



**Moralli Deresi Sisteminin Kuvaterner Yaşlı Tortullarının Tane Boyu Dağılımı ve Depolanma Ortamları (Tuşba, Van, Türkiye)**  
*Grain Size Distribution and Depositional Environment of Quaternary Sediments in Moralli Stream System (Tuşba, Van, Turkey)*

**Gül Şen<sup>\*1</sup> , Türker Yakupoğlu<sup>1</sup> **

<sup>1</sup> *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 65080, Tuşba, Van Türkiye*

• Geliş/Received: 24.12.2021 • Düzeltmiş Metin Geliş/Revised Manuscript Received: 07.04.2022 • Kabul/Accepted: 13.04.2022  
• Çevrimiçi Yayın/Available online: 17.04.2022 • Baskı/Printed: 15.04.2022

*Araştırma Makalesi/Research Article*

*Türkiye Jeol. Bül. / Geol. Bull. Turkey*

**Öz:** Bu çalışmada Van ili sınırları içinde, Van Gölü'nün doğusunda yer alan Moralli Deresi kanalındaki ve civarındaki Kuvaterner yaşlı akarsu-göl tortullarının tane boyu dağılımı belirlenerek, depolanma ortamlarındaki hidrokinamik enerjinin aşınma, taşınma ve depolanma sürecindeki etkisinin ortaya çıkarılmasının yanı sıra tortul fasiyeslerin tanımlanması, depolanma ortamları ve çökme ortamının jeomorfolojik özelliklerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Tortulların tane boyu dağılım eğilimini belirlemek için derenin kaynak alanından başlanarak, Van Gölü'ne döküldüğü yere kadar belirli aralıklarla alınan toplam 42 adet tortul numunesine tane boyu analizi yapılmıştır. Akarsu kaynak alanından alınan tortulların tane boyları çoğunlukla 0,42-0,25 mm arasında, akarsu yatağının akış aşağı kısımlarından alınan tortulların tane boylarının ise 0,125-0,037 mm arasında olduğu belirlenmiştir. Akarsu tortullarının ortalama tane boyu ince kum-çok ince kum boylarında, boylanma parametresi genel olarak kötü boylanma sınıfında, yamukluk derecesi çoğunlukla kuvvetli negatif çarpık, tepelenme derecesi ise platikurtik olarak tespit edilmiştir. Delta düzlüğünden alınan tortul numunelerinin tane boyları 4,75-0,25 mm, delta kanallarından alınan tortul numunelerinin tane boyları 1,00-0,25 mm, delta önü alanından alınan tortul numunelerinin tane boyları ise 0,074-0,037 mm arasında dağılım göstermiştir. Delta düzlüğü tortullarının ortalama tane boyu kaba kum sınıfında, kötü boylanmalı, pozitif çarpık ve mezokurtik özelliklerinde, delta kanalı tortullarının ortalama tane boyu orta-ince kum sınıfında, kötü boylanmalı, pozitif çarpık ve platikurtik özelliklerinde, delta önü tortullarının ortalama tane boyu çok ince kum sınıfında, orta boylanmalı, negatif çarpık ve leptokurtik özelliklerinde olduğu belirlenmiştir. Kıyı tortullarının tane boylarının ise ağırlıklı olarak 1-0,42 mm aralığında olduğu belirlenmiştir. Kıyıda özellikle düşük enerjinin etkili olduğu kıyı önü alanında 0,074-0,037 mm boyundaki ince taneleri içeren tortullar bulunmaktayken, akıntı kanalı ve kıyı kırınım alanlarında ise >4,75 mm boyundaki çakıl tanelerini içeren tortulların çökeldiği saptanmıştır. Van Gölü kıyı tortullarının ortalama tane boyu dağılımı çok kaba kum, kaba kum ve orta kum boylarında olup, orta-iyi ve orta boylanma, simetrik-pozitif çarpıklık ve leptokurtik parametreleriyle temsilidir.

Bu çalışma kapsamında yapılan sedimantolojik analizler sonucu elde edilen tane boyu ve istatistik parametre verileriyle Moralli Deresi'nin hidrokinamik enerjisinin kum-silt-kil boyu taneleri taşıyabilecek potansiyelde, Van Gölü'nün dalga enerjisinin ise çakıl ve kum boyu taneleri taşıyabilecek potansiyelde olduğu ve akaçlama ağı havzasında depolanmış tortul tane boyunun akış aşağıya doğru incelendiği ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca, Van Gölü su seviyesinde iklimsel değişikliklerden kaynaklı yükselmeler ve alçalmaların oluşturduğu akarsu, delta ve gölsel kıyı depolanma ortamlarında çökelen tortulların fasiyesleri tanımlanmış olup, tektonik ve hidrokinamik aktivitelerden kaynaklanan jeomorfolojik unsurlar (kıyı oku, kıyı dili, kıyı bariyeri, göl ve akarsu taraçası) belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Akarsu-göl tortulları, depolanma ortamları, Kuvaterner, Moralli Deresi, tane boyu analizi, Van Gölü.

**Abstract:** *This study aimed to determine the grain size distribution trend of the Quaternary aged fluvio-lacustrine sediments of the Moralli Stream system, which is located within the borders of Van province to the east of Lake Van, and to reveal the effects of hydrodynamic energy on the erosion, transportation and depositional processes. Moreover, it aimed to define the sedimentary facies and geomorphological characteristics of the depositional environment. In order to determine the grain size distribution trends of the sediments, a grain size analysis was carried out by using a total of 42 sediment samples taken from the source area of the Moralli Stream in the area where it spills into Lake Van. It was determined that the grain size of the sediments taken from the stream source area was dominantly between 0.42-0.25 mm, and the grain size of the sediments taken from the downstream parts of the channel bed was between 0.125-0.037 mm. The mean grain size of the fluvial sediments is fine-very fine, the sorting parameter is generally in the poorly sorted class, the skewness degree is strongly negatively skewed, and the degree of kurtosis was determined as platykurtic. The grain size of the sediment samples taken from the delta plain is 4.75-0.25 mm, the grain size of the sediment samples taken from the delta channels is 1.00-0.25 mm, and the grain size of sediment samples taken from the delta front ranged between 0.074-0.037 mm. The delta plain sediments is a coarse sand with poor sorting, positively skewed and mesokurtic, the delta channel sediments is medium-fine sand with poor sorting, positively skewed and platykurtic, and the delta front sediments is very fine sand with moderate sorting, negatively skewed and leptokurtic. The grain size of the beach sediments was determined in the range of 1-0.42 mm. While sediments contained fine grains of 0.074-0.037 mm in size in the coastal area, especially in the low-energy foreshore area, it was determined that sediments containing >4.75 mm in size pebbles were deposited in the rip channel and shore break areas. The mean grain size of the beach sediments of Lake Van is very coarse sand and coarse-medium sand size, and is represented with moderate, moderate-well sorting, symmetric-positive skewness and leptokurtic parameters. With the grain size and statistical parameter data obtained as a result of the sedimentological analyses carried out within the scope of this study, the hydrodynamic energy of Moralli Stream has the potential to carry sand-silt-clay size grains, and the wave energy of Lake Van has the potential to transport gravel and sand-size grains. Moreover, it was found that the sediment's grain size decreased downstream in the drainage basin. In addition, the facies of sediments deposited in fluvial, delta and lacustrine environments formed by the rise and fall of the water level of Lake Van due to climatic changes were defined and geomorphological structures (coastal arrows, coastal spits, beach barriers, lake and river terraces) emerging from tectonic and hydrodynamic activity were determined.*

**Keywords:** *Depositional environments, fluvio-lacustrine sediments, grain size analysis, Lake Van, Moralli Stream, Quaternary*

## GİRİŞ

Sedimentolojinin temel hedeflerinden biri, sedimanter istiflerdeki tane boyu dağılımlarından yararlanılarak sedimanların depolanma ortamları ile ilgili çıkarımlarda bulunabilmektir (McLaren, 1981). Ayrıca, tane boyu dağılımı ve tane boyu istatistiksel parametreleri ile tortulun taşınma yolları ve taşıma yönü belirlenebilmektedir (Gao vd., 1994). Tortul tane boyu dağılımı, bir tortulun olduğu hidrolik koşullar hakkında oldukça kesin bilgi vermektedir (Dade ve Friend, 1998). Her yıl akarsular aracılığıyla karadan okyanuslara tortul taşınmakta olup, tortulların çoğunlukla nehir deltasında, kıta sahanlığında ve kıyı boyunca biriktiği tespit edilmiştir (Syvitski vd., 2003). Akarsular, su döngüsünün önemli bir parçası

olmakla birlikte yeryüzünü şekillendirerek (Erinç, 2012), hem tortul taşıma ajanı olarak çalışmakta hem de depolanma ortamları oluşmasını sağlamaktadır (Kazancı vd., 2011). Akarsu kanalının şekli ise akarsuyun hidrodinamik enerjisiyle pekişmemiş tortulları aşındırması, taşınması ve depolanması gibi çevresel faktörleri yansıtmaktadır. Hidrolik enerji ve tortul tane boyu arasındaki ilişkiler, taşınma ve depolanma mekanizmalarıyla yakından ilişkili olmakla birlikte eski akarsu birikintilerinin yorumlanması için de önemlidir (Dade ve Friend, 1998). Bu bağlamda, daha önce detaylı bir şekilde araştırılmamış olan Moralli Deresi, yüksek potansiyelde sedimentolojik ve jeomorfolojik verilere sahiptir. Bu çalışmada, Moralli Deresi kanalı ve çevresinde depolanan Kuvaterner yaşlı akarsu tortulları ile

derenin Van Gölü'ne döküldüğü alanda depolanan kıyı tortullarının tane boyu dağılımı belirlenerek, depolanma ortamlarındaki hidrodinamik enerjinin aşınma, taşınma ve depolanma sürecindeki etkisinin ortaya çıkarılmasının yanısıra tortul fasiyeslerin tanımlanması, depolanma ortamı özelliklerinin ve jeomorfolojik unsurların tespit edilmesi amaçlanmıştır.

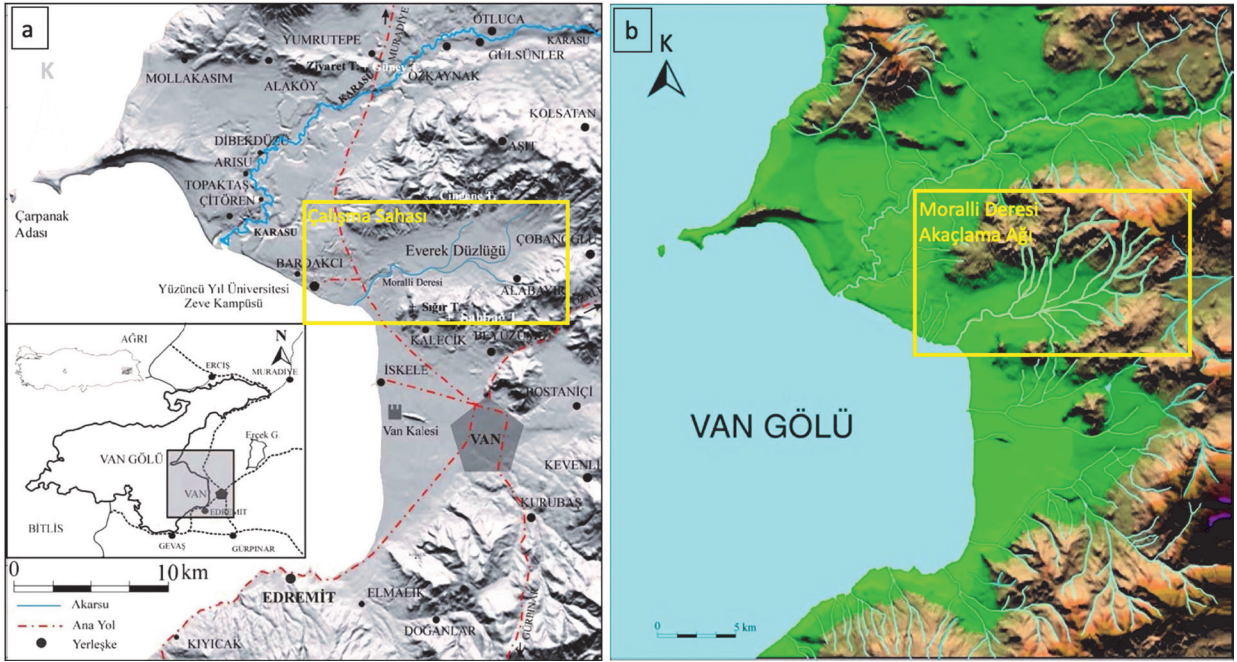
## JEOLJİK ve JEOMORFOLOJİK KONUM

Çalışma sahası Van Gölü doğusunda, Van ili K50-c4 paftası içerisinde, yaklaşık 30 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kapsamakta ve doğuda Çobanoğlu Köyü, batıda Van Gölü ve Bardakçı Köyü ve güneyinde Kalecik Köyü ile sınırlanmaktadır. Çalışma kapsamındaki Moralli Deresi'ne ait yer bulduru haritası ve akaçlama ağı haritası sırasıyla Şekil 1a ve Şekil 1b'de verilmiştir. Moralli Deresi, Ağazul

Tepe'nin güneyinden doğan Beyaztaş ve Tekmal Dereleri ve Kavran Tepe çevresinden doğan Osmangöl ve Katar dereleriyle Everek düzlüğünün orta kesimlerinde birleşmektedir (Şekil 2). Batıya doğru gidildikçe, diğer kaynakları da alarak Van Gölü'ne dökülmektedir.

