

GEÇ MİYOSEN'DEN GÜNÜMÜZE AKDENİZ – PARATETİS BAĞLANTILARI VE ÜLKEMİZİN JEOLOJİK VE COĞRAFİK ÖNEMİ

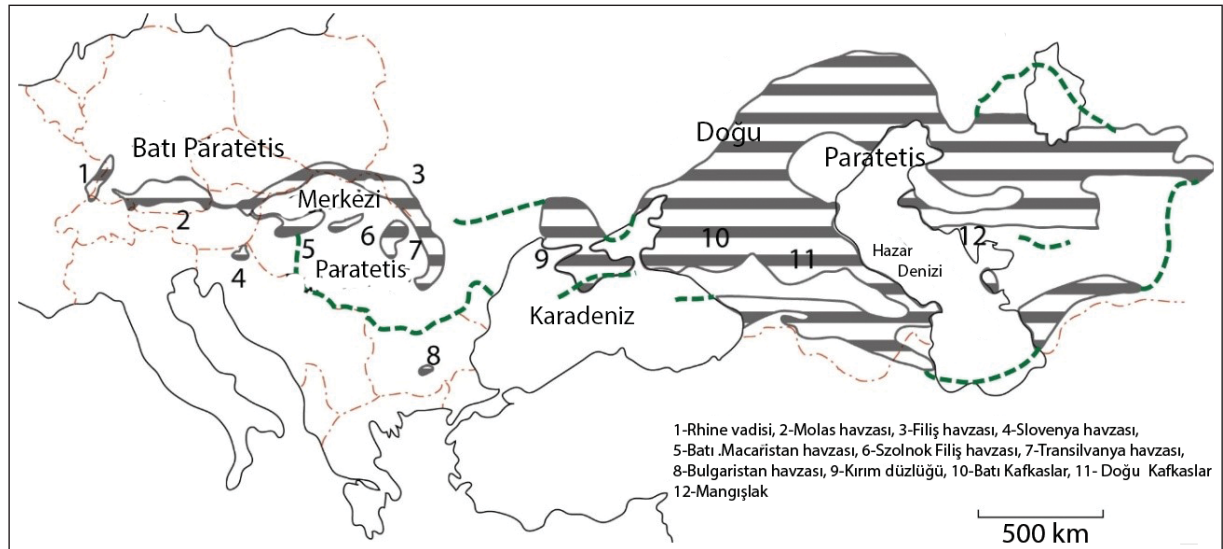
Yeşim BÜYÜKMERICİ*

Geç Senozoyik dönemde kıtaların ve okyanusların şekillenmesi başlıca levha tektoniği hareketleri ile gerçekleşmiştir (Meulenkamp vd., 2000). Avrasya kıtasından elde edilen jeolojik veriler, bu zaman aralığında Batı Çin'den Batı Avrupa'ya kadar uzanan alanda yayılım gösteren büyük bir kıta içi denizin varlığını göstermektedir. Bu iç deniz "Paratetis" olarak bilinir (Şekil 1). Coğrafik olarak Batı, Merkezi ve Doğu Paratetis olarak üç bölüme ayrılan Paratetis, son 40 milyon yıldan günümüze kadar geçen süreçte gerçekleşen jeodinamik olaylarla zaman içinde daha küçük alt havzalara bölünmüş ve bugünkü en son haliyle yarı izole denizel havzalar serisine (Karadeniz, Hazar ve Azak Denizleri ile Aral Gölü) dönüşmüştür. Jeodinamik olayların yanısıra, hidrolojik su döngülerindeki büyük değişiklikler Paratetis'in evriminin ayrılmaz bir parçasıdır.

Paratetis bölgesindeki büyük ölçekli ortamsal değişiklikler, iç ve dış mekanizmaların birlikte hareket etmeleri ile gerçekleşmiştir. İç mekanizmalar jeodinamik hareketler, tektonik yükselme (uplift) ve çökme (subsidence), dış mekanizmalar ise iklim, glasiyo-östatik deniz seviyesi gibi değişimlerdir.

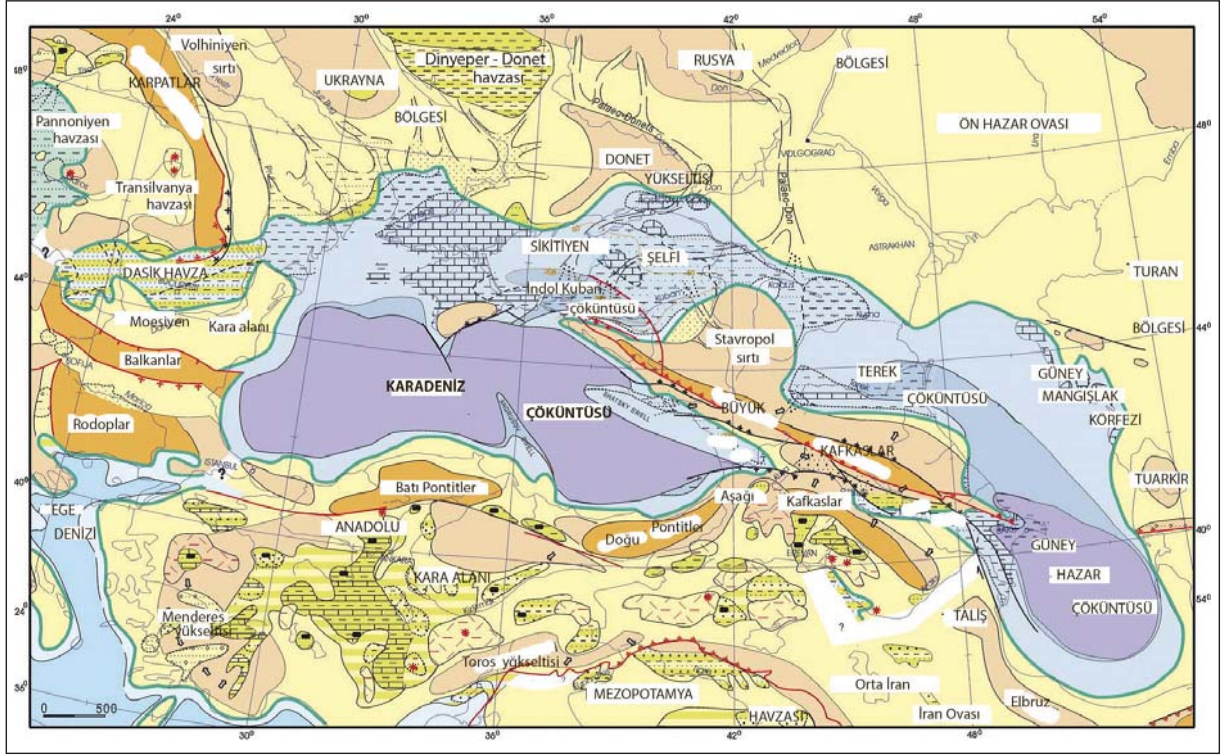
Afrika ve Avrasya arasında süregelen kıta-kıta çarpışması, Tetis okyanusunun Eosen sonu Oligosen başında iki farklı denizel alana bölünmesine neden olmuş; güneydeki bölüm Akdeniz'i, kuzeydeki ise kıta içine kadar uzanan büyük bir deniz (epicontinental sea) olan ve Çin'in batısından Batı Avrupa'ya kadar uzanan Paratetis'i oluşturmuştur (Laskerev, 1924; Rögl, 1998). Bölgede süregelen tektonik sıkışma ve yükselmeler zamanla alt havzalara bölünmesine bu havzaların coğrafik olarak farklılaşmalarına ve sonuçta her bölgenin kendine özgü jeodinamik ve faunal evrim geçirmesine neden olmuştur (Şekil 2) (Rögl, 1998; Popov vd., 1993, Popov, 2006).

