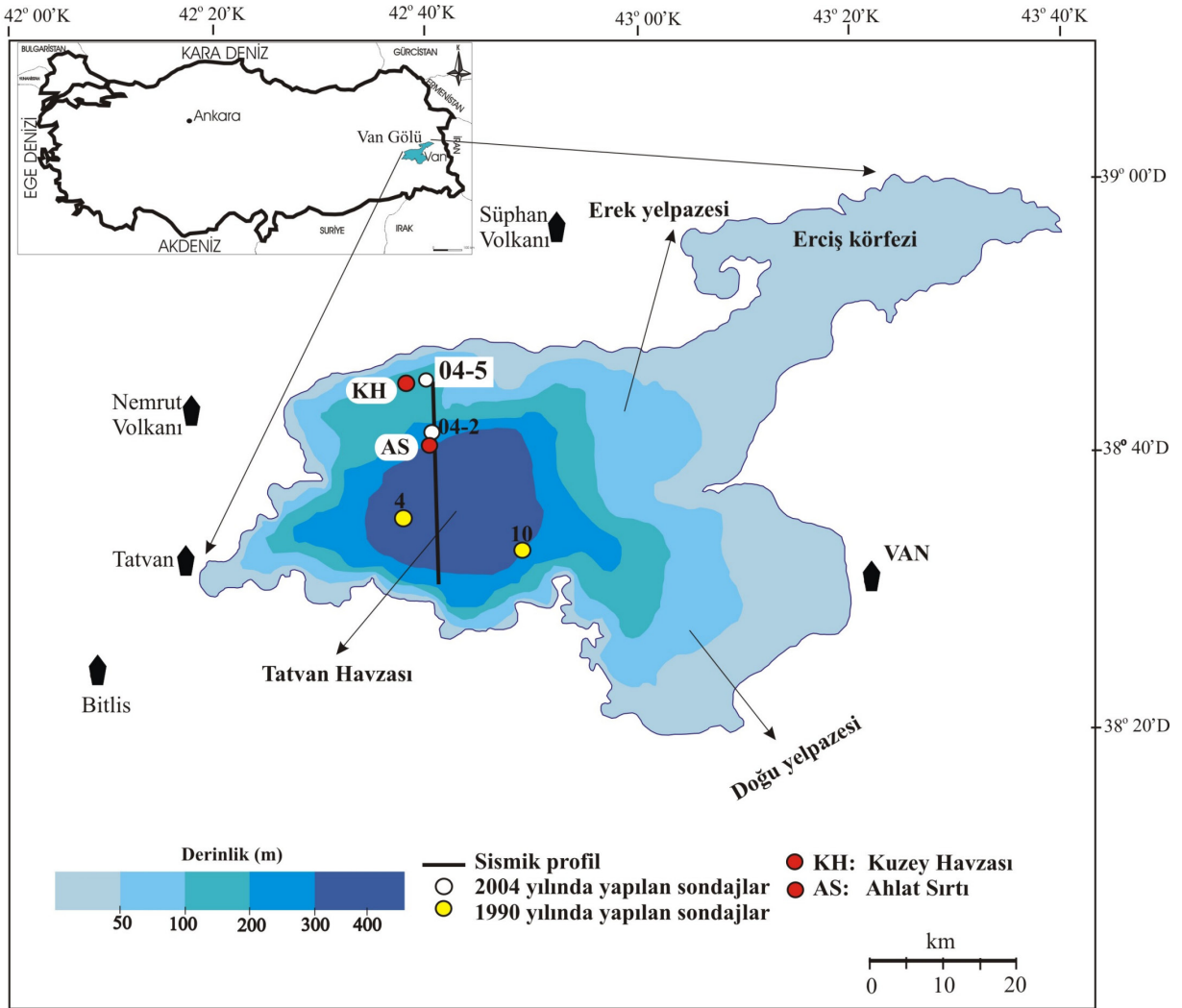
MATERYAL ve YÖNTEM

Kuzey Havzasının tabanından sondaj yöntemi ile alınan tortullar ve bu tortulların içerdiği fosil polenler çalışmanın materyalini oluşturmaktadır.

Göl tabanından örnek alınmadan önce, örnek alınacak en uygun lokasyonların belirlenebilmesi için jeofizik analizler yapılmıştır (Litt vd., 2009). Jeofizik araştırma sonuçlarına göre yıllık tortulaşmanın en iyi gözlemlendiği bölgeler baz alınarak belli lokasyonlarda sondaj işlemi gerçekleştirilmiştir (Litt vd., 2009) (Şekil 1).

Örnekler 2004 yılında Kullenberg piston sondajlama (Kelts vd., 1986) yöntemi ile alınmıştır. Van 04-5 sondajı örnekleri 5 parça halinde ve toplam olarak 4493 mm uzunluğundadır. Karotlardan örnek alma ve hazırlama çalışmalarının tamamı ve palinolojik çalışmaların bir bölümü Bonn Üniversitesi Paleontoloji Enstitüsü'nde (Almanya) gerçekleştirilmiştir. Polen analizi yapmak için kullanılan hazırlama yöntemi, Faegri ve Iversen (1989) tarafından tanımlanan, polen analizlerinde standart olarak kullanılan ve uluslararası geçerliliği olan asetoliz yöntemidir. Örnekler sırasıyla, %10'luk hidroklorik asit ve %10'luk potasyum hidroksit ile işleme tabi tutulduktan sonra kalan malzeme 200 mikronluk elekten süzülmüştür. Ardından %40'luk hidroklorik asit ve sonra %10'luk hidroklorik asit ile yıkanmıştır. Daha sonra, % 96'luk sülfürik asit ve % 99'luk asetik asit anhidrit karıştırılarak asetoliz sıvısı hazırlanmış ve örnekler bu sıvı ile yıkanmıştır. Son olarak örnekler 10 mikron ultrasonik elekten geçirilmiştir.