## Bölgesel ve Yerel Tektonik Özellikler

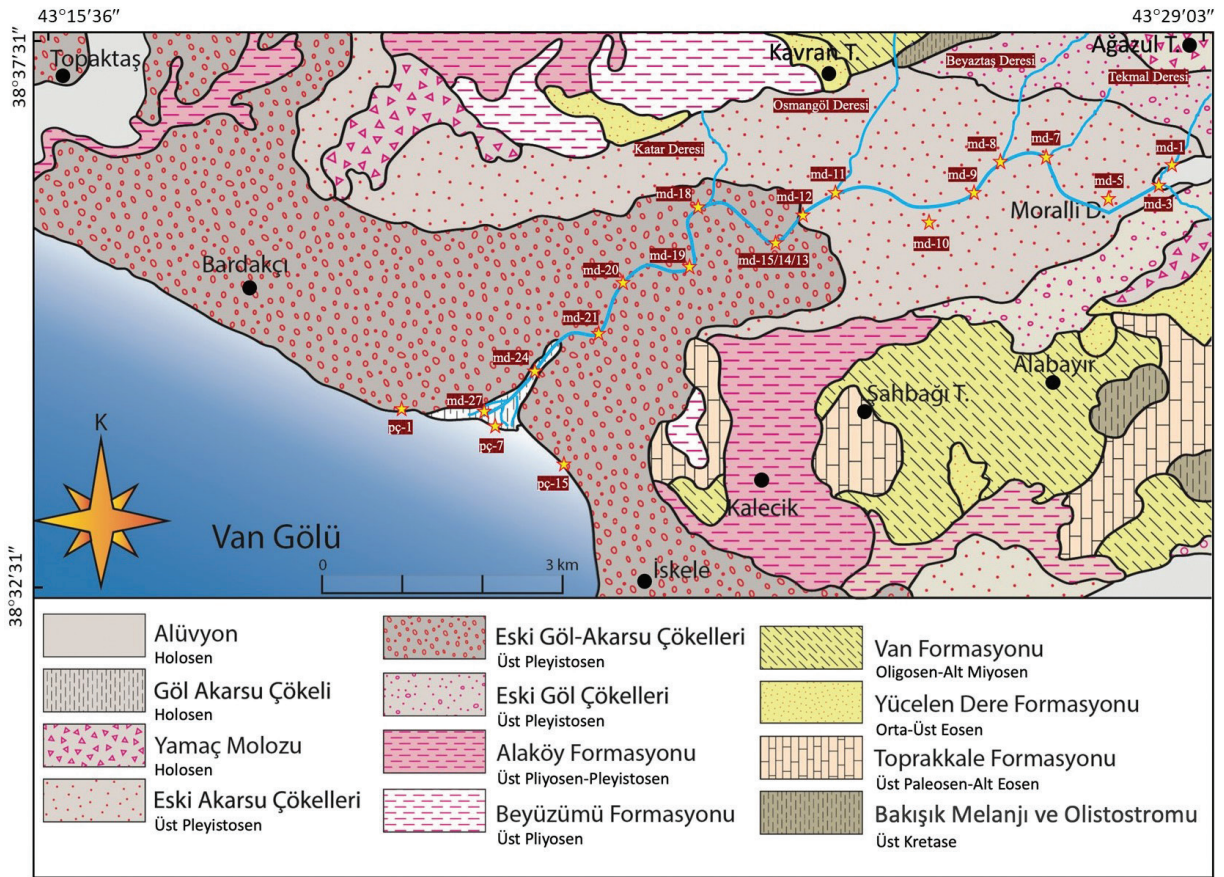
Türkiye'deki iki büyük transform fay sisteminin (DAFZ ve KAFZ) birlikte bulunduğu Doğu Anadolu Bölgesi'nin jeomorfolojisi, yoğun olarak tektonizma, iklimsel değişiklikler ve zengin akarsu akaçlama sistemleri kontrolünde şekillenmektedir. Çeşitli jeomorfolojik unsurlara ve sedimanter havzalara sahip olan Doğu Anadolu Bölgesi, morfo-sedimanter çalışmalar için oldukça ilgi çekici özelliktedir.



Şekil 1. a) Çalışma alanının yer bulduru haritası, b) Çalışma alanının akaçlama ağı haritası (Özkaymak, 2003'ten değiştirilerek hazırlanmıştır).

Figure 1. a) Location map of the studied area, b) Drainage area map of the studied area (modified from Özkaymak, 2003).





**Şekil 2.** Çalışma alanının jeoloji haritası (Sümengen, 2008'den değiştirilmiştir).

**Figure 2.** Geology map of the studied area (modified from Sümengen, 2008).

Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki Aras (Saber vd., 2020; Avşin ve Aras, 2021; Fazelpoor vd., 2021; Utlı ve Ghasemlounia, 2021), Dicle (Dengiz, 2010; Nicoll, 2010; Muhaimed vd., 2017; Husain, 2021), Fırat (Jotheri vd., 2016; Sissakian ve Al-Ansari, 2019; Lazim vd., 2020; Kadhim ve Kadhim, 2020), Kura (Mikhailov vd., 2003; Vincent vd., 2010; von Suchodoletz vd., 2016) gibi önemli akarsular yanlarında belirtilen araştırmacılar tarafından jeomorfoloji bağlamında incelenmiştir ve bölgedeki flüvyal jeomorfolojik unsurların tektonik aktiviteler kontrolünde geliştiğine değinilmiştir. Van Gölü'nün doğusunda yer alan ve Van Gölü'ne dökülen Bendimahi (Zorer, 2006; Reimer vd., 2009; Bulum, 2015; Üçler, 2019; Üner, 2019), Engil (Alaeddinoğlu

vd., 2016; Üner, 2018; Akköprü vd., 2019), Karasu (Kuzucuoğlu vd., 2010; Akın vd., 2013; Christol vd., 2013) ve Zilan (Çiftçi vd., 2008; Akköprü ve Christol, 2019) gibi büyük akarsular gerek jeolojik gerekse jeomorfolojik açıdan, yanlarında belirtilen çalışmalarda incelenmiştir. Ayrıca, diğer büyük akarsuların yer aldığı bölgeye yakın alanda, nispeten onlardan daha küçük bir menderesli akarsu olan Moralli Deresi bulunmaktadır. Moralli Deresi'nin bulunduğu arazideki jeomorfolojik unsurlar ile akarsu akaçlama ağı, Alaköy Bindirme Fayı (Okuldaş ve Üner, 2013; Yalçın vd., 2013) ve Everek Bindirme Fayı (Koçyiğit, 2013; Dicle ve Üner, 2017; Kamar, 2021) kontrolünde şekillenmektedir.



## Litostratigrafi

Van Gölü Havzası, Paleozoyik'ten günümüze kadar farklı yaşlara ait kayaç gruplarını içermektedir (Arni, 1938; Kıraner, 1959; Degens vd., 1984; Aksoy, 1988; Acarlar vd., 1991, Üner, 2003). Çalışma alanında ise yaşlıdan gence doğru Üst Kretase Bakışık melanji ve olistrostromu (Şenel vd., 1984), Geç Paleosen-Erken Eosen yaşlı Toprakkale Formasyonu (Balkaş vd., 1980; Acarlar vd., 1991), Orta-Geç Eosen yaşlı Yücelendere Formasyonu (Şenel vd., 1984; Acarlar vd., 1991), Oligosen-Erken Miyosen yaşlı Van Formasyonu (Perinçek, 1978; Balkaş vd., 1980; Şenel vd., 1984; Şenel, 1987; Acarlar vd., 1991; Yılmaz, 2017; Kazak, 2019; Korkmaz, 2020), Geç Pliyosen yaşlı Beyüzümü Formasyonu (Kutman vd., 1978; Acarlar vd., 1991; Üner vd., 2003), Geç Pliyosen-Pleyistosen yaşlı Alaköy Formasyonu (Acarlar vd., 1991), Üst Pleyistosen eski göl tortulu, eski göl-akarsu tortulu ve eski akarsu tortulu ile son olarak da Holosen yaşlı yamaç molozu, göl-akarsu tortulu ve alüvyon (Sümengen, 2008) birimleri bulunmaktadır (Şekil 2 ve Şekil 3).

## MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma kapsamında öncelikle, çalışma alanındaki sedimanter kayaların tanımlanması, sedimanter yapıların belirlenmesi, tortul örnekleme yapılması ve çalışma alanındaki jeomorfolojik unsurların tespit edilmesi gerçekleştirilmiştir. Çalışma materyalini, Moralli Deresi'nin kaynak noktasından başlanarak sistematik şekilde dere yatağındaki pekişmemiş yüzey tortullarından alınan örnekler ile Moralli Deresi'nin Van Gölü'ne döküldüğü kıyı alanındaki pekişmemiş yüzey tortullarından alınan numuneler oluşturmaktadır. Dere yatağında depolanmış tortulların tane boyu dağılımını belirleyebilmek için dere kanalının sol yakasında depolanmış akarsu ile temaslı tortullardan, yüzeyden dibe doğru yaklaşık 5 cm kalınlıktaki alandan küçük aktarıcı kürek kullanılarak toplamda on bir adet numune alınmıştır.

SİSTEM	SERİ	FORMASYON	KALINLIK (m)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
KUVATERNER	HOLOSEN	Holosen tortulları	>20	Alüvyon	Alüvyon Eski göl-akarsu tortulları Yamaç döküntüsü
		Pleyistosen tortulları	150	Eski akarsu tortulları Eski göl-akarsu tortulları Eski göl tortulları	Eski akarsu tortulları Eski göl-akarsu tortulları Eski göl tortulları
	ALAKÖY	100	Kumtaşı, kilitaşı, marn, pomza ardalması	Kumtaşı, kilitaşı, marn, pomza ardalması	
NEOJEN	PLİYÖSEN	Beyüzümü	100	Çakiltası, kumtaşı, kokinalı kireçtaşı	Çakiltası, kumtaşı, kokinalı kireçtaşı
		Van	350	Konglomera, kumtaşı, silttaşı, kilitaşı ardalması	Konglomera, kumtaşı, silttaşı, kilitaşı ardalması
PALEOJEN	EOSEN	Yücelendere	200	Marn, kireçtaşı, kumtaşı, çamurtaşı vb.	Marn, kireçtaşı, kumtaşı, çamurtaşı vb.
		Toprakkale	150	Neritik kireçtaşı	Neritik kireçtaşı
KRETASE	GEÇ KRETASE	Bakışık Melanji	400	Bakışık melanji ve olistrostromu: Serpantin, harzburjit, dunit, gabro, kireçtaşı vb.	Bakışık melanji ve olistrostromu: Serpantin, harzburjit, dunit, gabro, kireçtaşı vb.

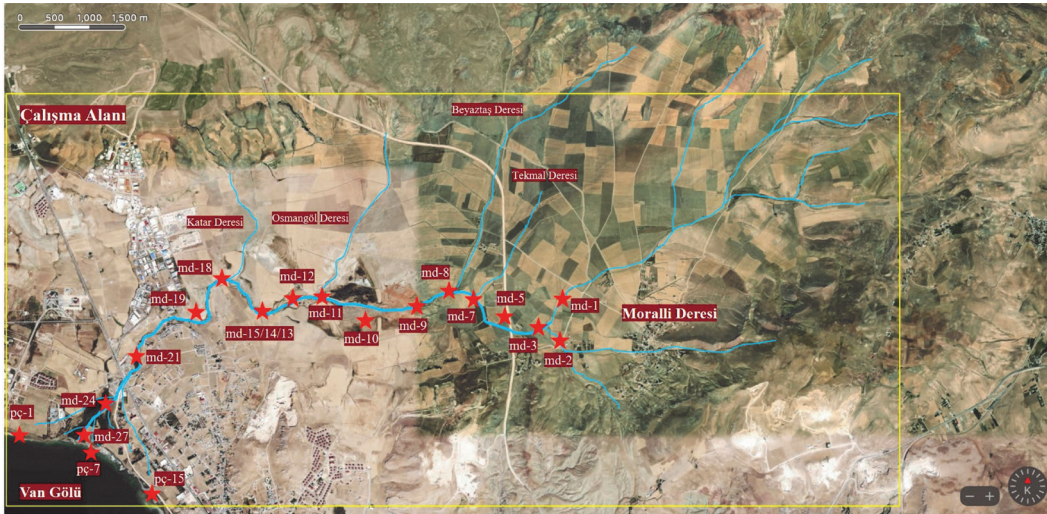
Şekil 3. Çalışma alanının stratigrafik kesiti (Acarlar, 1991; Kamar, 2005; Sümengen, 2008'den değiştirilmiştir).

Figure 3. Stratigraphic section of the studied area (modified from Acarlar, 1991; Kamar, 2005; Sümengen, 2008).

Belirlenen örnekleme aralığı haricinde Moralli Deresi kanalına tortul taşıyan Tekmal, Osmangöl, Beyaztaş ve Katar derelerinin, Moralli Deresi'yle birleştiği alanlardaki pekişmemiş yüzey tortullarından dört adet, kanal içindeki tortul birikim alanlarından olan nokta tümseklerin pekişmemiş yüzey tortullarından üç adet ve taşkın düzlüğü alanlarındaki pekişmemiş yüzey

tortullarından üç adet numune alınmıştır. Kıyı alanından on beş adet tortul numunesi, kıyı çizgisi zonundan, kıyı çizgisinin karaya doğru olan tarafından (kıyı önü) olmak üzere yüzeyden dibe doğru yaklaşık beş santimetrelilik kalınlıktaki bir alandan küçük aktarıcı kürek aracılığı ile alınmıştır. Dere kanalı ve kıyıda yaklaşık 100 m aralıklarla örnekleme yapılmıştır. Deltadan aynı metotla altı adet tortul numunesi alınmıştır. Toplamda kırk iki

adet 2 kg ağırlığında örnek alınmış, örnek alınan noktaların koordinatları GPS ile belirlenmiş ve Google Earth haritası üzerinde gösterilmiştir (Şekil 4). Örnekleme yapılan noktalardan bazıları jeoloji haritasına işlenmiştir ve koordinatları Çizelge 1’de sunulmuştur. Laboratuvar çalışması kapsamında örnekleme yapılan tortulların tane boyu analizi yapılmıştır.



Şekil 4. Tortul numunelerinin alındığı yerleri gösteren Google Earth haritası.

Figure 4. Google Earth map showing locations of the sediment samples.

Çizelge 1. Moralli Deresi ve Van Gölü kıyı alanından alınan tortul numunelerine ait GPS verileri.

Table 1. GPS data of sediment samples taken from the Moralli Stream and coastal area of Lake Van (Şen, 2015).