Bu süreçte Paratetis'e ait bazı alt havzaların bazıları nehirler tarafından getirilen çökeltilerle tamamen dolmuştur. Bugün Karadeniz,



Şekil 1- Oligosen'de Paratetis ve coğrafik olarak kapladığı alanlar (Batı, Orta ve Doğu Paratetis) (http://www.geo.uu.nl/~forth/people/Annieque/annique_phd.htm).

* Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 67100 Zonguldak, Türkiye,



Şekil 2- Doğu Paratetis bölgesinde Tortoniyen sonu – Erken Messiniyen'e (=erken Meosiyen) ait paleocoğrafik harita (Popov vd. 2006).

Azak Denizi, Hazar Denizi Paratetis'ten geriye kalan havzalar olarak bilinmektedir. Havzaların bu şekilde gittikçe küçülerek sınırlandırılması, faunanın yok olması veya endemik türlerin evrimini de tetiklemiştir. Zaman zaman deniz seviyesinin yükselip havzaların birbirleriyle bağlantılarının olduğu devirlerde, ortamsal koşullara adapte olabilmeleri ölçüsünde bu faunalar havzalar arasında karşılıklı göç edebilme olanağı da bulmuşlardır. Faunal göç ve endemizm özellikle mollusk, ostrakod, diatom, bentik foraminifer gibi gruplara ait yeni ve farklı türlerin oluşmasına neden olmuş ve bölgesel veriler yardımıyla Paratetis'e ait alt havzalar için stratigrafik korelasyon çizelgesi oluşturulmuş (Şekil 3; Popov vd.,1993). Bugün yaygın olarak kullanılan bu çizelgeler yardımıyla Paratetis'e ait alt havzaların birbirleriyle bağlantılı oldukları zaman aralıkları ile fauna içerikleri hem birbirleri ile hem de Akdeniz'le doğrudan korele edilebilmekte ve bu çizelgeler yeni verilerin ışığında sürekli yenilenmektedir.

1. Messiniyen Dönemine ait Denizel İlişkiler ve Görüşler

Akdeniz küçük bir okyanus havzası niteliğinde olup, Atlantik Okyanusu ile bağlantısı Cebelitarık Boğazı üzerinden gerçekleşmektedir. Günümüzde Akdeniz'e Cebelitarık Boğazı aracılığıyla sağlanan su akışı, Akdeniz'in mevcut deniz düzeyinin ve tuzluluk değerinin Atlantik okyanusuyla hemen hemen aynı değerlerde olması için yeterlidir. Bununla birlikte, Cebelitarık Boğazının sınırlı bir bağlantı yolu olduğu da bilinmektedir. Bu durum, jeolojik geçmişte, özellikle de Messiniyen- Pleyistosen'de Akdeniz'in hidrolojik rejim değişikliklerinden açık okyanuslara göre daha kolay etkilenmesine ve iklimsel döngülerin etkisinin daha ölçülebilir düzeyde iz bırakmasına neden olmuştur (Krijgsman, 2002). Söz konusu dönemde kesikli periyotlarla zaman zaman Paratetis'ten Akdeniz'e doğru güçlü su akımları gerçekleşmiştir. Nehirlerin Paratetis'i beslemesi ve dolayısıyla Paratetis'ten gelen tatlı-acı su akımları, bu tür su girişlerine karşı hassas Akdeniz'in hidrolojisi

| KRONLAR | POLARITE | Zaman (Ma) | Epoklar | Akdeniz Katları | Merkezi Paratetis Katları ve Biyozonları | Doğu Paratetis Katları ve Biyozonları | Planktik foraminifer zonları | Nannoplankton zonları | Memeli zonları Steinger, 1999 |
|------------------------------------|----------|------------|---------|------------------|--|--|------------------------------|---|-------------------------------|
| Bergren vd. 1995, Mascarelli, 2009 | | Rögl, 1998 | | Magyar vd. 1999b | | Snel vd. 2001 | | Neveshkaya vd., 1966; Trubikhin, 1989; Popov vd. 2006 | |
| C1n | | | QUAT. | HOLOSEN | | | PT 1 | NN20-21 | MQ 1-4 |
| C1n | | | | PLEYİSTOSEN | | | | NN 19 | MN 18 |
| C2 | | | | | | | PL 6 | NN 18 | MN 17 |
| C2An | | | 2,6 | PİYASENSİYEN | ROMANİYEN | Paludina yatakları (tatlısu) | PL 5 | NN 16b-17 | MN 16 |
| C2Ar | | | | | | ROMANİYEN | PL 3-4 | NN 16a | MN 15 |
| C3n | | | 5,3 | ZANKLIYEN | DASIYEN | Dinokistler Molluskler | PL 2 | NN 14-15 | MN 14 |
| C3r | | | | | | DASIYEN | PL 1 | NN 13 | MN 14 |
| C3An | | | | MESSİNİYEN | PONSIYEN | Galeacysta etrusca Congeria rothbolidea Prosodac nomya | M14 | NN 12 | MN 13 |
| C3Ar | | | | | | PONSIYEN | | | |
| C4n | | | | TORTONİYEN | PANNONİYEN | Spiniferites validus Congeria rothbolidea L. decorum | M13 | NN 11 | MN 12 |
| C4An | | | | | | MAEOSİYEN | | | |
| C4Ar | | | | | | KERSONİYEN | | | |
| C5n | | | 1,0 | SERRAVALİYEN | SARMASIYEN | Spiniferites paradoxus Pontiad pacisvaradensis S. bertoni oblongus Mecsekia ultima Elphidium hauerinum L. praeponticum Elphidium reginum | M12 (N15) | NN 9a/b | MN 9 |
| C5r | | | | | | SARMASIYEN s.l. | | | |
| C5An | | | | | | BESSARABIYEN | | | |
| C5Ar | | | | | | Volhinyen | | | |
| C5An | | | | BADENİYEN | Üst Kosoviyen | Bulima - Bolivina | M11-M8 | NN 7-8 | MN 8-7 |
| C5An | | | | | Orta Wieliczyen | Spiroplectamina | (N14-N11) | | |
| C5An | | | | | | KONKIYEN | | | |
| C5An | | | | | | KARAGANIYEN | | | |
| C5An | | | | | | Barnea Spaniodontella gentilis | M7 (N10) | NN 5 | MN 6 |

Şekil 3- Orta Miyosen – Pliyosen için oluşturulmuş Akdeniz, Merkezi ve Doğu Paratetis 'e ait bölgesel stratigrafik korelasyon çizelgesi (Popov vd., 2006 ve Mascarelli, 2009'dan alınmıştır).

üzerinde oldukça önemli derecede rol oynamıştır. Akdeniz ve Paratetis arasındaki bu hassas su değişimi, bir çeşit eşikle ayrılan basit bir modelle açıklanır (Van Baak, 2015). Buna modele göre, Akdeniz'deki deniz seviyesi her iki deniz arasında var olan 'eşik' yüksekliğinin üzerinde olduğu sürece, Paratetis hem denizel hem de tatlı su girişine sahne olacaktır ve tuzluluk değeri denizel ile tatlı su arasında ve bu iki bileşenin görelî etkisine göre bir değere sahip olacaktır. Bununla birlikte, Akdeniz'in su seviyesi eşik yüksekliğinin altına düştüğünde (eşiğin tektonik olarak yükselmesi veya su seviyesinin düşmesi şeklinde), bu sefer de Paratetis'in su seviyesi lokal su hacmine bağlı olarak yükselecek veya alçalacaktır. Pozitif bir hacim durumunda (nehir suyu girişi + yağış > buharlaşma) su seviyesi eşik derinliğine erişecek veya bu seviyeyi aşarak bu sefer suyunu Akdenize boşaltacaktır (Van Baak, 2015).