Polen analizi için Van 04-5 sondajından 48 adet örnek alınmış ve bu örnekler üzerinde polen



Şekil 1. Çalışma alanı; Van Gölü havza tanımlamaları, sismik profil ve Van 04-5 sondajının konumu (Litt vd., 2009'dan düzenlenerek alınmıştır).

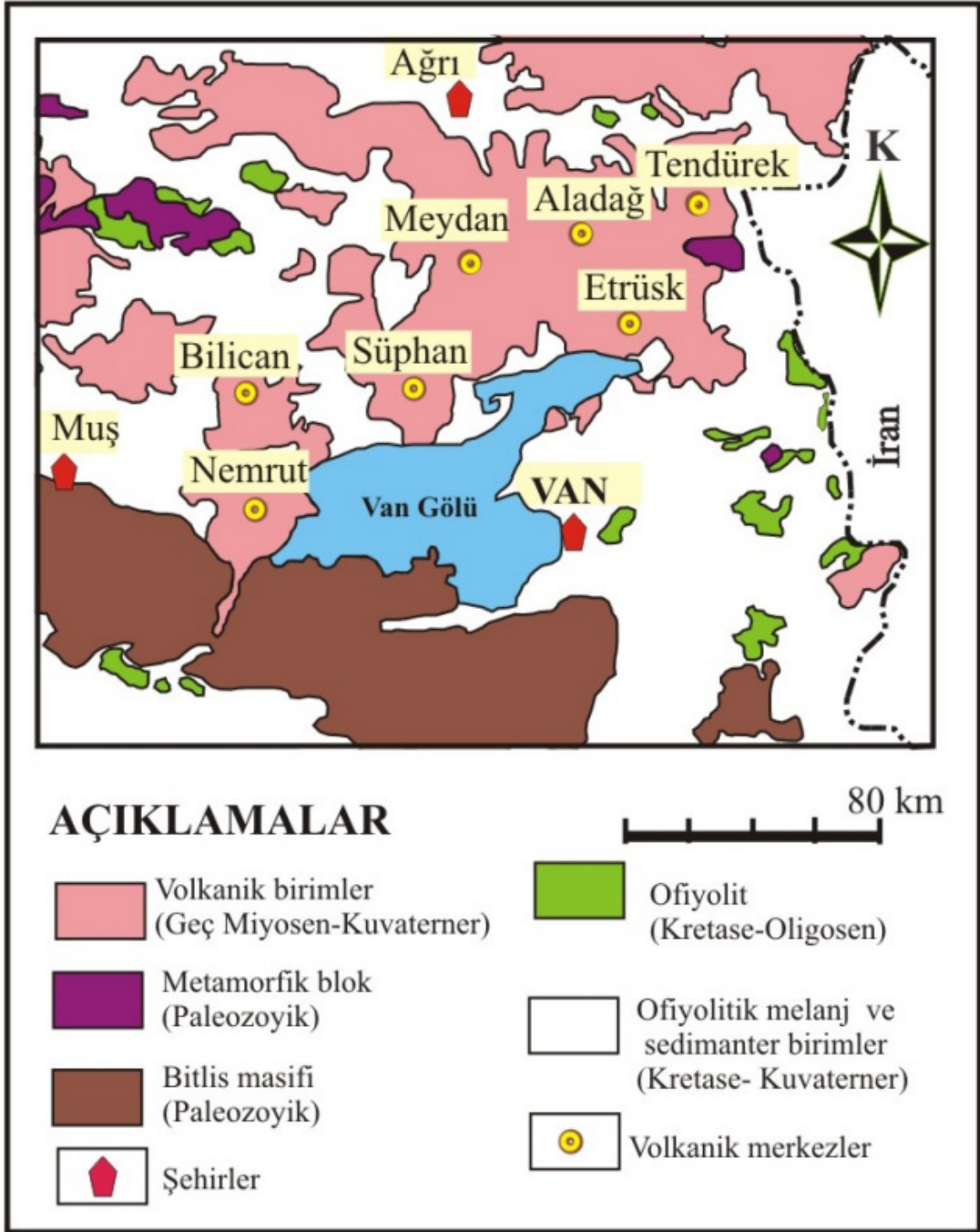
Figure 1. Study area, basin definitions of Lake Van, seismic profiles and the location of the Van 04-5 core (modified after Litt et al., 2009).

sayımı yapılmıştır. Her örnek için yaklaşık 500 adet polen sayılmıştır. Polen tanımlamaları için Wodehouse (1935), Erdtman (1943), Faegri ve Iversen (1989), Moore vd. (1991) ve Beug (2004) polen tanımlamaları, levhaları ve çizimlerinden yararlanılmıştır. Sayım sonuçları Tilia (E. C. Grimm, Springfield, USA) isimli bilgisayar programına yüklenerek polen diyagramları oluşturulmuştur.

SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Van Gölü Kuzey Havzasının taban çökelleri laminal ritmik çökel (varv), türbiditik çökel,

kayma göçme çökelleri ve piroklastik seviyelerden oluşmaktadır. Varv terimi, esasında, buzul göllerindeki yıllık laminalanma için tanımlanmış bir sözcüktür (De Geer., 1912). Ayrıca farklı türde malzemenin yıllık laminalanma durumu için de yaygın olarak kullanılmaktadır (O'Sullivan, 1983; Simola, 1992; Lotter vd., 1997). Bununla birlikte, laminalanlı göl tortuları da sıklıkla varv olarak adlandırılmaktadır (Lotter vd., 1997). Bu nedenle, Van Gölü dip çökellerinde gözlenen laminalanma da varv olarak adlandırılmaktadır (Kempe ve Degens, 1978; Landmann vd., 1996a; Landmann vd., 1996b; Wick vd., 2003; Litt vd., 2009).