Lokasyon	Numune No	Koordinatlar (K;D)
Moralli Deresi Kaynak Alanı	md-1	38,57306; 43,37417
Moralli Deresi Kaynak Alanı	md-2	38,5825; 43,37583
Moralli Deresi Kaynak Alanı	md-3	38,57778; 43,37278
Taşkın Düzlüğü	md-10	38,57722; 43,35806
Tekmal Deresi Birleşim Alanı	md-7	38,57833; 43,36667
Beyaztaş Deresi Birleşim Alanı	md-8	38,57639; 43,36444
Osmanğöl Deresi Birleşim Alanı	md-11	38,57611; 43,34194
Nokta Tümseği	md-13/14/15	38,575; 43,33778
Katar Deresi Birleşim Alanı	md-18	38,56111; 43,32694
Delta Düzlüğü	md-21	38,56472; 43,30917
Delta Dağıtım Kanalı	md-24	38,55583; 43,30472
Delta Önü	md-27	38,55639; 43,30306
Göl Kıyısı	pç-1	38,5575; 43,29167
Göl Kıyısı	pç-7	38,55611; 43,30278
Göl Kıyısı	pç-15	38,55278; 43,30972

## Tane Boyu Analizi

Sedimanter tane boyu analizi Folk (1974) yöntemi izlenerek yapılmıştır. Toplam 42 adet tortul numunesi öncelikle laboratuvar koşullarında kurumaya bırakılmıştır. Daha sonra ise kuruyan numunelerden 200 gr cam beherlere aktarılmış ve fırında 100 °C sıcaklıkta 1 gün boyunca bekletilerek nemden tamamen arınacak şekilde kurutulmuştur. Analiz için hazırlanan elek takımı, en altta tava olacak şekilde alttan üste doğru sırasıyla 0,074<0,125<0,250<0,420<1<2<4,75 mm elek açıklıklarına sahip eleklerden oluşturulmuştur. Kurulan elek takımı elektrikli-titreşimli elek sallayıcısına yerleştirilmiş ve en üstteki eleğe (4.75 mm) 100 gr numune dökülmüştür. Numune konulduktan sonra elek sallayıcısı 10 dakika boyunca çalıştırılmıştır. Analiz sonlanınca eleklerin içindeki farklı tane boylarındaki numuneler hassas terazide tartılarak ağırlıkları saptanmış ve örnek ağırlıkları yüzdeye çevrilmiştir. Bu çalışmada tane boyu sınıflaması için Udden (1914) ve Wentworth (1922) tane boyu ölçeğinden yararlanılmıştır. Araziden alınan tortul örnekleri üzerinde yapılan elek analizi sonucu elde edilen veriler kullanılarak örneklerin içinde bulunan çakıl, kum, silt ve kilin kümülatif yüzde grafikleri çizilmiştir. Elde edilen aritmetik ölçekli kümülatif frekans eğrilerinden, tane boyu istatistik parametrelerinde kullanılmak üzere gerekli  $\Phi$  ( $\Phi$ ) değerleri okunmuştur. Tane boyu grafiklerinden okunan  $\Phi$  değerleri mm'ye çevrilerek kullanılmıştır ( $\Phi = -\log_2 d$ ;  $d = \text{mm}$  tane çapı). Tane boyu istatistik parametrelerinin hesaplanmasında ortalama tane boyu (Mz) (1), boylanma (Si) (2), yamukluk (Ski) (3) ve tepelenme (KG) (4) formülleri kullanılmıştır (Folk ve Ward, 1957; Folk, 1974).

$$Mz = \frac{\Phi_{16} + \Phi_{50} + \Phi_{84}}{3} \quad (1)$$

$$Si = \frac{\Phi_{84} - \Phi_{16}}{4} + \frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{6,6} \quad (2)$$

$$Ski = \frac{(\Phi_{84} + \Phi_{16} - 2\Phi_{50})}{2(\Phi_{84} - \Phi_{16})} + \frac{(\Phi_{95} + \Phi_5 - 2\Phi_{50})}{2(\Phi_{95} - \Phi_5)} \quad (3)$$

$$KG = \frac{(\Phi_{95} - \Phi_5)}{2,44(\Phi_{75} - \Phi_{25})} \quad (4)$$

## BULGULAR

Moralli Deresi sistemindeki hidrodinamik aktivitelerin tane boyu dağılımına etkisi, depolanma ortamlarında çökelen tortulların litofasiyes özellikleri, fasiyes birlikleri ile atmosferik ve hidrodinamik aktivitelere bağlı olarak devam eden aşınma, taşınma ve depolanma süreçleri etkisi altında oluşumuna devam eden sedimanter istifler, sedimanter yapılar ve jeomorfolojik unsurlar belirlenmiştir.

### Tane Boyu ve Tane Boyu İstatistik Parametreleri

Elek analizi sonucunda elde edilen akarsu, delta ve göl tortullarına ait tane boyu verileri Çizelge 2'de, Folk ve Ward (1957)'e göre hesaplanan ortalama tane boyu dağılımı (Mz), boylanma derecesi (Si), yamukluk derecesi (Ski) ve tepelenme derecesi (KG) verileri ise Çizelge 3'te verilmiştir. Ayrıca, elde edilen veriler kullanılarak tane boyu dağılım grafikleri oluşturulmuştur (Şekil 5).

Akarsu kaynak alanından alınan kumların tane boyları çoğunlukla 0,42-0,25 mm arasında, akarsu yatağının akış aşağı kısımlarından alınan kumların tane boyları ise 0,125-0,037 mm arasında olduğu tespit edilmiştir. Taşkın düzlüğü tortullarının tane boyları ağırlıklı olarak 0,074-0,037 mm arasında, nokta tümseği tortullarının tane boyları 1-0,074 mm arasında ve dere birleşim alanlarındaki tortulların tane boyları ise 1-0,25 mm arasında bulunmuştur. Taşkın düzlüğü, nokta tümseği ve derelerin birleşim alanlarından alınan tortullar hariç tutulduğunda, akarsu kanalı tortullarındaki tane boylarının, kaynak alanından akış aşağıya doğru gidildikçe incelendiği gözlenmiştir. Akarsu tortullarının (md 1, 2, 4, 6, 9, 12, 16, 17, 20) ortalama tane boyu (Mz) ince kum-çok ince kum boylarında, boylanma parametresi genel olarak kötü boylanma sınıfında, yamukluk derecesi çoğunlukla kuvvetli negatif çarpık, tepelenme derecesi ise platikurtik olarak tespit edilmiştir.



**Çizelge 2.** Moralli Deresi ve Van Gölü kıyı alanından alınan tortul numunelerine ait elek analizi sonuçları (Şen, 2015).

**Table 2.** Sieve analysis results of the sediment samples taken from the Moralli Stream and coastal area of Lake Van (Şen, 2015).

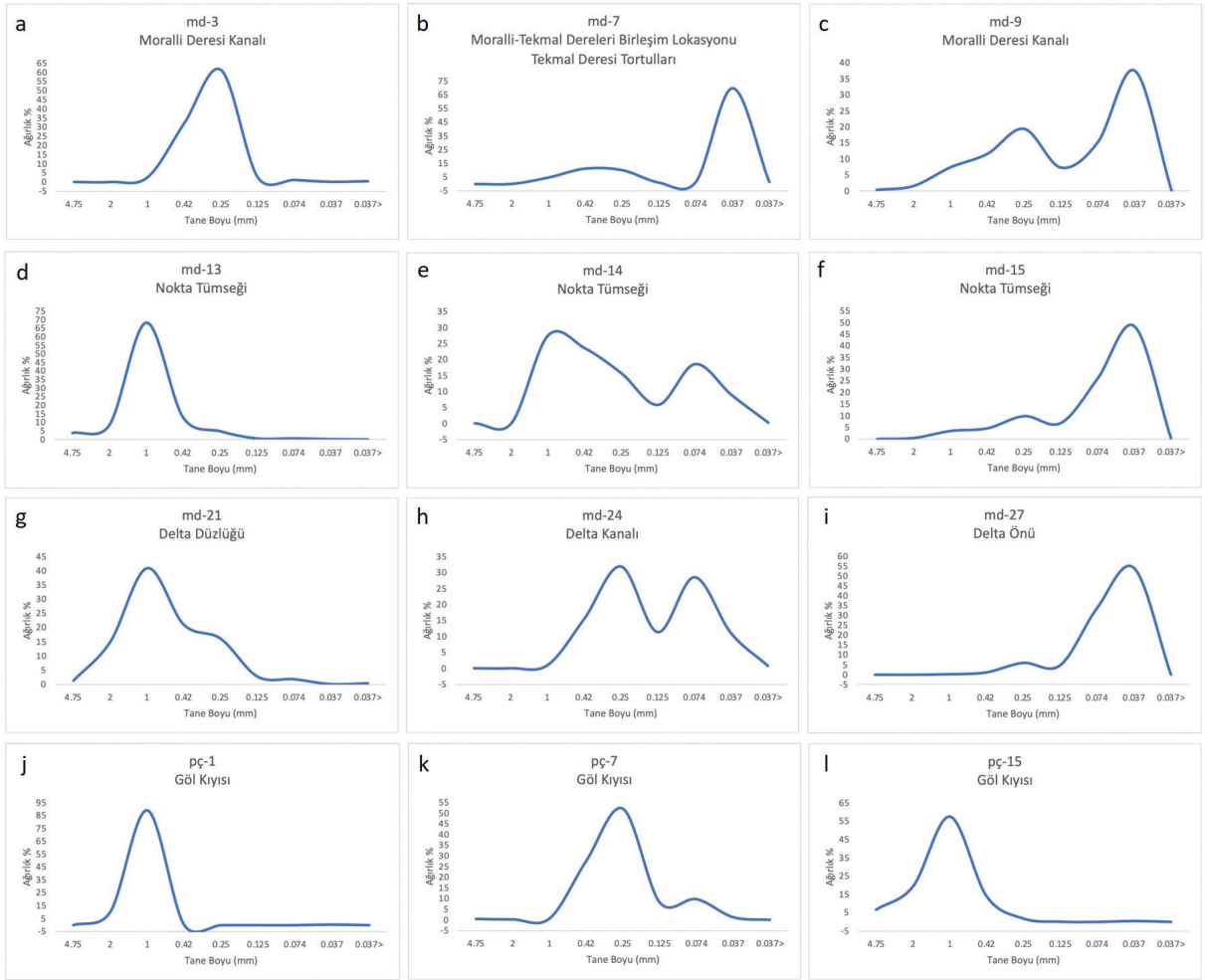
Depolanma Ortamı	Örnek/Elek (mm)	4,75	2	1	0,42	0,25	0,125	0,074	0,037	0,037>	Toplam
Akarsu Yatağı	md1	0	0,75	3,2	6,72	13,28	3,92	12,58	58,02	1,53	98,47
Akarsu Yatağı	md2	0,19	2,73	7,95	11,81	18,36	5,97	16,13	36,45	0,41	99,59
Akarsu Yatağı	md3	0	0	2,57	32,15	61,14	2,48	1,13	0,09	0,44	99,56
Akarsu Yatağı	md4	0,7	1,91	6,31	19,94	14,46	1,59	2,86	51,83	0,4	99,6
Taşkın Düzlüğü	md5	0	0,21	1,89	9,07	8,16	1,35	3,08	76,08	0,16	99,84
Akarsu Yatağı	md6	0	0,1	2,42	8,2	9,79	1,18	3,25	74,92	0,14	99,86
Tekmal Deresi	md7	0	0,06	4,77	11,26	10,11	0,99	1,42	69,85	1,54	98,46
Beyaztaş Deresi	md8	0	0	1,99	31,8	61,22	2,87	1,62	0,02	0,48	99,52
Akarsu Yatağı	md9	0,29	1,5	7,33	11,52	19,36	7,22	15,19	37,54	0,05	99,95
Taşkın Düzlüğü	md10	0	1,23	3,64	7,64	13,53	4	11,68	57,89	0,39	99,61
Osmangöl Deresi	md11	0	5,54	45,51	15,27	8,67	4,1	10,14	10,57	0,2	99,8
Akarsu Yatağı	md12	4,3	12,02	34,23	21,82	13,51	2,44	4,24	5,68	1,76	98,24
Nokta Tümeşği	md13	0	0,06	27,5	23,47	15,62	5,78	18,52	8,84	0,21	99,79
Nokta Tümeşği	md14	3,85	8,47	68,31	12,81	4,86	0,63	0,71	0,25	0,11	99,89
Nokta Tümeşği	md15	0	0,43	3,46	4,58	9,84	6,86	25,98	48,56	0,29	99,71
Akarsu Yatağı	md16	0	2,42	10,69	6,37	14,15	7,81	21,9	36,25	0,41	99,59
Akarsu Yatağı	md17	0	0	0,04	0,76	8,43	16,87	50,22	23,2	0,48	99,52
Katar Deresi	md18	0	0	45,7	8,76	1,96	6,06	18,21	17,96	1,35	98,65
Taşkın Düzlüğü	md19	0	0,84	4,6	7,6	9,97	11,06	36,42	28,31	1,2	98,8
Akarsu Yatağı	md20	0,43	19,75	37,79	13,29	10,37	3,31	7,72	6,31	1,03	98,97
Delta Düzlüğü	md21	1,37	15,04	40,98	21,08	16,17	2,83	1,9	0,16	0,47	99,53
Delta Düzlüğü	md22	2,75	14,91	22,93	17,93	16,06	15,32	9,8	0,12	0,18	99,82
Delta Düzlüğü	md23	0	0	37,6	17,05	13,01	3,5	12,5	14,69	1,65	98,35
Delta Kanalı	md24	0	0	0,95	15,49	31,95	11,33	28,57	10,96	0,75	99,25
Delta Kanalı	md25	0	0,09	3,75	5,1	9,36	7,82	39,53	33,81	0,54	99,46
Delta Önü	md26	0	0	0,23	0,43	9,13	10,63	40,62	38,24	0,72	99,28
Delta Önü	md27	0	0	0,23	1,14	6,01	4,72	33,72	54,15	0,03	99,97
Göl Kıyısı	pç1	0	10,24	89,18	0,1	0	0	0	0,48	0	100
Göl Kıyısı	pç2	0,93	13,31	70,27	14,09	0,68	0,12	0,37	0,23	0	100
Göl Kıyısı	pç3	0	0,05	76	21,45	1,72	0,22	0	0,56	0	100
Göl Kıyısı	pç4	0	0,29	69,88	28,71	0,55	0	0	0,57	0	100
Göl Kıyısı	pç5	5,09	3,01	8,52	61,16	20,51	0	0	1,71	0	100
Göl Kıyısı	pç6	1,01	2,2	5,91	53,89	34,57	1,1	0,83	0,49	0	100
Göl Kıyısı	pç7	0,42	0,2	0,62	27,57	52,03	8,18	9,74	1,24	0	100
Göl Kıyısı	pç8	0	0,31	1,71	12,82	69,65	11,93	2,78	0,8	0	100
Göl Kıyısı	pç9	1,33	0,58	0,29	16,8	66,17	9,24	5,1	0,49	0	100
Göl Kıyısı	pç10	1,65	2,36	44,71	46,34	3,4	0,38	0,72	0,44	0	100
Göl Kıyısı	pç11	0	18,52	34,05	43,35	2,38	1,53	0	0,17	0	100
Göl Kıyısı	pç12	0	0	71,27	21,67	5,25	0,6	0,79	0,42	0	100
Göl Kıyısı	pç13	0	7,9	72,35	19,64	0	0	0	0,11	0	100
Göl Kıyısı	pç14	0,27	1,69	66,48	15,57	6,85	1,96	4,59	2,59	0	100
Göl Kıyısı	pç15	6,72	19,39	57,58	13,91	1,81	0,1	0	0,49	0	100

**Çizelge 3.** Moralli Deresi ve kıyı alanından alınan tortul numunelerine ait tane boyu istatistik parametre verileri (Şen, 2015).