Bu model bir tarafa, aslında Paratetis'ten Akdeniz'e doğru gerçekleşen hidrolojik su akımı gerek paleoakım yönlerinin anlaşılması ve gerekse evaporitlerin çökelim modelleri gibi pek çok sayıda araştırmaya konu olmuştur

(Meijer ve Krijgsman, 2005 ve bu yayındaki kaynaklar). Bunlar arasında bir taraftan Messiniyen sonunda Lago-Mare çökelleri içerisinde acı su özellikli faunanın (mollusk ve ostrakod) varlığı ile Paratetis'in sularının Akdeniz'e aktığı düşüncesi savunulurken (Cita vd., 1978), diğer taraftan bu zaman aralığında aslında Paratetis'in su seviyesinin düştüğü görüşleri de bulunmaktadır (Hsü ve Giovanoli, 1979). Aslında sadece Akdeniz'de değil, Karadeniz havzasında da yürütülen çeşitli çalışmalarda derin kanyonların varlığına işaret eden sismik profiller saptanmıştır. Bununla birlikte, bu kanyonların stratigrafik pozisyonunun biraz daha farklı olduğu görüşü mevcuttur ve bu görüşe göre bu vadiler Ponsiye'nin tabanına (=Erken Messiniyen) işaret etmektedir (Dinu vd., 2005). Son çalışmalarda, su akımının Akdeniz'den geldiği ve Maeosiyen – Ponsiye sınırında (yaklaşık olarak 6,04 milyon yıl önce gerçekleştiği) öne sürülmektedir (Krijgsman vd., 2010). Paratetis havzalarındaki su seviyesinin yükselmesine neden olan bu olay, Messiniyen krizinin başlangıcında hem Akdeniz ve hem de Paratetis'in deniz seviyesinin birlikte eşik düzeyinin üzerinde ve Cebelitarık Boğazı'nın tektonik aktivite

ile kapanması ile de eş zamanlı olduğuna işaret etmektedir (Krijgsman vd., 2010). Araştırmacılara göre buzul döneme karşılık gelen bir sonraki evrede (TG12–14 (5.60–5.50 milyon yıl öncesi) Paratetis'in su seviyesi düşmüş ve bu düşüş Akdeniz'in tüm denizlerden izole bir hale gelmesine neden olmuştur (Krijgsman vd., 2010).

2. Kuvaterner Döneminde Ponto-Kaspik Havzalar ve Akdeniz ile Bağlantılar

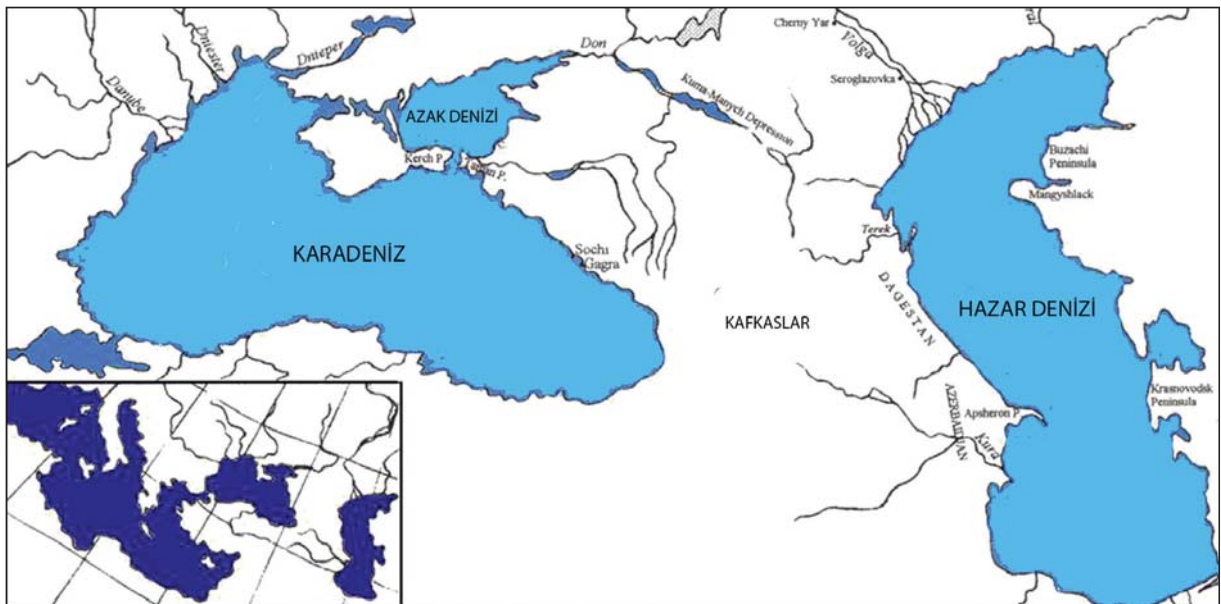
Kuvaterner dönemi 2,6 milyon yıldan günümüze kadar geçen süreyi kapsayan jeolojik dönem olup Pleyistosen ve Holosen olmak üzere iki devirden oluşur (Mascarelli, 2009). Kuvaternerin başlangıcı olarak küresel ölçekte etki yapmış başlıca iki önemli olay kabul edilir: 1) Yerküre'nin ikliminin görece olarak soğuyarak iki kutuplu buzullaşmadan güçlü bir şekilde etkilenmeye başlamamış olması, 2) Modern insanı da kapsayan ilk Homo cinsinin ortaya çıkması (Van Couvering, 1997; Mascarelli, 2009).

Kuvaterner sırasında küresel ölçekte gerçekleşen iklimsel değişiklikler, özellikle Kuzey Kutbu ile İskandinavya ve Doğu Avrupa bölgelerindeki buzul kütlelerinin artış veya azalmasına yol açmıştır. Bu olaylar akarsu, göl ve

denizlere ait su sistemlerindeki su kütlelerinin ve hidrodinamik rejimlerin değişmesine, çeşitli su yolu bağlantıları ile zaman zaman birbirlerine bağlanmalarına ve böylece de su seviyelerinde yükselme ya da düşüşler şeklinde östatik salınımların gerçekleşmesine neden olmuştur. Gerek yerel ve bölgesel değişimler ve gerekse okyanuslarla kurulan denizel bağlantılar izlerini çökelere sedimantolojik ve fosil kayıtlar olarak bırakmışlardır.

Ülkemizin de içinde bulunduğu Ponto-Kaspik havzalar Karadeniz, Hazar, Azak denizlerinin tümünü kapsayan denizel ve gölsel havzalar sistemidir (Yanina, 2014; şekil 4).

Söz konusu havzalar Miyosen – Pliyosen sırasında bölgede daha geniş alanlarda yayılım göstermiş ve kendine özgü jeolojik, jeodinamik, paleocoğrafik ve ortamsal değişimlere sahne olan Doğu Paratetis'in günümüzdeki kalıntıları olarak da bilinir (Nevesskaya, 1963, 1965). İklimsel değişiklikler ve yerel tektonik hareketler, Ponto-kaspik havzaların hem birbirleriyle hem de Akdeniz'le bağlantılı ya da izole oldukları ardışık çok sayıda dönemsel olayın gelişmesine neden olmuştur (Şekil 5). Paleoekolojik ve paleobiyoğrafik değişimler özellikle gastropod, bivalve, ostrakod, bentik foraminifer gibi ortam değişikliklerinden hızla etkilenebilen omurgasız



Şekil 4- Ponto-Kaspik bölge (Yanina, 2014).