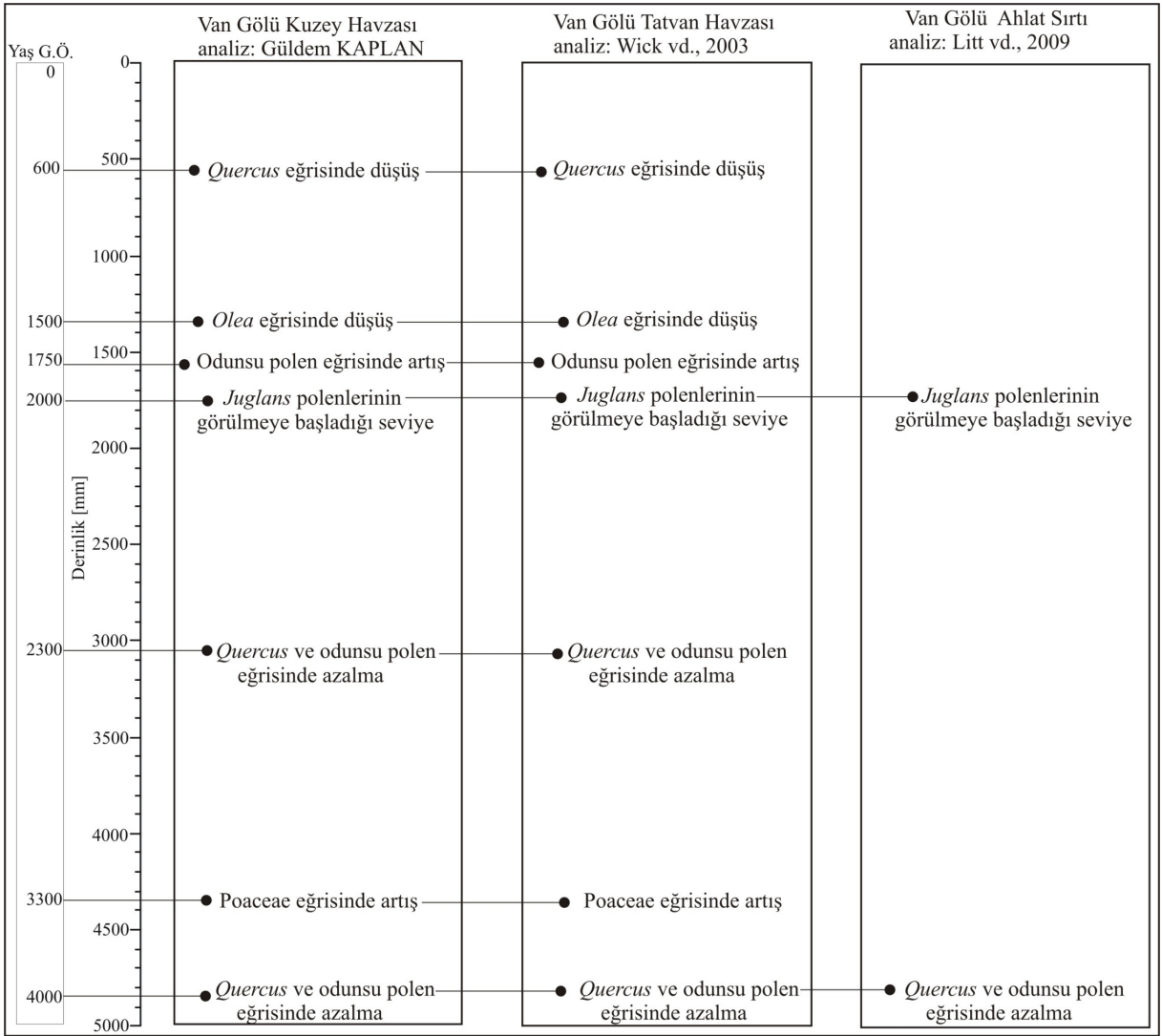
Şekil 2. Van Gölü çevresinin jeoloji haritası (Keskin, 2007'den düzenlenerek alınmıştır).
Figure 2. Geological map of surrounding area of Lake Van (modified after Keskin, 2007)

Van Gölü'nün Kuzey Havzasına ait istif içerisinde lamine seviyeler, piroklastik malzeme, türbiditik çökeller ve kayma göçme çökelleri tanımlanmıştır. İstif boyunca lamine seviyelerin devamlı olmaması nedeniyle varv sayımına dayalı bir yaşlandırma yapılamamıştır. Bu yaşlandırma tekniği ile Van Gölü'nün Tatvan Havzası ve Ahlat Sırtı taban tortuları yaşlandırılmıştır (Kempe ve Degens, 1978; Landmann vd.,

1996b; Wick vd., 2003; Litt vd., 2009) (Şekil 3). Yaşlandırması yapılmış olan bu sedimanların polen diyagramları ile Kuzey Havzası polen diyagramları karşılaştırılmış ve benzer değişimlerin görüldüğü seviyeler eş yaşlı kabul edilmiştir (Şekil 4). Buna göre, Kuzey Havzasına ait 5 metrelik istifin polen içeriğine göre değişebilir yaş günümüzden 4000 yıl öncedir.