**Table 3.** Grain-size statistic parameter data of the sedimentary samples taken from the Moralli Stream and coastal area (Şen, 2015).

Depolanma Ortamı	Örnek No	Mz		Si		Ski		Kg	
Akarsu Yatağı	md1	3,53	çok ince kum	1,43	kötü boylanma	-0,73	kuvvetli negatif çarpık	0,88	platikurtik
Akarsu Yatağı	md2	2,83	ince kum	1,8	kötü boylanma	-0,39	kuvvetli negatif çarpık	0,72	platikurtik
Akarsu Yatağı	md3	1,17	orta kum	0,6	orta iyi boylanma	-0,09	simetrik	0,82	platikurtik
Akarsu Yatağı	md4	3,1	çok ince kum	1,92	kötü boylanma	-0,78	kuvvetli negatif çarpık	0,64	çok platikurtik
Taşkın Düzlüğü	md5	3,6	çok ince kum	1,51	kötü boylanma	-0,82	kuvvetli negatif çarpık	3,69	aşırı leptokurtik
Akarsu Yatağı	md6	3,47	çok ince kum	1,48	kötü boylanma	-0,76	kuvvetli negatif çarpık	4,41	aşırı leptokurtik
Tekmal Deresi	md7	3,37	çok ince kum	1,65	kötü boylanma	-0,81	kuvvetli negatif çarpık	0,7	platikurtik
Beyaztaş Deresi	md8	1,2	orta kum	0,58	orta iyi boylanma	-0,2	negatif çarpık	0,87	platikurtik
Akarsu Yatağı	md9	2,8	ince kum	1,79	kötü boylanma	-0,34	negatif çarpık	0,69	platikurtik
Taşkın Düzlüğü	md10	3,43	çok ince kum	1,6	kötü boylanma	-0,68	kuvvetli negatif çarpık	0,76	platikurtik
Osmangöl Deresi	md11	1,03	orta kum	1,99	kötü boylanma	0,71	kuvvetli pozitif çarpık	0,85	platikurtik
Akarsu Yatağı	md12	0,4	kaba kum	1,75	kötü boylanma	0,45	kuvvetli pozitif çarpık	1,29	leptokurtik
Nokta Tümseği	md13	1,4	orta kum	1,81	kötü boylanma	0,37	kuvvetli pozitif çarpık	0,65	çok platikurtik
Nokta Tümseği	md14	-0,37	çok kaba kum	0,64	kötü boylanma	0,21	pozitif çarpık	1,64	çok leptokurtik
Nokta Tümseği	md15	3,47	çok ince kum	1,39	kötü boylanma	-0,5	kuvvetli negatif çarpık	1,2	leptokurtik
Akarsu Yatağı	md16	2,93	ince kum	1,83	kötü boylanma	-0,42	kuvvetli negatif çarpık	0,77	platikurtik
Akarsu Yatağı	md17	3,43	çok ince kum	0,92	orta boylanma	-0,17	negatif çarpık	1,41	leptokurtik
Katar Deresi	md18	1,2	orta kum	2,1	çok kötü boylanma	0,65	kuvvetli pozitif çarpık	0,56	çok platikurtik
Taşkın Düzlüğü	md19	2,9	ince kum	1,7	kötü boylanma	-0,48	kuvvetli negatif çarpık	1,02	mezokurtik
Akarsu Yatağı	md20	0,6	kaba kum	2,09	kötü boylanma	0,52	kuvvetli pozitif çarpık	1,15	leptokurtik
Delta Düzlüğü	md21	0,06	kaba kum	1,16	kötü boylanma	0,28	pozitif çarpık	1,01	mezokurtik
Delta Düzlüğü	md22	0,73	kaba kum	1,82	kötü boylanma	0,25	pozitif çarpık	0,76	platikurtik
Delta Düzlüğü	md23	1,43	orta kum	1,95	kötü boylanma	0,46	kuvvetli pozitif çarpık	0,53	çok platikurtik
Delta Kanalı	md24	2,26	ince kum	1,33	kötü boylanma	0,26	pozitif çarpık	0,78	platikurtik
Delta Kanalı	md25	3,3	çok ince kum	1,39	kötü boylanma	-0,55	kuvvetli negatif çarpık	1,38	leptokurtik
Delta Önü	md26	3,66	çok ince kum	0,95	orta boylanma	-0,26	negatif çarpık	0,94	mezokurtik
Delta Önü	md27	3,93	çok ince kum	0,9	orta boylanma	-0,28	negatif çarpık	1,12	leptokurtik
Göl Kıyısı	pç1	-0,53	çok kaba kum	0,32	çok iyi boylanma	-0,17	negatif çarpık	0,81	platikurtik
Göl Kıyısı	pç2	-0,46	çok kaba kum	0,48	iyi boylanma	-0,09	simetrik	1,29	leptokurtik
Göl Kıyısı	pç3	-0,2	çok kaba kum	0,51	orta iyi boylanma	0,32	kuvvetli pozitif çarpık	1,63	çok leptokurtik
Göl Kıyısı	pç4	-0,2	çok kaba kum	0,53	orta iyi boylanma	0,28	pozitif çarpık	0,99	mezokurtik
Göl Kıyısı	pç5	0,63	kaba kum	0,79	orta boylanma	-0,1	simetrik	1,81	çok leptokurtik
Göl Kıyısı	pç6	0,83	kaba kum	0,61	orta iyi boylanma	0,06	simetrik	0,77	platikurtik
Göl Kıyısı	pç7	1,4	orta kum	0,85	orta boylanma	-0,01	simetrik	1,45	leptokurtik
Göl Kıyısı	pç8	1,53	orta kum	0,52	orta iyi boylanma	-0,15	negatif çarpık	1,47	leptokurtik
Göl Kıyısı	pç9	1,5	orta kum	0,53	orta iyi boylanma	-0,02	simetrik	1,11	leptokurtik
Göl Kıyısı	pç10	0	kaba kum	0,63	orta iyi boylanma	0,02	simetrik	0,77	platikurtik
Göl Kıyısı	pç11	-0,16	çok kaba kum	0,9	orta boylanma	-0,14	negatif çarpık	0,85	platikurtik
Göl Kıyısı	pç12	-0,2	çok kaba kum	0,56	orta iyi boylanma	0,32	kuvvetli pozitif çarpık	1,55	çok leptokurtik
Göl Kıyısı	pç13	-0,4	çok kaba kum	0,53	orta iyi boylanma	0,13	pozitif çarpık	1,55	çok leptokurtik
Göl Kıyısı	pç14	1,13	orta kum	1,1	kötü boylanma	0,63	kuvvetli pozitif çarpık	1,95	çok leptokurtik
Göl Kıyısı	pç15	-0,56	çok kaba kum	0,76	orta boylanma	0,07	simetrik	1,33	leptokurtik

Mz: ortalama tane boyu, Si: boylanma, Ski: yamukluk, Kg: tepelenme.



Şekil 5. Tane boyu dağılım grafikleri.

Figure 5. Grain size distribution graphics.

Taşkın düzlüğü tortullarının (md 5, 10, 19) ortalama tane boyu çok ince kum sınıfında olup, kötü boylanma, negatif çarpıklık ve tepelenme derecesi bakımından da leptokurtik-platikurtik sınıf aralığını göstermektedir. Nokta tümseği tortulları (md 13, 14, 15) kaba-orta-çok ince kum ortalama tane boylarında kötü boylanmalı olmakla birlikte, çoğunlukla pozitif çarpıklık ve leptokurtik özellikler sunmaktadır. Derelerin birleşim yerlerinin tortullarında (md 3, 7, 8, 11, 18) ise ortalama tane boyu orta kum sınıfında olup, iyi boylanma, simetrik ile pozitif çarpıklık ve platikurtik parametre değerlerini vermiştir.

Delta düzlüğünden alınan tortul numunelerinin (md 21, 22, 23) tane boyları 4,75-0,25 mm, delta kanallarından alınan tortul numunelerinin (md 24, 25) tane boyları 1,00-0,25 mm, delta önü alanından alınan tortul numunelerinin (md 26, 27) tane boyları ise 0,074-0,037 mm arasında dağılım göstermiştir. Delta düzlüğünden delta önü alanına doğru tane boyu dağılımı incelendiğinde, tane boylarının akış aşağıya doğru incelendiği ve deltanın farklı depolanma birimlerini temsil eden üç farklı tane boyu fraksiyonu olduğu belirlenmiştir. Delta düzlüğü tortullarının ortalama tane boyu kaba kum sınıfında, kötü boylanmalı, pozitif çarpık ve mezokurtik özelliklerinde, delta kanalı



tortullarının ortalama tane boyu orta-ince kum sınıfında, kötü boylanmalı, pozitif çarpık ve platikurtik özelliklerinde, delta önü tortullarının ortalama tane boyu çok ince kum sınıfında, orta boylanmalı, negatif çarpık ve leptokurtik özelliklerde olduğu belirlenmiştir.

Kıyı tortullarının tane boyları ise ağırlıklı olarak 1-0,42 mm aralığında olduğu tespit edilmiştir. Kıyı alanında özellikle düşük enerjili kıyı önü alanında 0,074-0,037 mm boyundaki ince taneleri içeren tortullar bulunurken, akıntı kanalı ile kıyı kırımın alanlarında ise >4,75 mm boyundaki çakıl tanelerini içeren tortulların çökeldiği belirlenmiştir. Van Gölü kıyı tortullarının (pç1-15) ortalama tane boyu dağılımı çok kaba kum, kaba kum ve orta kum boylarında olup, ortayı, orta boylanma, simetrik-pozitif çarpıklık ve leptokurtik parametreleriyle temsilidir. Akarsu kanalı tortullarının tane boyu dağılım grafiklerinde genel olarak tek-tepeli eğri (Şekil 5a), derelerin birleşim noktalarına ait tortulların tane boyu dağılım grafiklerinde çift-tepeli eğri gözlenmiştir (Şekil 5b ve Şekil 5c). Nokta tümseği tortullarında ise akış aşağı yönde tortul tane boyu incelmekte olup tane boyu dağılım grafikleri sırasıyla tek tepeli eğri (Şekil 5d), çift tepeli eğri (Şekil 5e) ve tek tepeli eğri (Şekil 5f) sunmuştur. Delta düzlüğü tortullarında tek-tepeli eğri (Şekil 5g), delta kanalı tortullarında çift-tepeli eğri (Şekil 5h), delta önü tortullarında ise tek-tepeli eğri (Şekil 5i) gözlemlenmiştir. Kıyı tortullarının tane boyu dağılımı grafiklerinde ise ağırlıklı olarak tek-tepeli eğriler (Şekil 5j ve Şekil 5l) elde edilmiştir. Ancak, akarsu ile göl birleşim alanından alınan tortullarda çift-tepeli eğrilere sahip grafik de (Şekil 5k) bulunmaktadır.

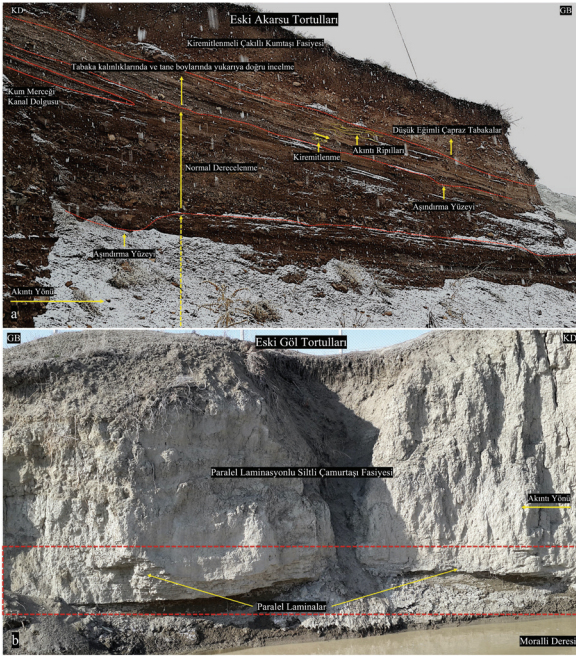
### **Pleyistosen Tortullarının Litofasiyes Özellikleri**

Çalışma alanındaki Pleyistosen yaşlı sedimanter kayaçların litofasiyes özellikleri, sahada yapılan ayrıntılı sedimantolojik çalışmalar sonucunda belirlenmiş olup, elde edilen veriler ile depolanma

ortamları ve süreçleri hakkında çıkarımlarda bulunulmuştur. Bu çalışma kapsamında Miall (1996)'da yer alan litofasiyes tanımlamalarından yararlanılmıştır. İnceleme alanındaki Kuvaterner yaşlı birimler, iklimsel değişiklikler ve tektonik faaliyetler sonucu gerek temel kayaçların atmosferik ve biyolojik süreçlerin aktivitesine bağlı olarak bozunup yerinde depolanması, gerekse de taşıma ajanları aracılığıyla havzaya taşınıp depolanmasıyla oluşmuştur.