| | Hazar Denizi | Maniç | Karadeniz | MIS |
|-----------------|---|----------------------------------|--|-------------------------------|
| HOLOSEN | Yeni Hazar Deniz seviyesi 20-19 m tuzluluk 11-13 izole sıcak suya sahip havzalar | Karasal dönem fazı | Karadeniz Deniz seviyesi 2 m tuzluluk 18-20 sıcak su Akdenizden gelen su akışı | MIS 1 interglasial epok |
| | Mangışlak regresyonu Deniz seviyesi -70 m | | | |
| GEÇ PLEYİSTOSEN | Geç Khvalniyen Deniz seviyesi 0 m tuzluluk 11-12 izole orta sıcaklıkta suya sahip havzalar | Erken Khvalniyen geçışı | Neoeuxiniyen Deniz seviyesi -30 -20 m tuzluluk 5-7 soğuk su havzası Hazar Denizinden gelen su akışı | MIS 2 Glasiyal epok |
| | Enotaevsk regresyonu Deniz seviyesi -45 (-110?) m | | | |
| | Erken Khvalniyen Deniz seviyesi 49-50m tuzluluk 10-12 soğuk suya sahip havzalar | | | |
| | Elton ? regresyonu | Karasal dönem fazı | Neoeuxiniyen regresyonu Deniz seviyesi -100 (-150) m tatlı ve soğuk su havzası izole havza | MIS 3 Interstadial |
| | Erken Khvalniyen izole, orta sıcaklıkta suya sahip havzalar | Burtass gölü | Surozh Deniz seviyesi -25 m orta sıcaklıkta suya sahip havza | |
| | Atel regresyonu Deniz seviyesi -140m | | Karangat sonrası regresyon Deniz seviyesi -100 m | MIS 4 Glasiyal epok |
| | Girkan Sıcak - orta sıcaklıkta havza | Girkan geçışı | Tarkankut Deniz seviyesi -25m tuzluluk 14-16 | MIS 5 Interglasial epok |
| | Regresyon | Karangat denizinin ilerlemesi | Karangat Deniz seviyesi 7m tuzluluk ‰30 sıcak suya sahip havza Akdenizden gelen su akışı | |
| | Geç Hazar Deniz seviyesi -10m tuzluluk 12-15 izole sıcak suya sahip havza | | | |
| | Regresyon | Karasal dönem fazı | Tobecik tuzluluk 20 sıcak suya sahip havza Akdenizden gelen su akışı | 127 000 |

Şekil 5- Geç Pleyistosen sırasında Ponto-kaspik bölgedeki olaylar ve bölgesel stratigrafiye ait korelasyon tablosu (Yanina, 2014). Gölgeleme derecesi tuzluluk oranlarına, oklar ise su yolu bağlantıları ve molluskların göçüne işaret etmektedir.

fauna gruplarının yayılımları, ortadan kalkmaları, evrilmeleri ve yeni endemik türlerin gelişmesi gibi biyolojik olayların gelişmesine neden olarak biyoçeşitliliği denetlemiştir.

Karadeniz'in hidrolojik dengesi bu denize dökülen nehirlerin (örneğin Tuna, Dinyeper, Dinyester gibi) boşalttığı sular, Azak ve Hazar Denizi bağlantıları ile Marmara Denizi üzerinden

İstanbul ve Çanakkale boğazları aracılığıyla süregelen Akdeniz ile karşılıklı su alışverişi yoluyla gerçekleşir. Geç Pliyosen – Pleyistosen zamanında farklı buzul ve buzularası evrelerde su seviyesindeki değişimlerle Akdeniz'den veya Kaspik havzadan (Hazar Denizi bölgesi, Maniç – Kerç – Azak Denizi) çeşitli şekillerde su akışı gerçekleşmiştir (Şekil 6 ve 7). İklimsel olaylar, bu olayların su seviyesi üzerindeki



Şekil 6- Geç Pleyistosen'de MIS 5 Mikulino buzularası (Karangatiyen) evre sırasındaki yaygın denizel bağlantılar ve Ponto-Kaspik havzaların birbiriyle ilişkisi (Yanina, 2014).



Şekil 7- Geç Pleyistosen'de MIS 2 buzul evresi (Erken Khvalniyen) sırasındaki Hazar denizinden Maniç ve Kerç su yoluyla Öksinik havzaya (Karadeniz'e) su akışı (http://paleogeo.org/flood_en.html).

etkileri, hidrodinamik değişimler ve Akdeniz veya Hazar denizi kökenli su akışı yönleri gibi konularda özellikle son yıllarda oldukça çok sayıda veri derlenmekte olup, bunların arasında en ayrıntılı veriler Zonguldak/Sofular

mağarasındaki mağara çökelleri ile yapılan bir çalışmada bulunmuştur (Badertscher vd., 2011). Badertscher vd. (2011) O18 izotop oranlarından yola çıkarak son 670.000 yıldan günümüze kadar geçen sürede Akdeniz ile

Karadeniz'i birbirine bağlayan en az 12 kez Akdeniz kökenli su akışının olduğunu ve en az yedi kez de sadece Hazar yönünden kaynaklanan ve Akdeniz etkisinin gözlemlenmediği tersine bir su akışının olduğunu bildirilmişlerdir. Kaspik havza kökenli su akışı, İskandinavya'daki buzul kütlelerinin erimesi ile ortaya çıkan muazzam su kütlesinin, Hazar Denizine akması ve oluşan su seviyesi yükselmesinin de Maniç – Kerç koridoru yoluyla Karadeniz'e boşaldığı uzun zamandır bilinen bir olgudur (Federov, 1977; Tchepalyga, 2007).

Ponto-Kaspik havzaların (Karadeniz –Azak ve Hazar Denizi) Akdeniz'le ve dolayısıyla da açık denizle tek bağlantı yeri olması nedeniyle Marmara Bölgesi önemli bir konuma sahiptir (Stanley ve Blanpeid, 1980). Akdeniz ile Ponto-Kaspik havzaların Marmara denizi aracılığıyla hangi zaman aralığında, hangi suları üzerinden ve ne şekilde gerçekleştiği uzun yıllardır tartışılan bir konular olup, kimi araştırmacıya göre bu bağlantılar Geç Kuvarterner - Holosen sırasındaki sadece İstanbul Boğazı yoluyla gerçekleşmiştir (Aksu vd., 1999; Çağatay vd., 2000). Kimi araştırmacı ise İstanbul Boğazı'na ilaveten ikinci bir bağlantı yolu olabileceğinden söz etmişler ve bu alternatif bağlantının Sapanca – İznik gölü – Gemlik Körfezi üzerinden gerçekleşmiş olabileceğinden söz etmişlerdir (Pfannenstiel, 1944; Meriç, 1995; Meriç vd., 1995; Yanko-Hombach, 2007; Nazik vd., 2011). Marmara Denizi dahil, çevredeki pek çok göl havzası (İznik gölü, Sapanca, Ulubat, Manyas gibi) KAF (Kuzey Anadolu Fayı) sisteminin aktif etkinliklerine bağlı olarak oluşmuş pull-apart havzalar özelliğine sahiptir (Emre vd., 1998). Yapılan çalışmalarda bölgedeki tektonik etkinliğin bölgesel yükselme ve atım oranları üzerinde oldukça yüksek derecede etki yaptığı ortaya konulmuştur (Yaltırak, 2002). Bu nedenle, İstanbul boğazı dışında Karadeniz'le alternatif bağlantı yollarının gerek bölgesel yükselme ve gerekse Sapanca gölü sondajlarının denizel fosil içermemesi nedeniyle, en azından Holosen'de gerçekleşmiş olamayacağı düşünülmektedir (Yaltırak vd., 2012).

Şimdiye kadar Marmara Bölgesi'nde Gelibolu ve Çanakkale'de, Marmara Denizi'nde, İznik Gölü'nün çevresindeki taraça çökellerinde ve Sakarya deltasında Ponto-Kaspik kökenli mollusk fosilleri bulunmuştur. Bu bulgular, bölgenin özellikle Orta Pleyistosen (Çavdiyen ve Khazariyen) ile en Geç Pleyistosen (Neoeuxiniyen) sırasında yaygın şekilde Ponto-Kaspik sisteme ait su akımının ve acısu özellikli denizin etkisi altında olduğunu ortaya koymaktadır (Andrusov, 1894; Taner, 1983; Tchepalyga, 1995; Erol ve Çetin, 1995; İslamoğlu ve Tchepalyga, 1998; Görür vd., 2001; İslamoğlu, 2002; İslamoğlu, 2009; İslamoğlu vd., 2001; Taviani vd., 2014). Elde edilen yeni faunal, paleoekolojik ve paleobiyocoğrafik bulgularla, Marmara bölgesinin Akdeniz ile bağlantılı olduğu dönemler olan Orta – Geç Pleyistosen (Uzunlarian ve Karangatian) ve Holosen'de de yine Ponto-Kaspik havzalar sistemi içerisinde kabul edilmesi gerektiği düşüncesi ortaya konulmuştur (İslamoğlu vd., 2001; Büyükmeriç, 2015; Büyükmeriç vd., 2015).