Polen zonu (van Zeist ve Woldring, 1978)	Polen zonu (Wick vd., 2003)	Polen zonu (Litt vd., 2009)	Açıklamalar
8	V-9	4a	İnsan etkisinde artış (Wick vd., 2003)
350	2100	2000	<i>Plantago lanceolata</i> eğrisinin başlangıcı (Wick vd., 2003)
7	V-8	4b	<i>Juglans</i> eğrisinin başlangıcı (Wick vd., 2003; Litt vd., 2009)
1050	3950	4000	Orman-step vejetasyonunun maksimum yayılımı (Wick vd., 2003)
6	V-7		Step-orman yayılımı, <i>Quercus</i> , <i>Pistacia</i> baskın (Wick vd., 2003)
3400	6250		
5	V-6	HOLOSEN	
4700	8250	3	Gramineae baskın step vejetasyonu (Wick vd., 2003)
4	V-5		Chenopodiaceae ve Gramineae baskın çöl stebi (Wick vd., 2003)
6400	10100		<i>Artemisia</i> ve Chenopodiaceae baskın çöl stebi (Wick vd., 2003)
3	V-4		Çöl benzeri koşullar, yüksek yüzde <i>Ephedra distachya</i> - tip (Wick vd., 2003)
7300	10460		Yarı çöl periyot, <i>Artemisia</i> , Chenopodiaceae baskın (Litt vd., 2009)
2	V-3		Ağaçsı-çalılık polen yüzdesinde hafif bir artış (Litt vd., 2009)
8100	11450		
1	V-2	11580	Soğuk ve yarı çöl step vejetasyonu, <i>Artemisia</i> , Chenopodiaceae baskın (Litt vd., 2009)
9600	V-1	Younger Dryas	
	V-1	2b	
	V-1	12680	
	V-1	Lateglacial Interstadial	
	V-1	2a	
	V-1	14500	
	V-1	Pleniglacial	
	V-1	1	
	V-1	20000	

Şekil 3. Tatvan Havzası ve Ahlat sırtı (Van Gölü) taban çökellerinin varv yaşlandırmaları ve polen zonu karşılaştırması.
Figure 3. Varve dating and pollen zones correlation of Tatvan Basin and Ahlat Ridge (Lake Van) bottom sediments.

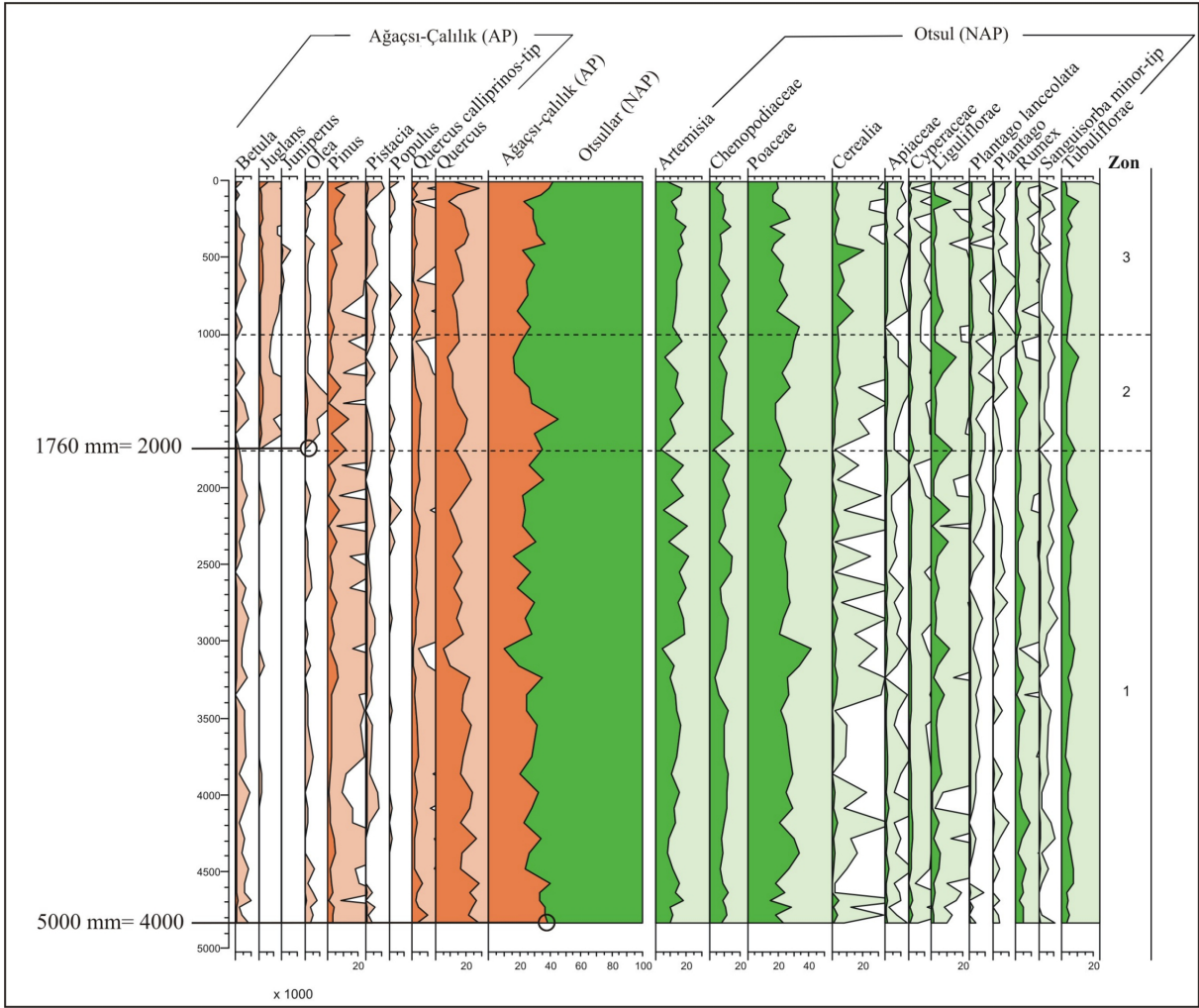


Şekil 4. Kuzey Havzası, Tatvan Havzası ve Ahlat Sırtı polen diyagramlarının karşılaştırılması ve yaşlandırılması.
Figure 4. Dating and correlating of Northern Basin, Tatvan Basin and Ahlat Ridge pollen diagrams.

Polen verilerine göre, diyagram boyunca ot-sul polenler odunsulara göre fazladır. Polen yüzdelerinde belirgin değişimlerin gözlemlendiği seviyelere göre 3 zon tanımlanmıştır (Şekil 5). Bu değişimlerden ilki diyagramın 1760 mm derinliğinde *Juglans* polen eğrisinin görülmeye başladığı seviyede tanımlanmıştır. *Juglans* eğrisinin başlangıç sınırı Van Gölü Tatvan Havzası ve Ahlat Sırtı örneklerinin polen diyagramlarında da görülmektedir ve varv sayımına dayalı polen diyagramı yaşlandırmalarında bu seviye günümüzden 2000 yıl öncesine dayanmaktadır (Wick vd., 2003; Litt vd., 2009).