### **Kiremitlenmeli çakıllı kumtaşı fasiyesi (Md)**

Bu fasiyes Moralli Deresi'nin kaynak alanı ve yakın çevresinde tespit edilmiştir. Koyu kahverengi ve yer yer kırmızı renklerde olan tane destekli çakıllı-kumtaşı fasiyesi, köşeliden yarı yuvarlaklığa kadar değişen tane şekli, yer yer akış aşağı yönünü işaret eden kiremitlenme gösteren çeşitli boylardaki kayaç parçalarını ihtiva etmektedir. Bu fasiyesi oluşturan kırıntılı tortullar düşük eğimli çapraz tabakalanma göstermektedir. Tabakalarda, tabaka içi yapısı olarak normal derecelenme belirlenmiştir. Tabaka tabanlarında aşınma olduğu gözlenmiş olup, bu aşındırmalar yüksek enerjili ortamdaki hidrodinamik aktivitelerden kaynaklanmıştır. Çakıllı kumtaşı fasiyesinde herhangi bir biyotürbasyon yapısı ve fosil tespit edilmemiştir. Bu fasiyesin, fosil ve biyotürbasyon bulundurmaması, kahverengi ve kırmızı renklerde olması, tabaka tabanlarında aşındırma olması, akıntı ripıllarına sahip olması ve içerdiği tortul tanelerinin yönlenme göstermesi sebebiyle karasal bir depolanma ortamı olan akarsuda çökeldiği düşünülmüştür. Ayrıca, akarsu istifinde yukarı doğru tabaka kalınlıklarının ve tane boyunun incelenmesi, menderesli akarsuların nokta tümseği istif modeli için belirgin bir özellik sunmaktadır (Şekil 6a). Kiremitlenmeli çakıllı kumtaşı fasiyesi Alabayır ve Tuşba Mahallesi civarında bulunmaktadır.



**Şekil 6. a)** Eski akarsu tortulları (kiremitlenmeli çakıllı kumtaşı fasiyesi), **b)** Eski göl tortulları (paralel laminasyonlu siltli çamurtaşı fasiyesi).

**Figure 6. a)** Ancient fluvial deposits (imbricated pebbly sandstone facies), **b)** Ancient lacustrine deposits (parallel laminated silty mudstone facies).

### Paralel laminasyonlu siltli çamurtaşı fasiyesi (Vg)

Bu fasiyesi açık gri, açık yeşilimsi-gri renklerle temsili olup, çok ince kum, silt ve kil boyu tanelerden oluşmaktadır. Fasiyesi oluşturan tortullar paralel laminasyon göstermektedir. Lamina tabanlarında herhangi bir aşınma yapısına rastlanmamıştır. Depolanmış tortul tane boyunun çok ince olması ve laminalanma göstermesi, düşük enerjili depolanma ortamını işaret etmektedir. Arazi çalışmaları sırasında bu fasiyeden alınan bir kayaç örneğine %10 oranında seyreltilmiş hidroklorik asit uygulanmış ve oluşan kimyasal tepkimeye bağlı olarak bu fasiyesin içeriğinde karbonat bulunduğu tespit edilmiştir. Açık gri, yeşilimsi-gri renklerinde çok ince tanelerden oluşan, karbonat ihtiva eden ve paralel laminalanma gösteren bu fasiyesin düşük enerjili

derin su (göl) depolanma ortamında çöktüğü düşünülmüştür. Moralli Deresi'nin Van Gölü ile birleştiği kıyı alanındaki taraçalarda ve Kalecik Mahallesi civarında belirgin şekilde gözlenmiştir. (Şekil 6b).

### Kumlu çakıltaşı fasiyesi (Kt)

Bu fasiyesi açık gri ve bej renklerde, çakıl ve kum boyu tanelerden oluşmaktadır. Fasiyesi oluşturan tortulların boyları yüksek enerjili bir depolanma ortamında çökmeyi işaret etmektedir. Fasiyesi oluşturan çakıl tanelerinin belirgin olarak yassı şekilli olması; depolanma ortamında dalga enerjisinin etkin olduğunu ve kıyı çizgisi zonunda (plaj-sahil) çökmeyi göstermektedir. Kumlu çakıltaşı fasiyesinin, düşük enerjili derin su ortamında depolanmayı işaret eden siltli killi göl tortulları ile yanal olarak geçişli olduğu arazi çalışmalarında tespit edilmiştir. Kumlu çakıltaşı fasiyesi Kalecik Mahallesi civarında görülmektedir.

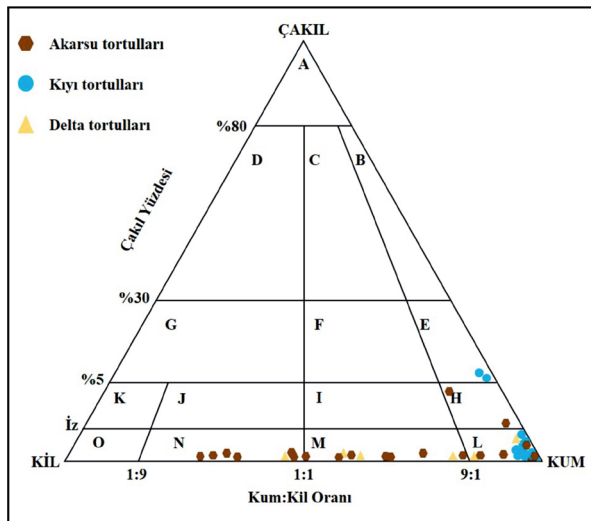
### Holosen Tortullarının Fasiyesi Birlikleri

Güncel tortullar akarsu, delta ve göl kıyısında depolanmış pekişmemiş çeşitli tane boylarındaki tortullar ile temsil edilmektedir. Tortulların dokusal özelliklerini belirlemek amacıyla Folk (1954)'te sunulan kırıntılı tanelerin dokusal sınıflaması için hazırlanmış üçgen diyagramdan faydalanılmıştır (Şekil 7).

### Akarsu tortulları

Çalışma alanında tespit edilmiş dere yatağı, taşkın düzlüğü ve nokta tümseği depolanma alanlarındaki tortullar farklı fasiyesi birlikleri olarak ayrılanmıştır. Genel olarak akarsu tortulları açık kahverengi ve gri renklerdeki çakıl, kum, silt ve kil boyu tanelerden oluşmaktadır. Çakıl boyutundaki taneler yarı yuvarlak-yuvarlak şekillidir. Dere yatağı tortulları üçgen diyagram üzerinde H, L, M

ve N alanlarında bulunmakta ve sırasıyla çok az çakıllı orta kum, iyi boylanmış ince kum, silt, ince kumlu kil dokusal özellikleriyle karakterizedir. Taşkın düzlüğü tortulları silt ve kil boyu ince tortullardan oluşmaktadır. Taşkın düzlüğü tortulları Folk (1954)'ün üçgen diyagramında M ve N alanlarında yer almakta ve sırasıyla silt ile ince kumlu kil dokusal özellikleriyle temsilidir. Nokta tümseği tortulları ise çok az çakıllı orta kum (H), iyi boylanmış ince kum (L) ve silt (M) dokusal özelliklerine sahip olup, ağırlıklı olarak kum ve silt boyu tortul tanelerinden oluşmuştur.



Şekil 7. Kırıntılı tortulların tane boyu sınıflaması üçgen diyagramı (Folk, 1954).

**Figure 7.** Grain size classification ternary diagram of the terrigenous sediments (Folk, 1954).

### Delta tortulları

Delta tortulları delta düzlüğü, delta kanalları ve delta önü fasiyes birlikleri olarak değerlendirilmiştir. Delta düzlüğü tortulları kahverengi, koyu gri ve siyah renklerle temsil edilen ince kum, silt ve kil boyu tortullardan oluşmaktadır. Tortullarda organik madde miktarının oldukça yüksek olduğu gözlenmiştir. Delta düzlüğü tortulları Folk (1954) üçgen diyagramında L ile M alanlarında

bulunmaktadır. Bu sınıflamaya göre iyi boylanmış ince kum ve silt dokusal özelliğindedir. Silt, kil boyu organik maddece zengin delta tortulları ile göl kıyısı tortullarının ardalanmalı olarak birbirinin üzerine gelecek şekilde depolandığı ve depolanma sürecinin devam ettiği gözlenmiştir. Delta kanalı tortulları kum-silt tane boyu aralığındaki tanelerden oluşmakla beraber dokusal olarak iyi boylanmış ince kum ve silt sınıflamasında yer almaktadır. Delta kanalı tortulları laminalanma göstermekte ve tabandan tavana doğru incelen tane boyları ile karakterize edilmektedir. Delta önü tortulları yüksek oranda silt ve kil boyu tanelerden meydana gelmiştir. Folk (1954)'e ait üçgen diyagramda silt ve ince kum taneli kil dokusal özelliğini işaret eden M ve N alanlarında gözlenmiştir (Şekil 7). Delta tortulları, delta düzlüğünden delta önü alanına dek tane boyunda incelmeye uğruşmuş olup, kıyı tortulları ile yanal yönde geçişlidir.

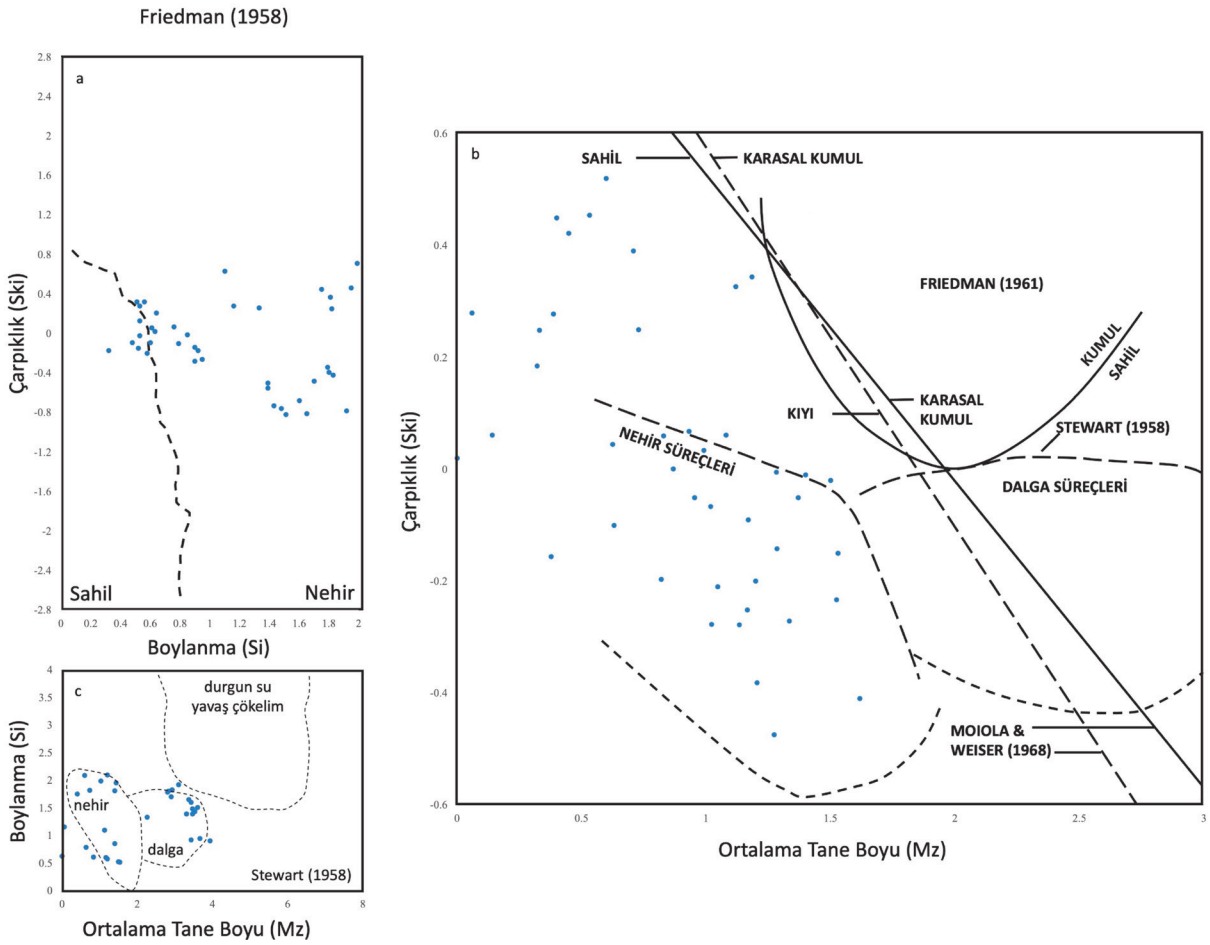
### Göl kıyısı tortulları

Bej ve açık gri renklerdeki ağırlıklı olarak kum boyu tanelerden oluşmaktadır. Çakıl boyu taneler yassı şekilde olup, kenar ve köşeleri silinmiştir. Tane boyu dokusal sınıflaması diyagramında H ve L alanlarında bulunmakta ve dolayısıyla az çakıllı orta kum ve iyi boylanmış ince kum dokusal özellikleriyle temsil olunur. Kıyı tortulları, kıyı çizgisinin ileri-geri taşınımına bağlı olarak delta tortulları ile yanal geçişlilik sunmaktadır.

### Sedimanter Depolanma Ortamları ve Özellikleri

Çalışma alanında tespit edilen fasiyeslerin depolanma ortamlarını ve süreçlerini belirlemek amacıyla gerek arazi çalışmalarından elde edilen sedimentolojik verilerden gerekse Freidman (1958), Moiola ve Weiser (1968) ve Stewart (1958) çalışmalarındaki depolanma ortamı ve süreçlerinin sınıflandırılması için hazırlanmış diyagramlardan faydalanılmıştır (Şekil 8).





**Şekil 8.** Depolanma ortamı sınıflamaları diyagramları; **a)** Friedman (1958) sınıflama diyagramı, **b)** Moiola & Weisser (1968) sınıflama diyagramı, **c)** Stewart (1958) sınıflama diyagramı.

**Figure 8.** Diagrams for classification of depositional environments; **a)** Friedman (1958) classification diagram, **b)** Moiola & Weisser (1968) classification diagram, **c)** Stewart (1958) classification diagram.

Friedman (1958)'de depolanma ortamı sınıflama diyagramında çarpıklık (Ski) ve boylanma (Si) tane boyu parametreleri kullanılmıştır. Bu çalışmada elde edilen Ski ve Si verileri diyagrama işlenmiş ve depolanmanın hem nehir hem de sahil ortamında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 8a). Moiola ve Weiser (1968) çalışmasına ait bütünlük sınıflama diyagramında ise Ski ve Mz tane boyu parametreleri kullanılarak depolanma ortamındaki süreçler ve çökme ortamları sınıflandırılmıştır. Moralli Deresi sistemi tortullarına ait Ski ve Mz verileri diyagrama işlenmiştir (Şekil 8b). Sonuç olarak,

veriler diyagramda nehir süreçlerinin olduğu alanda ve kıyı alanlarında dağılım göstermiştir. Stewart (1958)'de depolanma ortamının tespiti için hazırlanan diyagramda ortalama tane boyu (Mz) ve boylanma (Si) parametreleri kullanılmış ve depolanma sürecini etkileyen hidrodinamik koşullar sınıflandırılmıştır. Moralli Deresi sistemindeki tortullara ait ortalama tane boyu ve boylanma parametreleri Stewart (1958) diyagramına işlenmiştir (Şekil 8c). Verilerin bir kısmının "nehir" bir kısmının ise "dalga" bölgelerine düştüğü gözlenmiştir. Çalışma sahası kapsamındaki akarsu, delta ve göl kıyısı

depolanma ortamlarında çökelmiş tortulların gerek üst yüzeylerinde gerekse çevresinde tespit edilen sedimanter yapılar depolanma ortamlarındaki hidrodinamik enerji durumu, akış yönü ve akış hızı hakkında bilgi sağlamıştır.