3. Neoeuxiniyen Gölü, Holosen Transgresyonu ve 'Nuh Tufanı' Hipotezi ile İlgili Tartışmalar

Neoeuxiniyen (New Euxinian), Ponto-kaspik bölgede Karadeniz, Azak Denizi ve Marmara Denizi'nin Geç Pleyistosen – Holosen tarihçesinde kullanılan kronostratigrafik bir birimdir (Nevesskaya, 1965; Tchepalyga, 1995, İslamoğlu ve Tchepalyga, 1998; Yanina, 2014) (Şekil 5). Balabanov ve Izmailov (1988)'a göre üç evreden oluşur: regresif (22.000–20.000–16.000 yılları arası), geçiş (16.000–6.000 yıl arası) ve transgresif (son 6.000 yıl günümüz). Bunlar arasında geçiş dönemi Nevesskaya (1965) tarafından mollusk topluluklarına göre üç evreye ayrılmıştır: Enikalian (16.000–12.500 yıl), Neoeuxinian (12.500–9.500 yıl), Bugazian (9.500–7.900 yıl), Vityazevskian (7.900–7.000 yıl) ve Kalamitian (7.000–5.900 yıl). İlk iki evre Neoeuxinian transgresyonuna karşılık gelmektedir.

Karadeniz'deki Neoeuxinian havzasının tarihçesi (stratigrafik, faunal, kronolojik ve deniz düzeyi değişiklikleri) başlıca Hazar Denizi'nden (Kaspik havza) kaynaklanan Khvalinian transgresyonunun (15.000 – 11.000 yıl öncesi) Karadeniz'e ulaşması ve bu sayede Karadeniz ile Hazar Denizi arasında Manych boğazı aracılığıyla bir su yolu bağlantısının kurulmasıyla gerçekleşmiştir (Svitoch, 2010). Bunun sonucunda Karadeniz'deki Neoeuxinian havzasının su seviyesi 30-40 m yükselmiş ve suyun tuzluluk değeri de %0 2– 4 den %0 7–8'e yükselmiştir. Tüm Kuvaterner süresince olduğu gibi bu dönemde de deniz düzeyindeki östatik değişiklikler, denizel bağlantılar dolayısıyla da fauna, flora, tuzluluk, havalandırma ve su seviyesi üzerinde etkili olmuştur. Buna göre Neoeuxiniyen'in başlangıcında buzullaşma sebebiyle deniz düzeyinde düşüş gerçekleşmiş, böylece Karadeniz ve Marmara Denizi, Akdeniz'den izole bir havza haline gelmiştir (Stanley ve Blainpaid, 1980). Daha sonra Neoeuxiniyen'in ilerleyen evrelerinde buzullar kısmen erimeye başlamış, buzulların erimesiyle de Don, Dinyeper, Dinyester gibi büyük nehirler taşmış ve tatlı sularını dolayısıyla da tatlı su faunasını Karadeniz'e taşımıştır (Federov, 1977).

Bugün, Neoeuxiniyen faunasının büyük bir çoğunluğu sadece Karadeniz civarındaki nehir ağızlarının tatlı su alanlarında, Azak Denizi'nin az tuzlu (brakiş) kesimlerinde, Hazar Denizi'nde, Aral Gölü'nde ve hatta Baltık Denizi'nde yaşamaktadır. Bu sebeple Neoeuxinian faunasına "Kaspian (Hazar bölgesi) fauna" adı da verilmektedir (Nevesskaya, 1965; Tchepalyga, 1980). Neoeuxiniyen'in son evrelerinde gerçekleşen kuraklık sebebiyle deniz seviyesinde tekrar bir düşme gerçekleşmiş ve bu durum Holosen başlangıcındaki transgresyona kadar sürmüştür. Neoeuxiniyen gölüne ait sedimentolojik ve faunal kayıtlara (başlıca mollusk olmak üzere) ülkemizde Sakarya deltasında (Görür vd., 2001) ve Marmara Denizi dip çökeltilerinde (İslamoğlu ve Tchepalyga, 1998; Aksu vd., 1999; Çağatay vd., 2000; İslamoğlu, 2002; 2015; Taviani vd., 2014) rastlanılmıştır.

Yer kabuğunun tarihçesinde deniz seviyesindeki büyük salınımlar dramatik paleoortamsal değişikliklere ve hatta toplu yok olmalara neden olduğu bilinir (Hallam ve Wignall, 1997). Buna en ünlü örneklerden biri olarak "Nuh Tufanı" sellenme öyküsü verilebilir. Ryan vd. (1997, 2003)'nin Karadeniz'in kuzeyinde yapmış olduğu çalışmalarında gerek sismik verilerde ve gerekse jeolojik kayıtlarda günümüzden yaklaşık olarak 140 m aşağıda büyük ve devamlı bir erozyon yüzeyi ile gömülü kanalların, kıyı düzlüklerinin ve haliçlerin varlığından söz etmişlerdir. Yine Ryan vd.'ne (2003) deniz tabanından alınan karotlarda söz konusu erozyon yüzeyinin hemen üzerinde kaotik ve karışık bir şekilde tatlı su molluskleri (başlıca *Dreissena rostriformis*) ile brakiş-denizel özellikli Akdeniz kökenli örihalin mollusklerin (*Mytilus 'edulis'* (= *Mytilus galloprovincialis*), *Cerastoderma edule* gibi) birarada bulduklarını tespit etmişler ve bu olayın ancak su seviyesinde ani ve katstrofik bir yükselme sonucunda gerçekleşmiş olabileceği sonucuna varmışlardır. Bu görüşe göre, günümüzden yaklaşık 8400 yıl önce (ilk hipoteze göre 7200 yıl önce), Karadeniz'in bulunduğu alanda su seviyesinin günümüzden 140 m aşağıda olduğu bir göl havzası (Neoeuxinian gölü) bulunmaktaydı ve bu göl havzası Holosen başında Akdeniz'den gelen tuzlu suların İstanbul boğazındaki -35 m lik eşik derinliğini aşmasıyla, Karadeniz hızla dolmuş ve suların gürültülerle bir çağlayan gibi boşaldığı bu olay yaklaşık 1 yıl gibi çok kısa bir süre içerisinde gerçekleşmiştir (Ryan vd., 1997; 2003). Bu dönemin arkeolojik olarak da önemi vardır. Söz konusu zaman aralığı Neolitik döneme karşılık gelmektedir. Araştırmacılara göre, bu 'katastrofik' olay sırasında Karadeniz'in kuzeyinde yaşayan ve tarımla uğraşan insanların yaşamları büyük ölçüde etkilenmiş ve verimli topraklarını kısa sürede kaybetmelerine yol açmıştır. Böylece mevcut insan toplulukları daha kuzeye ve Avrupa içlerine doğru göç etmek zorunda kalmış ve bu olay daha sonra insan toplulukları arasında "Nuh Tufanı" olarak nesilden nesile aktarılmıştır.