Diyagramda belirgin olarak göze çarpan diğer değişim *Cerealia* tip polenlerin % 2-3'lük bolluktan % 20'lik değere ulaştığı 1000 mm seviyesidir. *Juglans* ve *Cerealia*-tip polenlerin yüzde değerlerindeki bu değişimler baz alınarak, polen diyagramının 5000-1760 mm arasında kalan kısmı Zon 1, 1760-1000 mm arasındaki kısım Zon 2 ve 1000 mm ile 0 mm arası Zon 3 olarak adlandırılmıştır.

Zon 1: 5000-1760 mm. Bu zon yüksek ot-sul polenler ile karakterize edilmektedir. Otsu polenler arasında Poaceae, Chenopodiaceae ve *Artemisia* polenleri en bol gözlenen polenlerdir.



Şekil 5. Van Gölü Kuzey Havzasının seçilmiş taksonlardan oluşan polen diyagramı.
Figure 5. Pollen diagram of selected taxa of Lake Van Northern Basin.

Otsullar arasında bu bollukta gözlenmeyen ancak zon boyunca hemen her seviyede tanımlanan diğer polenler Liguliflorae, Tubuliflorae, Apiaceae, Caryophyllaceae, Cyperaceae ve *Rumex* polenleridir. Zon 1'de tanımlanan odunsu polenler arasında en büyük yüzde *Quercus* (maksimum % 20-25) polenlerine aittir ve *Pinus* polenleri % 5-8'lik yüzde ile diyagramda görülen 2. büyük yüzdede sahiptir. Bu polenlere *Betula*, *Pistacia*, *Populus*, gibi odunsular eşlik etmektedir.

Zon 2: 1760-1000 mm. Zon 1 ile Zon 2'nin sınırını belirleyen değişim *Juglans* polenlerinin artmaya başladığı derinlikte tanımlanmıştır ve otsul polenler bu zonda da odunsulara oranla

daha fazladır. Bu zonda odunsu polenler arasında *Juglans* dışında Zon 1 de çok seyrek olarak gözlenen *Olea* polenlerinin % 2-3 gibi bir değere ulaştığı görülmektedir. Yine *Quercus* odunsular arasında en baskın olanıdır. *Pinus* polenleri bu zonda Zon 1'deki yüzdesinden daha yüksek bir değerde gözlenmiştir. Poaceae, Chenopodiaceae, Compositae, *Artemisia* ve *Cerealialia* tip polenler otsul polenler arasında en bol gözlenenlerdir. Liguliflorae, Tubuliflorae, Apiaceae, Caryophyllaceae, Cyperaceae ve *Rumex* otsul polenlerinin görülme sıklığı Zon 1 ile hemen hemen aynıdır.

Zon 3: 1000-0 mm. Bu zonda da otsul polen yüzdesinin odunsu polen yüzdesine göre fazla

olduğu görülmektedir. Zon 2 ile Zon 3 sınırı *Cerealia* tip polen yüzdesindeki belirgin artışa göre belirlenmiştir. *Cerealia* tip polen yüzdesinin bu zon içinde % 2-3'lerden % 20-25'lere kadar çıktığı gözlenmektedir. Yine bu zonda *Chenopodiaceae*, *Poaceae* ve *Artemisia* polenleri otsullar arasında baskındır. Ancak *Cerealia* tip polenlerin artışı gözlenirken *Poaceae* polenlerinin Zon 1 ve Zon 2 deki değerinden daha düşük bir yüzdeye sahip olduğu görülmektedir. Zon 3'te tanımlanan odunsu polenler arasında *Quercus* ve *Pinus* en büyük yüzdeye sahiptir. Diğer zonlardan farklı olarak *Pinus* polenleri zonun üst kesimlerine doğru neredeyse % 20'lik bolluğa ulaşmıştır. *Juglans* eğrisi bu zonda bir devamlılık arz etmektedir. Bu odunsulara daha düşük yüzdelere *Pistacia*, *Betula*, *Olea* gibi odunsu polenler daha düşük yüzdelere eşlik etmektedir.

Polen diyagramı boyunca tanımlanan tüm bu polen bollukları göz önüne alındığında, Zon 1 ve Zon 2'de *Poaceae*, *Chenopodiaceae* ve *Artemisia* baskın bir step vejetasyonu tanımlanmıştır (Şekil 4). Polen diyagramında alt seviyelerde tanımlanmayan ve/veya üst seviyelere doğru artan ve bölgede geçmişten beri yetiştiriciliğinin yapıldığı bilinen ceviz (*Juglans*) ve tahıl polenleri (*Cerealia*-tip) gibi bazı bitki polenlerinin varlığına ve bolluğuna göre Zon 3 antropojenik step olarak tanımlanmıştır (Şekil 6).

Yapılan tüm bu tanımlamalar geçen 4000 yıl süresince florada büyük değişimlerin olmadığını, ancak günümüz florasının esas şeklini 2000 yıldan bugüne kadarki süreçte kazandığını göstermektedir.