### Jeomorfolojik unsurlar

Menderesli akarsu özelliğindeki Moralli Deresi kanalı çevresinde iki farklı seviyede akarsu taraçası (Şekil 9a), Van Gölü kıyısı alanında ise kıyı taraçası (Şekil 9b), kıyı bariyeri (Şekil 9c), kıyı dili, kıyı okları gözlenmiştir (Şekil 9d).



**Şekil 9. a)** Moralli Deresi akarsu taraçaları ve yan tümseği, **b)** Van Gölü kıyı taraçası, **c)** Kıyı bariyeri ve delta önü depolanma alanı, **d)** Kıyı oku ve kıyı dili, **e)** Akıntı ripilları, **f)** Poligonal kuruma çatlakları ve dağıtım kanalı.

**Figure 9. a)** Moralli Stream terraces and side bars, **b)** Van Lake beach terraces, **c)** Beach barrier and delta front depositional environment, **d)** Coastal spits and arrow, **e)** Flow ripples, **f)** Polygonal dessication cracks and distributary channel.

## Sedimanter yapılar

Arazi çalışmaları sırasında dere yatağında akarsu tortullarının birikim alanlarının üst yüzeyinde dalga kırışıklıkları (Şekil 9e), akarsu ve delta taşkın düzlüklerinde kuruma çatlakları (Şekil 9f) ve kil-silt gibi ince taneli tortulların çökeldiği dere kanalı tabanında aktif oyulma sürecini gösteren aşındırma izleri gözlenmiştir.

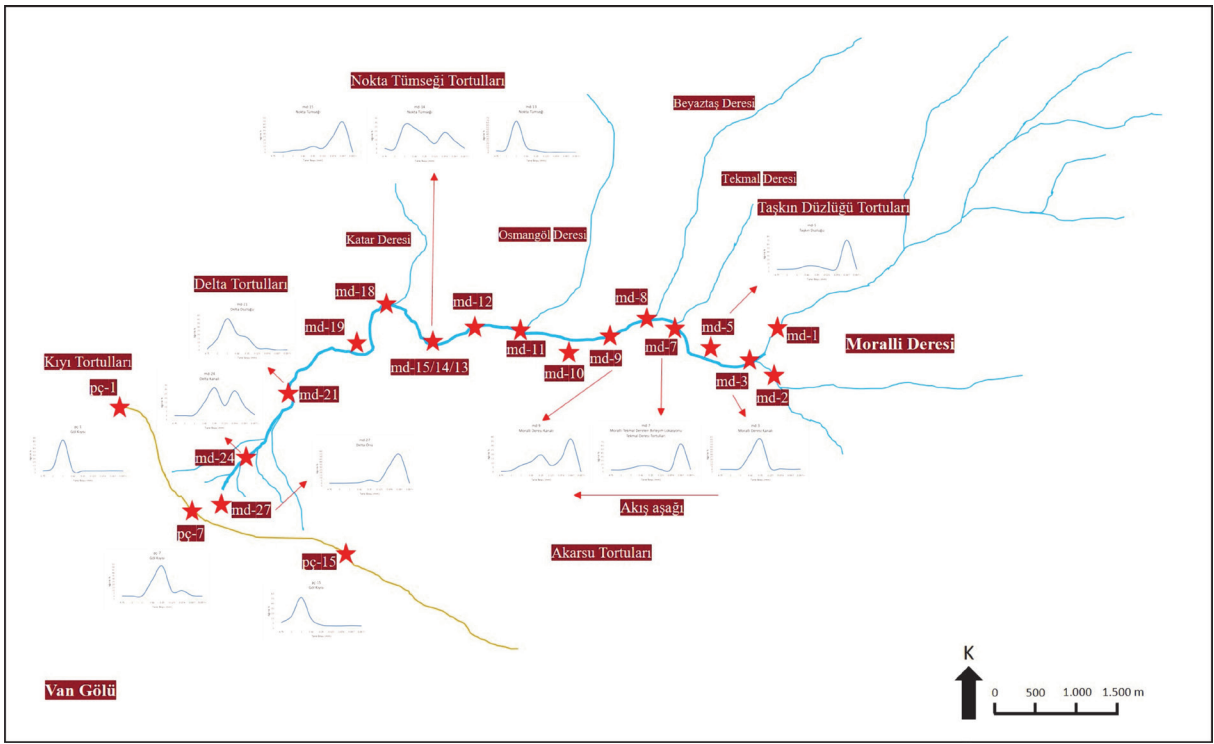
## TARTIŞMA VE SONUÇLAR

### Hidrodinamik Aktivitelerin Tane Boyu Dağılımına Etkisi ve Tane Boyu İstatistik Parametrelerinin Değerlendirilmesi

Kırıntılı tortulların dokusu, mineralojisi ve jeokimyası; ayrışma koşulları, iklim, tektonik ve tortul kökeni hakkında güvenilir bilgiler sağlamaktadır (Bhattacharya vd., 2017). Örneğin, tane boyu, tane şekli ve yoğunluğu, taşınma ve depolanma sırasındaki hidrodinamik süreçlerin anlaşılmasını sağlar (Bridge, 2009). McLaren ve Bowles (1985) modeline göre, bir numune dizisindeki ortalama tane boyu ile net tortul taşıma yönü tespit edilmektedir. Bu modele göre tortul istifine ait ortalama tane boyu ince olmakla birlikte iyi boylanma ve negatif çarpıklık gösteriyorsa düşük enerjili taşımayı veya ortalama tane boyu kaba olup, iyi boylanma ve pozitif çarpıklık gösteriyorsa yüksek enerjili taşımayı işaret etmektedir. Bu çalışmadaki akarsu tortullarında kaynaktan akış aşağı yönde tane boyu dağılımı incelendiğinde, orta-ince kum boyu tortulların orta-kötü boylanma ve negatif çarpıklık gösterdiği ve McLaren ve Bowles (1985)'te önerilen modelin düşük enerjili taşımayı işaret eden parametre özellikleriyle uyum gösterdiği saptanmıştır. Granülometrik parametreler ile tortulların dere kanalında bulunma yerlerine göre, granülometrik parametrelerin tortul taşıma yönü tespiti için doğru sonuçlar verdiği söylenebilir (Du vd., 2015). Aynı zamanda granülometrik parametreler akarsu tortullarının düşük porozite ve permeabilite özelliklerine sahip olduğunu işaret etmektedir. Numune alınan noktalar ile bu noktalardan alınan

tortul numunelerine ait tane boyu dağılım grafikleri akaçlama ağı çizimi üzerine işlenmiştir (Şekil 10). Şekil 10'a işlenen verilerle tane boyu dağılımının akış aşağı yönde incelendiği, taşkın düzlüğü tane boyu dağılımı, nokta tümseği tane boyu dağılımı ve ana akarsu kanalına çevreden eklenen diğer akarsuların tane boyu dağılımında oluşturduğu değişikliklerin izlenebilmesi amaçlanmıştır. Dere kanalının başka derelerle birleştiği noktalarda tane boyu dağılımında genel eğilime uymayan farklılıklar olduğu gözlenmiştir. Tane boyu dağılım grafiklerinde derelerin birleştiği alanlardaki tortullar çift tepeli eğriler oluşturmuştur (Şekil 10). Çift-tepeli eğriler, tortulların içerdiği farklı boylardaki kum tanelerinin veya kum-silt boyu tanelerin ağırlıklarıyla ilişkili olup, farklı kaynaklar ile taşınmayı temsil etmektedir. Küçük derelerin silt ve kil boyunda tortul taşıdığı, daha büyük derelerin ise kum boyunda tortul taşıdığı, derelerin birleşim lokasyonlarından, bu lokasyonların gerisinden ve ilerisinden alınan tortul numunelere ait verilerin karşılaştırılmasıyla belirlenmiştir. Yüksek enerjili derelerin çakıl-kum boyu tortul taşıması, düşük enerjili derelerin ise silt-kil boyu tortul taşıması, çalışma alanındaki hidrodinamik aktivitelerin tane boyu dağılımı üzerinde önemli ölçüde etkili olduğunu göstermiştir. Moralli Deresi'nin su debisi kaynağa yakın alanlarda düşük olsa da derenin taşıdığı askı ve yatak yükünün yoğunluğu ve dere kanalının bulunduğu arazinin düşük eğimli olmasından kaynaklı akış hızının yavaşlığı, derenin taşıdığı tortulların kum-silt-kil boylarında olmasına sebep olmaktadır. Kaynaktan uzaklaştıkça, dereye çevredeki kaynak alanlarından doğan suların eklenmesiyle birlikte su gücünün artması ve tektonik hareketlerin etkisiyle yeniden şekillenerek yükselen akaçlama alanının eğiminin kısmen artması, taşınan tortul boyunu etkilemiştir ve orta-kaba kum ve çakıl boylarındaki tortul tanelerinin taşınıp, derenin hidrodinamik enerjisinin düştüğü alanlarda ve kanalın kıvrıldığı dirsek bölgesinin karşı tarafında oluşan nokta tümseklerinde depolandığı tespit edilmiştir.





Şekil 10. Moralli Deresi akaçlama ağı, örnek lokasyonları ve tane boyu dağılım grafikleri.

Figure 10. Moralli Stream drainage area, sample locations and, grain size distribution graphics.

Moralli Deltası tortullarında akış aşağı yönde tane boyu dağılımı incelendiğinde, akarsuyun yoğun olarak etkilediği delta taşkın düzlüğü ve delta kanallarında depolanan tortulların tane boyunun, delta önü tortullarına kıyasla daha kaba olduğu belirlenmiştir. Bunun sebebinin ise akarsudaki hidrokinamik enerjinin kıyı alanına doğru kademeli bir şekilde azalması ve bu enerjinin büyük bir kısmının dalga enerjisi ile karşılaşılacak alanda sönmüştür. Dolayısıyla delta önü alanına çok ince taneli tortullar taşınmıştır. Delta tortullarının kötü boylanma göstermesinin sebebi, derenin taşıdığı ince tortullar ile göl kıyısında depolanan çok kaba-kaba kum boyu tortulların birlikte çökmesidir. Delta taşkın düzlüğü ve delta önü tortulları, tane boyu dağılım grafiklerindeki tek tepeli ancak geniş kuyruklu eğrilerle, delta kanalı tortulları ise çift tepeli eğriler ile temsilidir (Şekil 10). Tek tepeli eğriler tek hidrokinamik aktivitenin

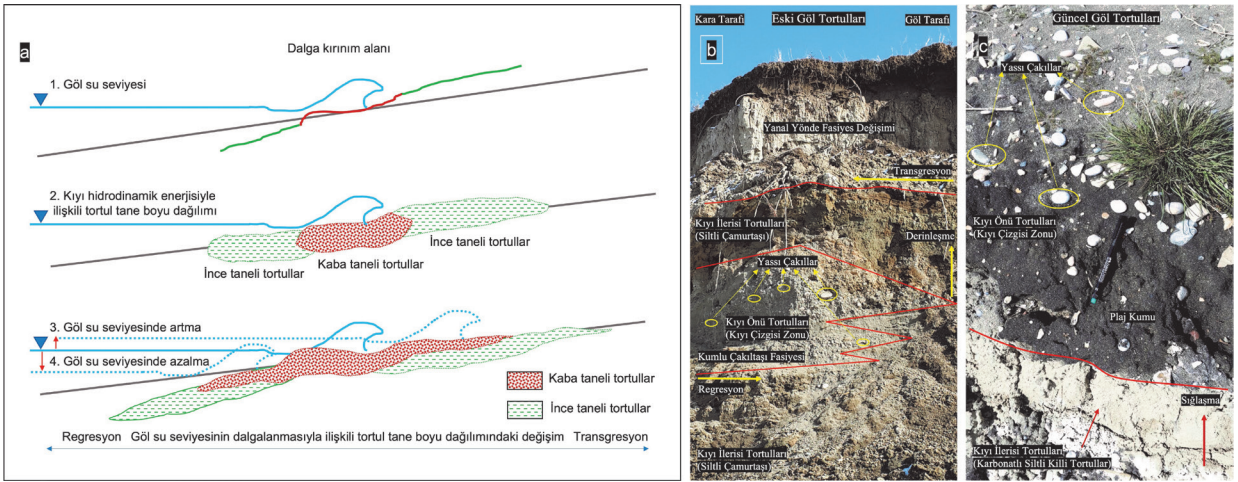
(akarsu veya dalga) yoğun olarak etki etmesine bağlı aynı tane boyundaki tortulların, çift-tepeli eğriler ise iki farklı hidrokinamik aktivitenin (hem akarsu hem dalga) etkisi altında farklı tane boyundaki tortulların taşınarak depolanmasını işaret etmektedir.