Ryan vd. (1997)'nin öne sürdüğü “katastrofik sellenme” hipotezinden sonra, bu düşünce pek çok araştırmacının ilgisini çekmiş ve başta Karadeniz olmak üzere, Marmara Denizi'nde, İstanbul ve Çanakkale Boğazlarında ve Karadeniz kıyılarında pek çok jeolojik, paleontolojik, sedimantolojik, arkeolojik ve oşinografik amaçlı pek çok çalışma yapılmıştır. Çalışmalar sonucunda sellenmenin doğası, yönü ve derecesi hakkında Ryan vd. (1997)'nin görüşünü destekleyen araştırmacılar olmakla birlikte (Ballard, 2000; Lericolais vd., 2007), farklı görüşler de ortaya atılmıştır (Görür vd., 2001; Aksu vd., 2002; Yanko-Hombach, 2007). Bu farklı görüşlere göre Karadeniz'deki söz konusu sellenme 'dereceli (gradual)' veya 'salınımlı (fluctuating)' olarak gerçekleşmiştir. Bunlar arasında Yanko-Hombach (2007)'in görüşüne göre Akdeniz kökenli euryhaline organizmalar Karadeniz'e yaklaşık 9500 yıl önce girmiş ve bu sırada Karadeniz'in su seviyesi -42 metreden -18 metreye yükselmiştir. Araştırmacı, bu sayede Holosen içinde altı transgresif ve regresif evre saptamıştır. Yine Yanko-Hombach (2007)'in bentik foraminifer ve mollusk bulgularına göre, Karadeniz'de geç Pleyistosen sırasında mevcut olan Neoeuxinian gölü üzerine ilerleyen Akdeniz kökenli transgresyon, katastrofik olmayıp, salınımlı bir davranış özelliği göstermiş; bu sayede de Holosen faunası kolonize olabilecek yeterli zamanı bulmuştur. Yine benzer düşünce diğer araştırmacıların Marmara ve İstanbul Boğazı'ndan (Çağatay vd., 2000), Marmara ve Batı Karadeniz'den (Aksu vd., 1999, 2002), İstanbul Boğazı'ndan (Kerey vd., 2004), Sakarya deltasından (Görür vd., 2001) elde ettikleri sedimantolojik, faunal ve radyometrik tarihlendirme bulgularla da elde edilmiştir. Bu araştırmacılara göre de Karadeniz ve Marmara'daki erken Holosen denizel transgresyonu katastrofik bir olay değil, tersine daha uzun zamanda gerçekleşen ve su seviyesinin dereceli olarak artış gösterdiği bir olgudur.

Buna karşılık, katastrofik görüşü destekleyenler gerek Romanya ve gerekse Sakarya, Sinop, boğazlar ve hatta Çanakkale kıyılarında

yaptıkları çalışmalarda, “Nuh Tufanı”ni desteklediğini düşündükleri kesiksiz erozyon yüzeyleri ile kesilmiş derin vadiler, eski ve gömülü kıyı çizgileri, kıyı dünleri ve suyla kaplanmış plaj çökellerine rastlamışlardır (Ballard vd., 2000; Algan vd., 2000; Major vd., 2002; Eriş vd., 2007; Gökaşan vd., 2010). Sonuçta; tüm görüşler halen tartışmalıdır.

4. Sonuçlar

İklimsel ve jeodinamik değişiklikler, Paratetis Bölgesi ve Ponto-Kaspik havzalar sisteminde kendine özgü bölgesel olayların, ortamların gelişmesine, floral ve faunal toplulukların göç etmesine, adaptasyonlarına, yok olmalarına veya hızlı evrim geçirerek endemik türlerin gelişimine yol açmıştır. Faunal evrimi ve endemizmi en iyi yansıtan fosil gruplarından biri de mollusklar olup özellikle hızlı evrimleşen gastropod ve bivalve türleri ile oldukça iyi biyostratigrafik çalışmalar ve kısa zaman aralıklarını temsil eden yaşlandırmalar yapılabilmektedir. Coğrafik ve faunal farklılıklardan yola çıkılarak, Oligosen'den günümüze Paratetis'in tarihçesini gösteren çeşitli paleocoğrafik haritalar ve bölgesel dataların Akdeniz'deki bulgularla karşılaştırıldığı jeokronolojik – kronostratigrafik zaman çizelgeleri oluşturulmuştur (Popov vd., 2006; Yanina, 2014).

Gerek iklimsel modellerin ortaya konulabilmesi ve gerekse iklimin çevreye, ortamlara ve biyoçeşitliliğe etkisinin anlaşılabilmesi için son yıllardaki çalışmalar yakın geçmişimizdeki iklimi anlayabilmek üzere özellikle Geç Miyosen – Holosen dönemine yoğunlaşmıştır.

Yine geleceğe dair iklimsel öngörülerin daha iyi değerlendirilmesi için, son yıllarda daha az bilinen alanlar olarak denizlere, göllere ve göl/denizdibi araştırmalara daha fazla ağırlık verilmektedir. Bilindiği üzere ülkemiz üç tarafı denizlerle kaplı bir coğrafyada ve Paratetis – Ponto-Kaspik havzalar ile Ege ve Akdeniz arasında özel bir coğrafik konuma sahiptir.

Yakın zamanda Ponto-Kaspik havzaların Kuvaterner tarihçesini incelemek ve 15 genç araştırmacıyı yetiştirmek üzere, Horizon 2020 – Marie Curie kapsamında 2015-2018 yıllarını kapsayan bir program başlatılmıştır (Drivers of Pontocaspian biodiversity Rise and Demise: a new Marie Curie Initial Training Network (ITN) 2015 - 2018 (Wesselingh vd., 2013a,b; <https://science.naturalis.nl/en/pride-programme/>). Yürütülecek bu program kapsamında iklimsel olayların doğası döngüsünden kaynaklanan etmenlerin pontokaspik bölgedeki deniz ve göl sistemleri üzerine sedimentolojik, paleontolojik, jeomorfolojik, iklimsel etkileri çok yönlü olarak incelenecektir.

Gerek Ponto-kaspik bölgenin ve gerekse Akdeniz bölgesinin arasında özel bir konumda bulunan ülkemiz, özellikle Geç Miyosen – Kuvaterner dönemindeki deniz ve göl sistemleri ile bunların arasındaki ilişkilerin incelenebileceği anahtar bölgelerden biri olma özelliğine sahiptir. Böylece, Gerek iklimsel olayların coğrafik ve jeolojik süreçlere etkisi ve gerekse buralarda yaşamış ve yaşamakta olan organizmaların bu olaylara vermiş oldukları tepkiler gibi bilimsel pek çok problemin ve soruların incelenip çözülebileceği alan ülkemizin deniz ve kıyılarıdır. Bu durum, yeni multi-disipliner uzmanlık alanlarına, ekip çalışmalarına ve yeni uzmanlara ne derece gereksinimimiz olduğunu göstermektedir.

Bu nedenle, yer bilimleri, deniz ve göl araştırmaları ve ilgili disiplinlerde ülkemizin önünü açacak niteliklere sahip yeni araştırmacıların teşvik edilmesi, desteklenmesi, yetiştirilmesi ve mevcut kurumların kurumsal yapılarının, laboratuvarlarının iyileştirilmesi, yenilerinin kurulması ve bu birimlerde çalışacak sadece nitelikli personele yer verilmesi, mevcut ekiplerin kadrolarının güçlendirilmesi oldukça önemli konulardır.

Unutulmamalıdır ki; karalarımızı ve denizlerimizi iyi tanımamız demek, ülkemizin bilimsel arenada daha güçlü olmamız ve jeopolitik

konumumuz itibarıyla uluslararası sularda daha çok söz sahibi olmamız demektir.

5. Değerlendirilen Belgeler

Aksu, A.E., Hiscott, R.N., Yasar, D. 1999. Oscillating Quaternary water levels of the Marmara Sea and vigorous outflow into the Aegean Sea from the Marmara Sea–Black Sea drainage corridor, *Marine Geology* 153: 275–302.

Aksu, A.E., Hiscott, R.N., Yasar, D., Isler, F.I., Marsh, S. 2002. Seismic stratigraphy of Late Quaternary deposits from the southwestern Black Sea shelf: evidence for noncatastrophic variations in sea-level during the last 10000 yr. *Marine Geology* 190, 61–94.

Algan A.O., Yalçın M.N., Özdoğan M., Yılmaz Y., Sari E., Kırıcı Elmas E., Yılmaz İ., Bulkan Ö., Ongan D., Gazioğlu C., Demirel S., Sarı E., Ongan D. 2000. A High-Resolution Seismic Study In Sakarya Delta And Submarine Canyon, Southern Black Sea Shelf, *Continental Shelf Research*, 22/10:1511-1527.

Andrusov, N.I. 1894. Expedition on “Seljanik” to Marmara Sea. selected works, IY (in Russian).