Van Gölü'nün Kuzey Havzasına ait polen diyagramı, Van Gölü'nün diğer havzalarında yapılan çalışmalar, Anadolu'nun İran-Turan flora bölgesine dahil kesimlerden elde edilmiş önceki polen diyagramları, İran, Ermenistan, Gürcistan, Irak, Suriye ve Lübnan'da daha önceden yapılmış olan polen diyagramları ile karşılaştırılmıştır (Bottema, 1986; İnceoğlu ve Pehlivan, 1987; van Zeist ve Bottema, 1991; Bottema, 1995; Fajvus, 1995; Yasuda vd., 2000; Stevens vd., 2001; Hunt vd., 2004; Hussein, 2006; Hajar vd., 2008; Connor vd., 2007; Al-Ameri ve Jassim, 2011; Roberts vd., 2011). Geç Holosen paleoflora ve vejetasyonunun günümüzdekiyle

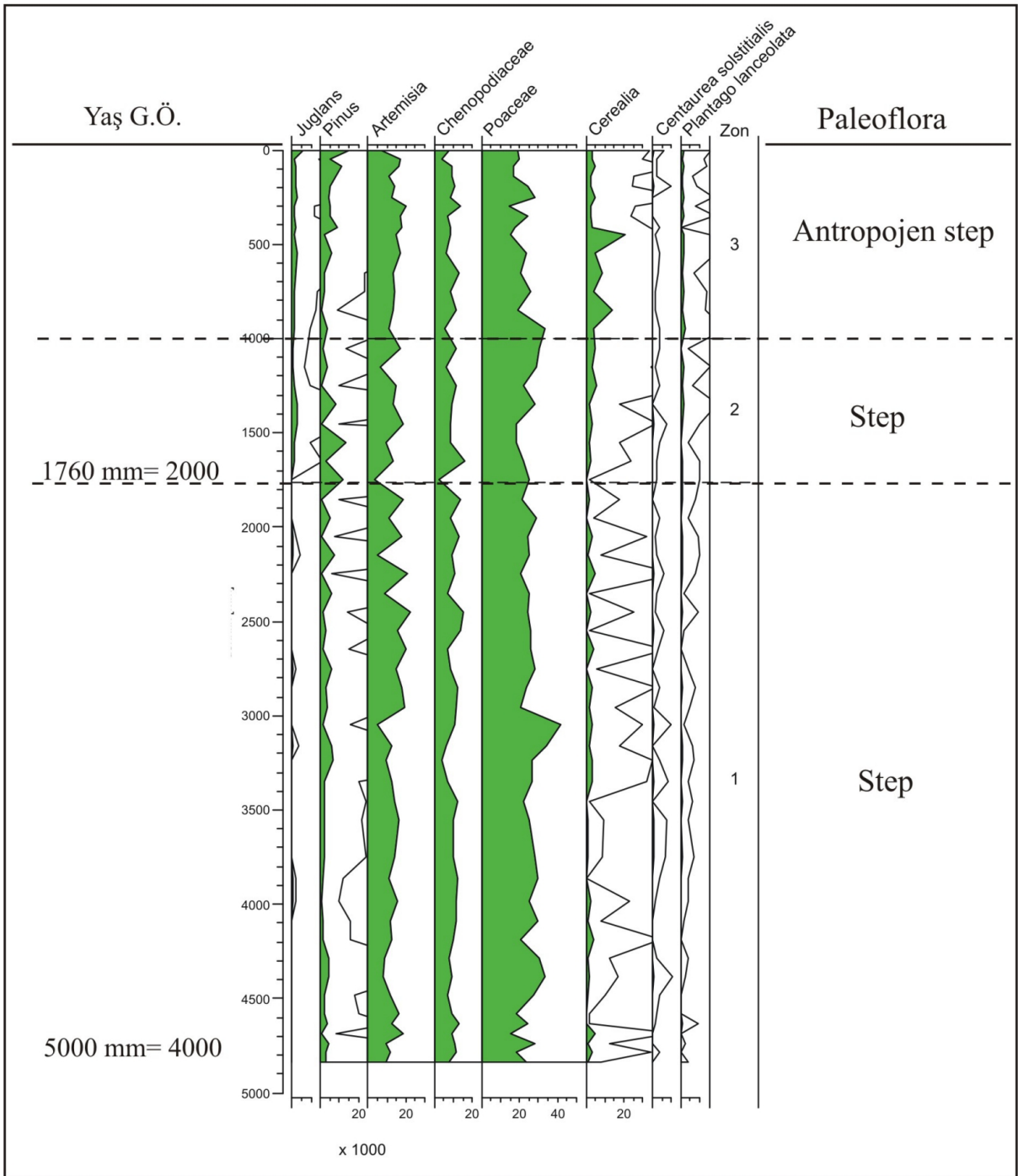
büyük oranda benzer olması dolayısıyla, polen diyagramı verileri dahil oldukları flora alanlarıyla aynı karakterdedir. İran-Turan flora bölgesi içinde yer alan ve ayrıca Akdeniz flora bölgesinde antropojenik etkilere maruz kalan alanlardan elde edilmiş polen diyagramlarında otsul polenler odunsulara oranla baskın olarak gözlenmektedir (van Zeist ve Bottema, 1991; Bottema, 1995; İnceoğlu ve Pehlivan, 1987; Wick vd., 2003; Hussein, 2006; Hajar vd., 2008; Litt vd., 2009; Roberts vd., 2011). Akdeniz ve Avrupa Sibiryaya flora bölgesine dahil olan kesimlerde *Ostrya*, *Salix*, *Pinus*, *Quercus*, *Cedrus* ve *Olea* gibi odunsu polenler otsullardan baskın olarak tanımlanmıştır ve bu çalışma kapsamında oluşturulan polen diyagramı ile büyük oranda farklılık arz etmektedir (Denefle vd., 2000; Yasuda vd., 2000; Vermoere vd., 2000; Hunt vd., 2004; Connor vd., 2007;).

Büyük oranda step vejetasyonunun hakim olduğu alanlardan elde edilmiş polen diyagramlarına göre, son 4000 yıldır paleoflora tamamen orman vejetasyonuna dönüşmemiş, step-orman vejetasyonu arasındaki ilişkide büyük ölçekli değişiklikler yaşanmamış ve günümüzdeki flora özellikleri ile son derece uyumlu polen verileri elde edilmiştir. Ancak günümüze doğru geldikçe yakacak temini için ormanların tahrip edilmesi, hayvan otlatımı ve tarım gibi etkiler ile antropojenik kökenli step oluşumlarından bahsetmek de mümkündür.