Renier vd. (2013)'te dalga kırınım alanındaki yüksek düzeydeki çalkantının ve güçlü akıntıların, daha ince tortuları süpürürken kaba tortulların çökmesine olanak tanıdığı, tortulların eğimli kıyıda hem yukarı hem de aşağı hareket etmesinde etkili olduğu vurgulanmıştır (Şekil 11a). Gallagher vd. (2016)'da ise kıyı hidrokinamiğinin sahil stratigrafisini oluşturma ve/veya yok etmede oynayabileceği rolü anlamak için değişen kumsal topografyası ve su seviyeleri incelenmiştir. Bu incelemelere göre doğal kumsalların yüzeyindeki tortul tane boyunun, kıyı morfolojisi, dalga enerjisi ve depolanma sürecine bağlı olarak değiştiği



vurgulanmıştır. Bu bağlamda incelenen bir kıyı alanında, tortul tanelerinin, kıyı akıntı kanalı ve sığ su sisteminin göç etmesine bağlı olarak sörf bölgesindeki hidrodinamik enerji tarafından sürekli olarak yeniden işlendiği ve yeniden dağıtıldığı gözlemlenmiştir. Yüksek hidrodinamik enerjinin kontrol ettiği sörf bölgesinde tane boyunun en büyük olduğu gözlemlenmiştir. Ek olarak, gel-git dalgalanmalarının bir fonksiyonu olarak, kaba boydaki tortulların kıyı kırınım alanına bağlı olarak sahilde yukarı ve aşağı hareket ettiği gözlemlenmiştir. Çalışma alanı kapsamındaki Van Gölü kıyısında kıyı kırınım alanı boyunca alınan numuneler ağırlıklı olarak (pç2, pç4, pç6, pç11, pç13, pç15) çakıl ve kaba kum boyundaki tortulardan oluşmaktadır ve yüksek enerjili depolanma ortamını işaret etmektedir. Kıyı çizgisinin ilerisinden (kara tarafına doğru) alınan numuneler ise genel olarak orta ve ince kum boyundaki tortulları içermekte olup, dalga

kırınım alanına kıyasla daha düşük enerjili bir depolanma ortamını yansıtmaktadır. Ayrıca, kıyı tortullarının granülometrik parametrelerinden yüksek porozite ve permeabilite özelliklerine sahip oldukları anlaşılmıştır. Kıyı tortulları çoğunlukla tek tepeli eğriler ile temsili olup, kil-silt gibi ince malzemelerin dalga enerjisiyle uzaklaştığı ve çeşitli kum boyu malzemelerin göl kıyısında depolandığını göstermektedir. Ayrıca, delta loblarının Van Gölü ile birleştiği kıyı alanlarından alınan tortulların tane boyu dağılım grafiklerinde (pç7 ve pç9) biri yüksek şiddetli biri düşük şiddetli olmak üzere çift tepeli eğriler tespit edilmiştir (Şekil 10). Çift-tepeli eğriler, delta önü alanına akarsu enerjisi ile taşınan çok ince taneli tortullar ile Van Gölü dalga enerjisi ile taşınan kaba kum boyu tortulların bir arada çökeldiğini ve akarsu ve dalga kaynaklı iki farklı hidrodinamik aktivitenin etkinliğini işaret etmektedir.



**Şekil 11. a)** Kıyı topoğrafyasına, hidrodinamik dalga enerjisine ve göl su seviyesine bağlı olan tortul tane boyu dağılım modeli (Gallagher vd. (2016)'dan değiştirilmiştir), **b)** Eski göl tortulları (yanal geçişli çakıllı kumtaşı fasiyesi ile siltli çamurtaşı fasiyesi), **c)** Göl kıyısı tortulları.

**Figure 11. a)** Grain size distribution model depend on coastal morphology, wave hydrodynamic energy, and lake water level (modified from Gallagher vd. (2016)), **b)** Ancient lacustrine deposits (lateral transitional pebbly sandstone facies and silty mudstone facies), **c)** Lacustrine deposits (Lakeshore sediments).

## **Sedimanter Depolanma Ortamları**

Çalışma alanı karasal ortamlardan olan akarsu, delta ve göl kıyısı sedimanter depolanma ortamlarını kapsamaktadır.

### **Akarsu depolanma ortamı**

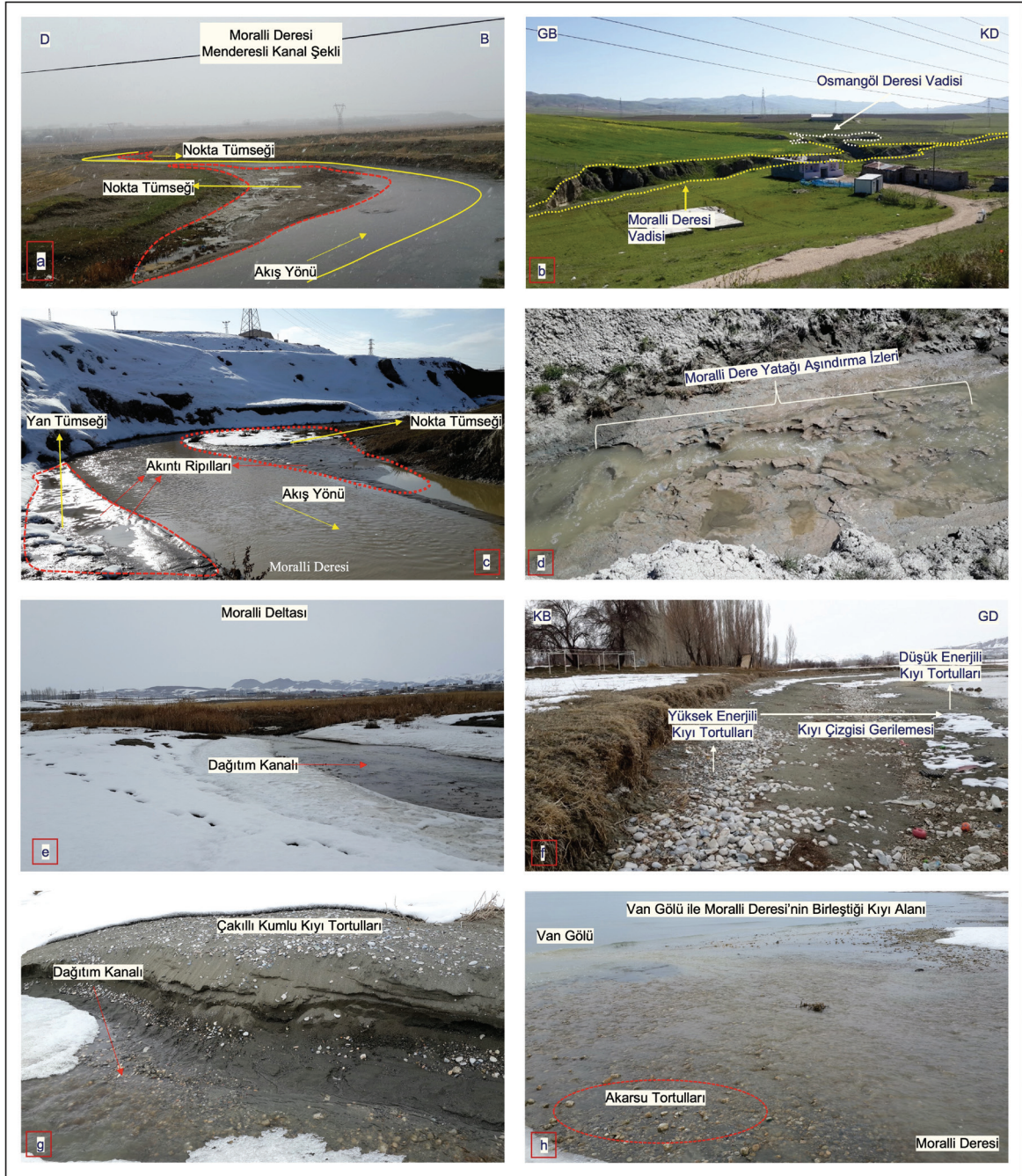
Moralli Deresi'nin, eğimin az olduğu bir akaçlama ağı havzasında 's' şeklinde kıvrılarak ilerlemesi, yanal yönde yer değiştirmesi, çoğunlukla nokta tümseklere ve yer yer boyuna tümseklere sahip olması dolayısıyla menderesli akarsu olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 12a). Ayrıca, Moralli Deresi'nde yer yer kanal deseni değişikliği, kanal genişliklerinde kademeli bir azalma ve mevsimsel değişikliklere bağlı olarak azalan su debisine bağlı düşük akış gücü tespit edilmiştir. Akarsu depolanma sistemleri havza ölçeğinde gerek tortul kaynağı, yüzeysel akış ve ince taneli tortulların mevcudiyeti gibi içsel faktörlerin değişiminden gerekse de akarsu kıyı banklarında ve taşkın düzlüğünde meydana gelen dış değişikliklerden etkilenmektedir (de Almeida vd., 2016). Moralli Deresi'yle havzanın farklı noktalarında birleşen ve dışsal faktörlere örnek teşkil eden akarsular, gerek depolanma ortamlarındaki tortul tane boyunun çeşitlenmesine gerekse de su debisinde artışa sebep olarak taşkınlara ve taşkın düzlüğü alanlarının yayılımının artmasına sebep olmuştur (Şekil 12b). Moralli Deresi kanalında tortul depolanma alanlarından nokta ve boyuna tümseklerin (Şekil 12c) üst yüzeyinde tek yönlü akıntının oluşturduğu birbirine paralel gelişmiş akıntı ripilları gözlenmiştir. Akıntı ripillerında eğimin az olduğu taraf belirlenerek akıntı yönünün kuzeydoğudan güneybatıya doğru olduğu ve sığ su ortamında düşük akıntı hızına bağlı olarak oluştuğu tespit edilmiştir. Paleoakıntı yönünün bulunmasında fayda sağlayan oluk ve oygu izleri gibi tabaka altı sedimanter yapıların oluşum aşamasını temsil edebilecek bazı aşındırma izleri Moralli Deresi kanalında gözlemlenmiştir. Bu aşındırmalara özellikle akarsuyun, çevre derelerle

birleştiği ve bu sebeple hidrodinamik aktivitenin arttığı yerlerde ve dere yatağındaki eğim değişikliklerinin olduğu bölgelerde rastlanılmıştır. Türbülanslı akışla taşınan çakıl ve kaba kum boylarındaki tortulların, akarsu yatağında daha önce depolanmış silt ve kilden oluşmuş eski birikimlere çarpması sonucu akarsu yatağında akış aşağı yönde aşınma olmakta ve aşındırma süreci devam etmektedir (Şekil 12d). Akarsu depolanma ortamında tespit edilen sedimanter yapıların işaret ettiği akıntı yönü ile McLaren ve Bowles (1985) modeli hipotezi çerçevesinde tane boyu dağılımından elde edilen akıntı yönü karşılaştırılmış olup, sonuçların birbirini destekler nitelikte olduğu tespit edilmiştir.

### **Delta depolanma ortamı**

Menderesli akarsular tarafından gerçekleştirilen erozyon ve sel basması gibi çeşitli hidrodinamik aktiviteler, modern kıyı delta ovalarının morfolojisini büyük ölçüde şekillendirmektedir (Bridge, 2009; Bellizia vd., 2021). Göl kıyısında oluşan delta tiplerinden sığ-su deltaları, hem göl seviyesi yükselme oranlarının düşük olduğu dönemlerde hem de zorunlu regresyon esnasında sığ su derinliklerinde oluşmaktadır. Bu delta tipleri çok loblu bir morfolojiye sahip, yanal uzanımlı, kum bakımından zengin delta gövdelerinden oluşmaktadır (Winsemann vd., 2018). Moralli Deresi ile Van Gölü'nün birleştiği alanda, akarsu tarafından taşınan çakıl-kum-silt-kil boylarındaki tortullar geniş ve düşük eğimli delta ovasında, akarsu-dalga hidrodinamik enerjilerinin etkisi altında depolanarak bir sığ-su delta sistemini oluşturmuştur. Moralli Deltası yanal yönde uzanımlı, çoğunlukla kum boyu tortulların depolandığı ve düşük eğimli bir gövdeden oluşmaktadır. Akarsu hidrodinamik enerjisine bağlı olarak tane boyu dağılımı deltanın farklı depolanma birimlerinde çeşitlilik göstermektedir.





**Şekil 12.** a) Moralli Deresi'nin menderesli kanal yapısı ve nokta tümsekleri, b) Moralli Deresi ve Osmangöl Deresi birleşim alanı, c) Nokta ve yan tümsekler, akıntı ripılları, d) Aşındırma izleri, e) Moralli Deltası ve dağıtım kanalı, f) Kıyı çizgisi ve ilişkili kıyı tortulları, g) Dağıtım kanalı ve çakıllı kumlu kıyı tortulları, h) Moralli Deresi ve Van Gölü'nün birleştiği kıyı alanı ve akarsu tortulları.

**Figure 12.** a) Moralli Streams' meandering channel morphology and point bars, b) Moralli Stream and Osmangöl Stream merged area, c) Point and side bars, flow ripples, d) Abrasion marks, e) Moralli Delta and distributary channel, f) Shoreline and related beach sediments, g) Distributary channel and pebbly sand beach sediments, h) Moralli Stream and Van Lake intersection coastal area and stream deposits.



Örneğin, delta gövde alanının başlangıcından delta önü alana dek akarsu enerjisinin kademeli olarak azaldığı ve buna bağlı olarak taşıdığı yatak yükündeki kaba taneli tortulların büyük bir bölümünün delta düzlüğünde, orta, orta-ince tane boyundaki tortulların yoğun miktarda delta loblarında ve ince-çok ince tane boyuna sahip tortulların ise delta önü alanında çökeldiği tespit edilmiştir. Dere, delta alanında birçok dağıtım kanalına bölünerek Van Gölü'ne dökülmektedir (Şekil 9f ve Şekil 12e). Delta dağıtım kanallarında kaba kum boyunda, kötü boylanmış tortullar çökelmiştir. Delta kanallarında kıyı ve akarsu tortullarının ardışık olarak çökmesi gerek göl su seviyesinin düşük de olsa yükselmesine bağlı gerekse de regresyona bağlı olarak değişen hidrodinamik aktivitelerden kaynaklanmıştır. Günümüzde Van Gölü su seviyesi iklimsel değişikliklerin etkisi altında düşmeye devam etmekte ve kıyı alanında meydana gelen regresyona bağlı olarak kıyı çizgisinin gerilediği gözlemlenmiştir. Ayrıca, delta taşkın düzlüğündeki çamur birikimlerinde dönemsel kuraklıkla ilişkili olarak gelişen sedimanter yapılardan kuruma çatlakları bulunmakta olup, bu yapılar gerçekleşen regresyonun bir göstergesi olarak değerlendirilmiştir.