Badertscher, S., Fleitmann, D., Cheng, H., Edwards, R.L., Göktürk, O.M., Zumbühl, A., Leuenberger, M., Tüysüz, O. 2011. Pleistocene water intrusions from the Mediterranean and Caspian seas into the Black Sea. *Nature Geoscience* 4, 236-239.

Balabanov, I.P., Izmailov, Ya. A. 1988. Changes in the Black and Azov Seas level and hydrochemical regime over the last 20 ka. *Vodnye Resursy* 6, 54–62 (in Russian).

Ballard, R.D., Coleman, D.F., Rosenberg, G.D. 2000. ‘Further evidence of abrupt Holocene drowning of the Black Sea shelf’ *Marine Geology*, 110 253-61.

Büyükmeriç, Y. 2015. Late Neoeuxinian – Early Holocene mollusc and sedimentary records in the Marmara Sea show the dynamic nature of post-glacial flooding (NW Turkey), *Third Plenary Meeting and Field Trip of IGCP 610 “From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human Response during the Quaternary”*, Astrakhan, Russia, on 22-30 September 2015 (baskıda).

- Büyükmeriç, Y., Wesselingh, F.P., Alçiçek, M.C. 2015. Middle-late Pleistocene marine molluscs from Izmit Bay area (eastern Marmara Sea, Turkey) and the nature of Marmara – Black Sea corridors (Izmit Bay, eastern Marmara Sea), *Quaternary International* (baskıda).
- Cita, M.B., Wright, R.C., Ryan, W.B.F., Longinelli, A. 1978. Messinian paleoenvironments. In: Hsü, K.J. (Ed.), *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, pp. 1003–1035.
- Çağatay M.N., Görür N., Algan O., Eastoe C., Tchepalyga A., Ongan D., Kuhn T., Kuşçu İ. 2000. Last glacial-Holocene paleoceanography of the Sea of Marmara: timing of the last connections with the Mediterranean and the Black Sea. *Marine Geology* 167:191–206.
- Dinu, C., Wong, H.K., Tambrea, D., Matenco, L. 2005. Stratigraphic and structural characteristics of the Romanian Black Sea shelf. *Tectonophysics* 410, 417–435.
- Emre, Ö., Erkal, T., Tchepalyga, A., Kazancı, N., Keçer, M., Ünay, E. 1998. Marmara bölgesinin Neojen – Kuvaterner'deki evrimi, *Bulletin of Mineral Research and Exploration*, 120, 233- 258.
- Eriş, K.K., Ryan W.B.F., Çağatay, M.N., Sancar, U., Lercolais, G., Menot, G., Bard, E. 2007. The timing and evolution of the post-glacial transgression across the Sea of Marmara shelf south of Istanbul. *Marine Geology* 243:57–76.
- Erol, O., Çetin, O. 1995. Marmara Denizi'nin Geç Miyosen-Holosen'deki evrimi. In: Meric, E (ed) *Izmit Körfezi'nin Kuvaterner istifi*. Istanbul, pp 313–348.
- Federov, P.V. 1977. Late Quaternary history of the Black Sea and southern seas of Europe. In Kaplan, P.A. and Shcherbakov, F.A. (eds), *Paleogeographiia i otlozheniia pleistoseni iuzhnykh morei SSSR (Paleogeography and Deposits of the Pleistocene of the southern Seas of the USSR)*, Nauka, Moscow, 25-32 (in Russian).
- Göktaşan, E., Tur, H., Ergin, M., Görüm, T., Gül Batuk, Sağcı, Ustaömer, T., Emem, O., Alp, H. 2010. Late Quaternary evolution of the Çanak-kale Strait region (Dardanelles, NW Turkey): implications of a major erosional event for the postglacial Mediterranean-Marmara Sea connection, *Geo-Marine Letters*, 30:113–131.
- Görür, N., Çağatay, N.M., Emre, Ö., Alpar, B., Sakıncı, M., İslamoğlu, Y., Algan, O., Erkal, T., Keçer, M., Akkök, R., Karlık, G. 2001. Is the abrupt drowning of the Black Sea shelf at 7150 yr BP a myth? *Marine Geology* 176, 65-73.
- Hallam, A., Wignall, P.B. 1997. *Mass Extinctions and their Aftermath*. Oxford University Press, Oxford. 320 pp.
- Hsü, K.J., Giovanoli, F. 1979. Messinian event in the Black Sea. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 29, 75–93.
- İslamoğlu, Y. 2002. "Neoeuxinian – Holocene molluscan fauna of the southern part of the Marmara Sea between Gemlik and Bandırma Bay (NW Turkey)", in "Oceanography of the Eastern Mediterranean and Black Sea, Similarities and Differences of Two Interconnected Basins", (ed: Ayşen Yılmaz), Published by *TÜBİTAK Publishers* (ISBN: 975-288-451-2), 953-960, Ankara.
- İslamoğlu, Y. 2009. Middle Pleistocene bivalves of the İznik lake basin (Eastern Marmara, NW Turkey) and a new paleobiogeographical approach. *International Journal of Earth Sciences* 98:1981–1990.
- İslamoğlu, Y., Tchepalyga, A.L. 1998. Marmara Denizi'nde mollusk toplulukları ile saptanan Neoeuxinian-Holosen'deki ortamsal değişiklikler. *Türkiye Jeoloji Bulteni* 41(1):5 5–62.
- İslamoğlu, Y., Kazancı, N., Emre, Ö., Alçiçek, C. 2001. Karangatian (= Early Upper Pleistocene) molluscan fauna from Yalova region and its paleoecologic features (NW Turkey). Fourth International Turkish Geology Symposium (ITGS IV), 24-28 September. 2001, Adana, 129.
- Kerey, I.E., Meric, E., Tunoğlu, C., Kelling, G., Brenner, R., Dogan, Ü. 2004. Black Sea, Marmara Sea Quaternary connections: new data from the Bosphorus, İstanbul, Turkey, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 204: 277-295.
- Krijgsman, W. 2002. The Mediterranean: Mare Nostrum of Earth sciences. *Earth and Planetary Science Letters*, 205, 1-12.
- Krijgsman, W., Stoica, M., Vasiliev, I., Popov, V.V. 2010. Rise and fall of the Paratethys Sea during the Messinian Salinity Crisis, *Earth and Planetary Science Letters*, 290: 183–191.
- Laskerev, V.D. 1924. Sur les equivalents du Sarmatien superieur en Serbie, in: Vujević, P. (Ed.),