Yerel ölçekli değişimler ormanlaştırma ve yakacak temini için ormanların tahrip edilmesi, hayvancılığın yoğun olduğu bölgelerde otlatma ile tahribat, yangın, tarım ve coğrafik (iklim, toprak yapısı, yağış) şartlara bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Sonuç olarak Geç Holosen paleoflorası Van Gölü ve yakın çevresinde baskın olarak step vejetasyonudur.

KATKI BELİRTME

Bu çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için gerekli tüm maddi olanakları sağlayan Bonn Üniversitesi Paleontoloji Enstitüsü öğretim üyesi Prof. Dr. Thomas LITT'e, laboratuvar çalışmalarındaki yardımlarından dolayı Dr. Georg HEUMANN'a ve PALEOVAN proje ekibine teşekkürlerimizi sunarız.



Şekil 6. Van Gölü Kuzey Havzası paleoflora zonları.
Figure 6. Paleoflora zones of Lake Van Northern Basin.

KAYNAKLAR

Acarlar, M., Bilgin, E., Elibol, E., Erkal., T., Gedik, İ., Güner, E., Hakyemez, Y., Şen, A.M., Oğuz, M.F., ve Umut, M., 1991. Van Gölü Doğu ve Kuzeyinin Jeolojisi. MTA

Genel Müd. Jeoloji Etüt Dairesi Yayını, Rapor No: 9469, 94 s. (yayınlanmamış).

Al-Ameri, T. K., Jassi, S. Y., 2011, Environmental changes in the wetlands of Southern Iraq based on palynological studies.

- Arabian Journal of Geosciences, Volume 4, Numbers 3-4.
- Beug, H. J., 2004. Leitfaden der Pollenbestimmung. Germany, 542 s.
- Bottema, S., 1986. A Late Quaternary Pollen Diagram From Lake Urmia (Northwest Iran). Review of Palaeobotany and Palynology, 47. 241-261.
- Bottema, S., 1986. A Late Quaternary Pollen Diagram From Lake Urmia (Northwest Iran). Review of Palaeobotany and Palynology, 47. 241-261.
- Bottema, S., 1995. Holocene vegetation of the Van area: palynological and chronological evidence from Söğütlü, Turkey. Vegetation History and Archaeobotany, (4): 187-193.
- De Geer, G., 1912. A geochronology of the last 12 000 years. Proc. 11th Internat. Geological Congress 1910: 241- 253.
- Degens, E.T., and Kurtman, F., 1978. The Geology of Lake Van. Rept. 169, The Mineral Research and Exploration Institute of Turkey. 158 pp.
- Deneflea, M., Lezineb, A. M., Fouachec, E., Dufaurec, J.J., 2000. A 12,000-Year Pollen Record from Lake Maliq, Albania, Quaternary Research Volume 54, Issue 3.
- Eken, G., Bozdoğan, M., İsfendiyaroğlu, S., Kılıç, D.T., ve Lise, Y., 2006. Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları. Doğa Derneği, Ankara.
- Erdtman, G., 1943. An Introduction to Pollen Analysis. USA. Chronica Botanica Company. 238 s.
- Faegri, K., Iversen, J. 1989. Textbook of pollen analysis. 4th edition. John Wiley & Sons Ltd. Norway. 328 s.
- Fajvus, G. M., 1995. On the origin of mountain steppes of Armenia. Thaiszia-Journal of Botany, 5:153-158.
- Göncüoğlu, M. C., Turhan, N., 1985. Bitlis Metamorfik kuşağı orta bölümünün temel jeolojisi. M.T.A. Raporu, Rapor No:7707, Ankara. 225.
- Hajar, L., Khater, C., Cheddadi, R., 2008. Vegetation changes during the late Pleistocene and Holocene in Lebanon: a pollen record from the Bekaa Valley. The Holocene, 18 / 7.
- Hunt, C.O., Elrishi, H.A., Gilbertson, D.D., Gratatan, J., McLaren, S., Pyatt, F.B., Rushworth, G., Barker, G.W., 2004. Early-Holocene environments in the Wadi Faynan, Jordan. The Holocene, 14 / 6.
- Hussein, K. M., 2006. Climatic Characteristics of The Late Pleistocene and Holocene Continental Deposits From Southwestern Syria Based on Palynological Data. Darwiniana, 44 / 2.
- Kelts, K., Briegel, U., Ghilardi, K., Hsu, K., 1986. The limnogeology-ETH coring system. Aquatic Sciences – Research Across Boundaries 48, 104-115.
- Kempe, S., Degens, E.T., 1978. Lake Van varve record: the past 10,420 years. In: Degens, E.T., Kurtman, F. (Eds.), Geology of Lake Van. MTA Press, Ankara, pp. 56-63.
- Kempe, S., Landmann, G., and Müller, G., 2002. A floating varve chronology from the last glacial maximum terrace of Lake Van/Turkey. Zeitschrift für Geomorphologie. (126): 97-114.
- Keskin, M., 2003. Magma generation by slab steepening and breakoff beneath a subduction-accretion complex: An alternative model for collision-related volcanism in Eastern Anatolia, Turkey. Geophysical Research Letter, 30, (24): 8046-8050.
- Kipfer, R., Aeschbach-Hertig, W., Baur, H., Hofer, M., Imboden, D.M., Signer, P., 1994. Injection of mantle type Helium into Lake Van (Turkey). The clue for quantifying deep water renewal. Earth and Planetary Science Letters 125, 357-370.
- İnceoğlu, Ö., Pehlivan, S., 1987. İç Anadolu Bölgesindeki Tuz Gölü Kuvaterner Tabakalarında Palinolojik Bir Araştırma. DOĞA TU Botanik D. 56-85.
- Landmann, G., Reimer, A. and Kempe, S., 1996a. Climatically Induced Lake Level Changes at Lake Van, Turkey, During the Pleistocene/Holocene Transition.

- Global Biogeochemical Cycles, 10 (4): 797-808.
- Landmann, G., Reimer, A., Lemcke, G. and Kepme, S., 1996b. Dating Late Glacial abrupt climate changes in the 14,570 long continuous varve record of Lake Van, Turkey. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, (122): 107-118.
- Lemcke, G., 1996. Palaoklimarekonstruktion am Van See (Ostanatolien, Turkei). Diss. ETH Zurich, Nr. 11786, 182 pp.
- Lemcke, G., Sturm, M., 1997. $\delta^{18}\text{O}$ and Trace Element Measurements as Proxy for the Reconstruction of Climate Changes at Lake Van (Turkey): Preliminary Results. *NATO ASI Series* (149): 653-676.
- Litt, T., Krastel, S., Sturm, M., Kipfer, R., Örgen, S., Heumann, G., Franz, S. O., Ülgen, U. B., Niessen, F., 2009. 'PALEOVAN', International Continental Scientific Drilling Program (ICDP): site survey results and perspectives. *Quaternary Science Reviews* (28) 1555-1567.
- Lotter A. E, Sturm M., Teranes J. L., Wehrli B., 1997. Varve formation since 1885 and high-resolution varve analyses in hypertrophic Baldeggersee (Switzerland). *Aquatic Sciences*, (59): 304-325.
- Moore, P. D., Webb, J. A. and Collinson, M. E. 1991. *Pollen analysis*. 2nd edition.
- O'Sullivan, P. E., 1983. Annually-laminated lake sediments and the study of Quaternary environmental changes - a review. *Quaternary Science Reviews*, 1:245-313.
- Oyan, V., Tolluoğlu, A.Ü., 2005. Bitlis Masifi'nde (Yolcular metamorfiti) Na-feldispat bakımından zengin lökograditik kayalar: Feldispat kaynağı olarak bir potansiyel. *Yerbilimleri*, (26): 1-11.
- Oyan, V., Keskin, M., Lebedev, V., Chugaev, A., Sharkov, E., 2011. Pliosen yaşlı Etrusk strato-volkanının magmatik evriminde kabuksal kirlenme-ayrışma (AFC) ve magma karışımı işlemlerinin önemi, Van Gölü Kuzeydoğusu. 64.Türkiye Jeoloji kurultayı, 24-29 Nisan, Ankara.
- Özdemir, Y., Karaoğlu, Ö., Tolluoğlu, A.Ü., Güleç, N., 2006. Volcanostratigraphy and petrogenesis of the Nemrut stratovolcano (East Anatolia High Plateau): The most recent post-collisional volcanism in Turkey. *Chemical Geology*, (226): 189-211.
- Roberts, N., Eastwood, W. J., Kuzucuoglu, C., Fiorentino, G., and Caracuta, V., 2011. Climatic, vegetation and cultural change in the eastern Mediterranean during the mid-Holocene environmental transition. *The Holocene*, 21/ 1
- Schweizer, G., 1975. Untersuchungen zur Physiogeographie von Ostanatolien und Nordwestiran, geomorphologische, klima- und hydrogeographische Studien im Vansee- und Rezaiehsee-Gebiet. *Tübinger Geogr. Studien*, Tübingen. 145 s.
- Simola, H., 1992. Structural elements in varved lake sediments. *Geological Survey of Finland, Special Paper*. 14:5-9.
- Stevens, L.R., Wright Jr. H.E., Ito, E., 2001. Proposed changes in seasonality of climate during the Lateglacial and Holocene at Lake Zeribar, Iran. *The Holocene*. (11,6): 747-755.
- Şengör, A.M.C., Özeren, S., Keskin, M., Sakıncı, M., Özbakır, A.D., ve Kayan, I., 2008. Eastern Turkish high-plateau as a small Turkish type orogen: Implications for post-collisional crust-forming processes in Turcic type orogens, *Earth sciences Reviews*, 90: 1-48.
- Şengün, M., 1984. Bitlis Masifi Tatvan güneyinin jeolojik/etrografik incelenmesi (Doktora tezi, basılmamış). H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Tolluoğlu, A. Ü., 1981. Mutki (Bitlis) Yöresi Metamorfiklerinin Petrografisi / Petrolojisi. (Yüksek lisans tezi, basılmamış). H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Valeton, I., 1978. A Morphological and Petrological Study of the Terraces Around Lake Van, Turkey. In: *The Geology of Lake Van*. (Editors Degens E.T., Kurtman, F.), The Mineral Research and Exploration Institute of Turkey (MTA) Publication No:169. Ankara, 158s.

- van Zeist, W., Woldring, H., 1978. A pollen Profile From Lake Van: A Preliminary Report in The Geology of Lake Van, (Editors: Degen, E.T., Kurtman, F.). 115-123.
- van Zeist, W., Bottema, S., 1988. Late Quaternary Vegetational And Climatic History Of Southwest Asia. Proc. Indian Natn . Sci. Acad, (No.3): 461-480.
- van Zeist, W., Bottema, S., 1991. Late Quaternary Vegetation of the Near East. Beihefte zum Tübinger Atlas des Vorderen Orients, 3882265302, Germany. 156 s.
- Vermoere M., Smets E., Waelkens M., Vanhaverbeke H., Librecht I, Paulissen L., Vanhecke L., 2000. Late Holocene Environmental Change and the Record of Human Impact at Gravgaz near Sagalassos, Southwest Turkey. Journ. of Archaeological Science 27: 571-595.
- Yasuda, Y., Kitagawa, H. and Nakagawa, T., 2000. The earliest record of major anthropogenic deforestation in the Ghab Valley, northwest Syria: a palynological study. Quaternary International 73/74.
- Wick, L., Lemcke, G., Strum, 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. Blackwell Scientific Publications.
- Wodehouse, R.P., 1935. Pollen Grains. Their Structure, Identification and Significance in Science and Medicine. McGraw-Hill Book Company. New York and London. 574 s.