- Receuil De Traveaux Offert A. M. Jovan Cvijic Par Ses Amis et Collaborateurs. Drzhavna Shtamparija, Beograd, 73-85.
- Lericolais G., Popescu I., Guichard F., Popescu S. M. 2007. Water-level fluctuations in the Black Sea since the Last Glacial Maximum. (Springer), In "The Black Sea Flood Question: Changes in Coastline, Climate, and Human Settlement", Valentina Yanko-Hombach, Allan S. Gilbert, Nicolae Panin and Pavel M. Dolukhanov, ISBN 978-1-4020- 4774-9, 4: 437-452.
- Major, C.O., Ryan, W.L.G., Hajdas, I. 2002. Constraints on Black Sea outflow to the Sea of Marmara during the last glacial-interglacial transition. *Mar Geol* 190:19–34
- Meijer, P.T., Krijgsman, W., 2005. A quantitative analysis of the desiccation and re-filling of the Mediterranean during the Messinian salinity crisis. *Earth and Planetary Science Letters*, 240: 510–520.
- Mascarelli, A.L. 2009. Quaternary geologists win timescale vote. *Nature* 459/4 (June), p. 624.
- Meijer, P.T., Krijgsman, W. 2005. A quantitative analysis of the desiccation and re-filling of the Mediterranean during the Messinian salinity crisis. *Earth and Planet. Science Letters* 240: 510-520.
- Meriç, E. 1995. İstanbul Boğazı öncesinde Marmara Denizi -Karadeniz bağlantısının İzmit Körfezi – Sapanca gölü- Sakarya vadisi boyunca gerçekleştiğinin ön bulguları.: İzmit Körfezi Kuvaterner istifi (Engin Meriç), 295-302, İstanbul.
- Meriç, E., Yanko, V., Avşar, N., Nazik, A., Koral, H. 1995. Kuvaterner döneminde Akdeniz ile Marmara arasındaki deniz bağlantıları, İzmit Körfezi Kuvaterner istifi (Ed.: Engin Meriç), 285-293.
- Meulenkamp, J.E., Sissingh, W. 2000. Maps 17–23. Tertiary. In: Dercourt, J., Gaetani, M., et al. (Eds.), *Atlas Peri-Tethys, Palaeogeographical Maps*. CCGM/CGMW, Paris, pp. 153–268.
- Nazik A, Meriç E, Avşar N, Ünlü S, Esenli V, Gökaşan E. 2011. Possible waterways between the Marmara Sea and the Black Sea in the late Quaternary: evidence from ostracod and foraminifer, assemblages in lakes İzmit and Sapanca, Turkey. *Geo-Mar Lett* 31:75-86.
- Nevevskaya, L.A. 1963. Guide to the identification of bivalves from Quaternary marine sediments of the Black Sea). *Trudy Paleontologicheskogo Instituta Akademii Nauk SSSR* [Transactions of the Paleontological Institute, Academy of Sciences USSR] Moscow, 96, 211 pp (in Russian).
- Nevevskaya, L.A. 1965. Late Quaternary Mollusks of the Black Sea, Their Systematics and Ecology. *Academy of Science of the USSR, Moscow*, p. 392 (in Russian).
- Pfannenstiel, M. 1944. Die diluvialen Entwicklungsstadien und die Urgeschichte von Dardanellen, Marmarameer und Bosphorus. Ein Beitrag zu den klimatisch bedingten, eustatischen Spiegelschwankungen des ittelmeeres. *Geologischve Rundschau Diluvialgeschhichte Klima* 34(7):342–434.
- Popov, S. V, Akhmetev, M. A., Zaporozhets, N. I., Voronina, A. A., & Stolyarov, A. S. 1993. Evolution of the Eastern Paratethys in the Late Eocene - Early Miocene. - *Strat. Geol. Corr.*, 1/6: 10-39, Moscow (Interperiodica).
- Popov, S.V., Shcherba, I.G., Ilyina, L.B., Nevevskaya, L.A., Paramonova, N.P. Khondkarian, S.O., Magyar, I. 2006. Late Miocene to Pliocene palaeogeography of the Paratethys and its relation to the Mediterranean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 238, 91–106.
- Rögl, F. 1998. Palaeogeographic Considerations for Mediterranean and Paratethys Seaways (Oligocene to Miocene). - *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien*, 99A: 279-310.
- Ryan, W.B.F., Pitman. W.C., Major. C.O., Shimkus, K., Maskalenko. V., Jones. G.A., Dimitrov. P., Görür, N., Sakiç. M. Yüce. H. 1997. 'An abrupt drowning of the Black Sea' *Shelf Marine Geology*, 138: 119-126.
- Ryan. W.B.F., Major. C.O., Lericolais, C., Goldstein. S.L. 2003. 'Catastrophic flooding of the Black Sea', *Annual Review Earth and Planetary Sciences*, 31: 525–554.
- Stanley, D.J., Blanpied, C. 1980. Late Quaternary water exchange between the Eastern Mediterranean and the Black Sea. *Nature* 285, 537-541.
- Svitoch, A.A. 2010. The Neoeuxinian basin of the Black Sea and the Khvalinian transgression of the Caspian Sea, *Quaternary International* 225: 230–234.

- Taner, G. 1983. Hamzaköy Formasyonu'nun Çavda (Baküniyen) Bivalvleri, Gelibolu Yarımadası. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bulteni* 26(1):59–64.
- Taviani, M., Angeletti, L., Çağatay, M.N., Gasperini, L., Polonia, A., Wesselingh, F.P. 2014. Sedimentary and faunal signatures of the post-glacial marine drowning of the Pontocaspian Gemlik "lake" (Sea of Marmara). *Quaternary International* 345, 11-17.
- Tchepalyga, A.L. 1980. Paleogeographia i Paleokologia morskikh bassenov Ponto-Kaspia v Pliio-Pleistotsene: Avtoreferat Doktorskoi Dissertatie, Institut Geographii RAN, 32.
- Tchepalyga A. 1995. Pliyo-Pleyistosen Karadeniz havzaları ile bunların Akdeniz ile ilişkileri. In: Meric, E. (ed) *_İzmit Körfezinin Kuvaterner istifi*. İstanbul, pp 303–311.
- Tchepalyga, A.L. 2007. Noah's Flood in Ponto-Caspian region: theory, influence on the Black Sea-Mediterranean Corridor, Noah's voyage reconstruction. In: *Black Sea - Mediterranean Corridor during the Last 30 ky: Sea Level Change and Human Adaptation*. Rosselkhozakademiya, Moscow, pp. 35-37.
- Van Baak, C. 2015. Mediterranean-Paratethys connectivity during the late Miocene to recent: unravelling geodynamic and paleoclimatic causes of sea level change in semi-isolated basins. *Utrecht Studies in Earth Sciences*, No: 87, 279 pp. *CPI Wöhrmann, Zutphen*, The Netherlands (ISBN: 978-90-6266-399-6).
- Van Baak, C. 2015. Mediterranean-Paratethys connectivity during the late Miocene to Recent: Unravelling causes of sea-level change in semi-isolated basins. *Utrecht Studies in Earth Sciences*, No: 87, 275 pp..
- Van Couvering, J.A. 1997. The Pleistocene Boundary and Beginning of Quaternary. *World and Regional Geology Series 9, Cambridge University Press*, New York, 312 s.
- Wesselingh, F.P., Yanina, T., Anistratenko, V., Büyükmeriç İslamoğlu, Y., Alçiçek, H., Alçiçek, M.C. 2013a. The rise and fall of Pontocaspian biota, VIII All-Russian Conference on Quaternary Research: "Fundamental problems of Quaternary, Results and main trends of Future Studies": Collection of papers (Rostov-on-Don, 10–15 June 2013). Rostov-on-Don. SSC RAS Publishers, 2013. 764 p. (in Russian) ISBN 978-5-4358-0059-3, p. 109-110.
- Wesselingh, F.P., Büyükmeriç İslamoğlu, Y., Alçiçek, H., Alçiçek, M.C., Anistratenko, V., Yanina, T. 2013b. Neogene - Quaternary Paratethian - Pontocaspian Gateways and the Role of Anatolia in the Evolution of Pontocaspian Biota, 14th RCMNS 8-12 September 2013 İstanbul, Neogene to Quaternary Geological Evolution of Mediterranean, Paratethys and Black Sea, Book of Abstracts, p. 63.
- Yaltırak, C. 2002. Tectonic evolution of the Marmara Sea and its surroundings, *Marine Geology*, 190/1-2, 493-529.
- Yaltırak, C., Ülgen, U. B., Zabcı, C., Franz, S. O., Akçer Ön, S., Sakıncı, M. Çağatay, M.N., Alpar, B., Öztürk, K., Tunoğlu, C., Ünlü, S. 2012. Discussion: a critique of Possible waterways between the Marmara Sea and the Black Sea in the late Quaternary: evidence from ostracod and foraminifer assemblages in lakes İznik and Sapanca, Turkey, *Geo-Marine Letters*, 32:267–274.
- Yanina, T.A. 2014. The Ponto-Caspian region: Environmental consequences of climate change during the Late Pleistocene. *Quaternary International* 345, 88-99.
- Yanko-Hombach, V. 2007. Controversy over Noah's flood in the Black Sea: geological and foraminiferal evidence from the shelf. In: Yanko-Hombach, V., Gilbert, A.S., Panin, N. & Dolukhanov, P.H. (eds.). *The Black Sea Flood Question*. Springer, Dordrecht. Pp. 149-203.