### **Göl kıyısı depolanma ortamı**

Çalışma kapsamındaki kıyısal alan, tane boyu dağılımı, dalga ve akıntı enerjisine bağlı olarak kıyı önü, kıyı kırınım ve akıntı kanalı bölgesi olmak üzere üç farklı depolanma ortamı bağlamında incelenmiştir. Kıyı önü alanında çökelen kil-silt-ince kum boylarındaki tortullar düşük-enerjili depolanma ortamını işaret etmektedir. Eski göl tortullarındaki ve kıyı önü alanındaki ince taneli tortullar, yüksek enerjili hidrodinamik aktivitelerle depolanma ortamından uzaklaştırılan tortullar olabileceği gibi, kıyı çizgisinin kara tarafına doğru ilerlemesi veya kıyı çizgisinin göl tarafına doğru çekilmesi sonucu değişen morfo-

ve hidrodinamik koşullar altında çökelen tortullar olabileceği de düşünülmektedir (Şekil 11b ve Şekil 11c). Kıyı çizgisi alanında ağırlıklı olarak çakıl ve kaba kum boylarında tortulların depolandığı gözlemlenmiştir (Şekil 12f). Akıntı kanalı bölgesinde depolanan tortullar ise çoğunlukla çakıl ve kaba kum boyu tanelerden oluşmuştur (Şekil 12g). Akıntı kanalı depolanma ortamında, akarsu enerjisi ile dalga enerjisinin birlikte ancak birbirine zıt yönde çalışmasından dolayı çeşitli tane boylarında tortullar depolansa da kaba taneli tortulların yoğun olarak çökeldiği tespit edilmiştir (Şekil 12h). Hidrodinamik aktivitelerin mevsimsel olarak değişiklik göstermesine bağlı olarak kıyı çizgisinin ileri-geri yönde yer değiştirmesi kıyı çizgisi ve kıyı önü alanlarında çeşitli tane boylarındaki tortulların depolanmasına olanak sağlamıştır.

Göl kıyısında tespit edilen tortul depolanma alanlarından olan kıyı kumulları, kıyı bariyeri, kıyı dili ve kıyı okları gibi çeşitli jeomorfolojik unsurların kıyıdaki oryantasyonu ve bu birikintilerin üzerinde gözlenen dalga ripılları dalga yönünün kuzeydoğu olduğunu işaret etmektedir. Kıyı alanında farklı iki seviye ile temsil edilen bir diğer jeomorfolojik unsur ise kıyı taraçalarıdır. Akça vd. (2008) ve Özalp (2020)'de Van Gölü kıyı taraçalarının ya tektonizma kontrolünde ya da dalga enerjisine bağlı olarak aşınma sonucu gelişmekte olduğu ve su seviyesindeki yükselme ve alçalmalardan etkilenecek zaman içinde evrim geçirdikleri belirtilmiştir. Valeton (1978) ve Görür vd. (2015) çalışmalarında gerek akarsu gerekse göl taraçalarının oluşumunun temel sebebinin göl su seviyesindeki değişimler olduğu, bu değişimlerin ise iklimsel, tektonik ve volkanik aktivitelerin denetiminde gerçekleştiğine vurgu yapılmıştır. Kuzucuoğlu vd. (2010)'da Van Gölü çevresindeki göl taraçaları üzerinde yapılan sedimantolojik ve jeomorfolojik çalışmalar sonucu, Geç Pleyistosen döneminde Van Gölü su seviyesindeki dalgalanmaların temel sebebinin iklimsel değişiklikler olduğu belirtilmiştir. Bu

çalışmaya göre iklimsel değişikliklere bağlı olarak yükselip, alçalan göl seviyesi taraça oluşumuna sebep olmuştur. Maurya vd. (1997)'de derin vadilerden geçen menderesli akarsuların, tektonik aktivitelerden kaynaklı yükseltilmiş taraçalara sahip olabileceği ve bu taraçaların bölgenin Kuvaterner döneminde gençleştiğini doğrulayabileceğine değinilmiştir. Bu çalışma kapsamında ise çalışma alanının bir kısmında nispeten derin vadilerden geçen Moralli Deresi kanalı çevresinde ve kıyı alanında iki farklı seviyede akarsu taraçası tespit edilmiştir. Çalışılan alanda akarsu kaynak bölgesi çevresinde eski göl tortullarının bulunması, Van Gölü su seviyesinin Kuvaterner döneminde oldukça yüksek seviyelere çıktığının bir göstergesidir ve taraçaların oluşumunda göl seviyesindeki dalgalanmalar dolayısıyla iklimsel değişikliklerin etkili olabileceği düşünülmüştür. Ancak, havzanın Everek ve Alaköy bindirme fayları tarafından kontrol edilmesi ve bu sebeple akarsu çevresinde rastlanan taraçaların tektonik kökenli olabileceği de göz önünde bulundurulmuştur. Taraçaların oluşum mekanizmasının net bir şekilde ortaya çıkarılması için taraçalardan elde edilecek yaş verileri ile havzayı kontrol eden fayların hareket tarihleri karşılaştırılmalı ve taraça tortullarından alınan örnekler üzerinde palinoloji analizi yapılarak dönemin iklimsel özellikleri belirlenmelidir. Bu bağlamda taraçaların oluşum mekanizmasının bulunmasına yönelik yapılacak bir çalışma ile taraçaların iklimsel ve/veya tektonik kaynaklı olup/olmadığı ortaya konulabilir.

Bu çalışma kapsamında yapılan sedimentolojik analizler sonucu elde edilen tane boyu ve granülometrik parametre verileriyle Moralli Deresi'nin hidrodinamik enerjisinin kum-silt-kil boyu taneleri taşıyabilecek potansiyelde olduğu, akaçlama ağı havzasında akış aşağıya doğru tane boyunun inceldiği ve Van Gölü'nün dalga enerjisinin çakıl ve kum boyu tanelerin taşınmasını ve depolanmasını sağlayabilecek potansiyelde olduğu ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca,

Van Gölü su seviyesinde iklimsel değişikliklerden kaynaklı yükselme ve alçalmaların oluşturduğu akarsu, delta ve gölsel kıyı depolanma ortamlarında çökelen tortulların fasiyes özellikleri ile tektonik ve hidrodinamik aktivitelerden kaynaklanan jeomorfolojik unsurlar (kıyı oku, kıyı dili, kıyı bariyeri, göl ve akarsu taraçası) belirlenmiştir.

### **EXTENDED SUMMARY**

*This study was carried out to determine the grain size distribution trends of Quaternary fluvio-lacustrine sediments and hydrodynamic effects, which play an essential role in the erosion, transport, and deposition processes in depositional environments. Moreover, it aims to define the facies deposited in different environments and reveal the characteristics of the depositional environments and the geomorphological structures of the study area. This study presents an integrated approach, focusing on the grain size of the sediments, hydrodynamic activities and the depositional environments formed under the effects of morpho-sedimentary processes, tectonism and climate. Moralli Stream, which has not been studied in detail before and is under the influence of the Alaköy and Everek thrust faults, has high potential in sedimentology and geomorphology.*

*The study field covers an area of approximately 30 km<sup>2</sup> east of Lake Van, within the K50-c4 sheet map of Van province. The study area is surrounded by Çobanoğlu village in the east, Lake Van and Bardakçı village in the west, and Kalecik village in the south (Figure 1a). The Moralli Stream in the study confluences with the Beyaztaş and Tekmal streams rising from the south of Ağazul Hill, and the Osmangöl and Katar streams rising around Kavran Hill in the middle part of Everek Plain. As Moralli Stream goes west, it receives water from springs and flows into Lake Van (Figure 1b and Figure 2). The oldest unit in the study area is the Upper Cretaceous Bakışık melange and olistostrome (Şenel et al., 1984), while the*

youngest unit is the Holocene fluvio-lacustrine and alluvial deposits (Sümenen, 2008) (Figure 2 and Figure 3).

Grain size analysis was performed to determine the grain size distribution trends of the fluvio-lacustrine sediments. For the grain size analysis, a total of 42 sediment samples were taken at regular intervals, starting from the source area of the stream to the area where it spills into Lake Van (Figure 4). It was determined that the grain size of the sediments taken from the stream source area was mainly between 0.42-0.25 mm, and the grain size of the sediments taken from the downstream parts of the channel bed was between 0.125-0.037 mm. The mean grain size of fluvial sediments (md 1, 2, 4, 6, 9, 12, 16, 17, 20) is of fine sand-very fine sand size, and the sorting parameter is generally in the poor sorting class. The skewness degree is mostly strongly negative skewed and the degree of kurtosis was determined as platykurtic. The particle size distribution in the fluvial sediments was examined downstream from the source, and it was determined that the medium-fine sand-size sediments showed moderate-to-poor sorting and negative skewness.

The model suggested by McLaren and Bowles (1985) was in agreement with the parameter properties indicating low-energy transport. In general, single-peaked curves were observed in the grain size distribution graphs of the stream channel sediments (Figure 5a), and double-peaked curves were observed in the grain size distribution graphs of the sediments belonging to the intersection of the streams (Figure 5b). Double-peaked curves are related to the weight of sand grains of different sizes or sand-silt-size grains and represent transport from different sources. It was determined by comparing the data of the sedimentary samples taken from the intersection of the streams, forwards and backwards, that small streams carry sediments having the size of silt and clay, while the larger streams carry sediment of sand size (Figure 5c).

In the point bar sequences, the sediment grain size decreases in the downstream direction, and the grain size distribution graphs present a single-peaked curve (Figure 5d), double-peaked curve (Figure 5e) and single-peaked curve (Figure 5f), respectively. Gravel-sand-size sediment transport in high-energy streams and silt-clay-size sediment transport in low-energy streams showed that hydrodynamic activities in the study area significantly affect the grain size distribution.

When the grain size distribution is observed from the delta plain to the delta front area, it was determined that the grain size decreased towards downstream, and three different grain size fractions represent different depositional units of the delta. The grain sizes of the sediment samples taken from the delta plain (md 21, 22, 23) are 4.75-0.25 mm, the grain sizes of the sediment samples taken from the delta channels (md 24, 25) are 1.00-0.25 mm, and the sediment samples taken from the delta front area (md 26, 27) have grain sizes ranging between 0.074-0.037 mm. Delta plain sediments have a mean grain size in the coarse sand class with poorly sorted, positively skewed and mesokurtic features. Delta channel sediments have a mean grain size in the medium-fine sand class with poorly sorted, positively skewed and platykurtic features. The mean grain size of delta front sediments is in the very fine sand class with moderately sorted, negatively skewed and leptokurtic characteristics.

The delta sediments are composed of facies with a grain size decreasing from the delta plain to the delta front area and are laterally transitional with the coastal sediments. In the grain size distribution graphs of delta sediments, single-peaked curves were observed in the delta plain sediments, double-peaked curves in the delta channel sediments, and single-peaked curves in the delta front sediments (Figures 5g, 5h and 5i). Single-peaked curves indicate the sediments of the same grain size due to the intense influence of a single hydrodynamic activity (flow or wave). In



contrast, double-top curves indicate the transport and deposition of sediments of different grain sizes under the influence of two different hydrodynamic activities (flow and wave).

The grain size of the beach sediments was determined to be in the range of 1-0.42 mm. While sediments contain fine grains of 0.074-0.037 mm in size in the coastal area, especially in the low-energy foreshore area, it was determined that sediments containing >4.75 mm in size pebbles were deposited in the rip channel and shore break areas. The mean grain size distribution of the beach sediments of Lake Van (pç1-15) is very coarse sand, coarse sand and medium sand size, and is represented with moderate-well, moderate sorting, symmetric-positive skewness and leptokurtic parameters. The beach sediments are represented mainly by single-peaked curves, showing that fine materials such as clay-silt were removed by wave energy and various sand size materials were deposited on the lakeshore. In addition, in the grain size distribution graphs (pç7 and pç9) of the sediments taken from the coastal areas where the delta lobes meet with Lake Van, double-peaked curves, one with high intensity and one with low intensity, were detected (Figures 5j, 5k and 5l). The double-peaked curves indicate that very fine-grained sediments transported to the delta channel by fluvial energy and coarse sand-sized sediments transported by wave energy from Lake Van were deposited sequentially, indicating two different sources with the effectiveness of two different hydrodynamic activities.

As a result of field studies, the identified cross-bedded, imbricated pebbly sandstone facies (Md) represent the ancient fluvial sediments, while the parallel laminated silty mudstone facies (Vg) represent the ancient lake sediments (Figures 6a and 6b). Sandy conglomerate facies (Kt) are represented by light grey and beige colours and consist of pebbles and sand-sized grains. The size of the sediments forming the facies indicates that they were deposited in a high-energy depositional

environment. The pebble grains in the sandy conglomerate facies are distinctly platy in shape; this shows that wave energy is effective in the depositional environment and deposition in the shoreline zone (shore break) (Figures 11b and 11c). Unconsolidated sediments deposited in the fluvio-lacustrine system were interpreted as having fluvial, delta and lakeshore facies associations. The fluvial sediments were evaluated as having stream channel, flood plain and point bar facies associations. Generally, fluvial sediments consist of light brown and grey coloured unconsolidated gravel, sand, silt and clay-sized sediments. Delta sediments that consist of fine sand, silt and clay-sized sediments, represented by brown, dark grey and black colours, were evaluated as having delta plain, delta channels and delta front facies associations. Lakeshore sediments consist mainly of sandy sediments in beige and light grey colours. Gravel-sized grains are platy in shape, and their edges and corners have been eroded.

The sedimentological data and the bivariate classification diagrams prepared by Freidman (1958), Moiola & Weiser (1968) and Stewart (1958) were used to determine the sediment transport and deposition processes and also the depositional environments. As a result, the data were plotted on flow and wave processes related to river and beach depositional environments (Figure 8).

Moralli Stream is a meandering stream that curves in an 's' shape in a drainage basin where the slope is low, and it displaces laterally and contains point and side bars, which are the characteristics of a meandering river (Figure 12a). In the area where Moralli Stream and Lake Van meet, sediments in the gravel-sand-silt-clay carried by the stream were deposited in the broad and low-sloping delta plain under the influence of stream-wave hydrodynamic energies, forming a shoal-water delta system at low-water depths (Figures 9 and 12).

The coastal area within the scope of the study consists of three different deposition environments, namely, the shorefront, the shore break and the rip channel region, depending on the grain size distribution, waves and current energy. Around the Moralli Stream channel, two river terraces at different levels have been observed, and in the coastal area of Lake Van, various geomorphological structures such as lake terraces, beach barriers, beach splits and beach arrows have been observed (Figure 9). Within the scope of this study, two different levels of river terraces were identified around the Moralli Stream channel, which passes through relatively deep valleys in part of the study area, and in the coastal area. The presence of old lake sediments around the river source area is an indication that the water level of Lake Van rose to very high levels during the Quaternary period, and it was thought that fluctuations in the lake level arising from climatic changes may have been influential in the formation of the terraces. However, taking into account that the Everek and Alaköy thrust faults control the basin, the terraces found around the stream may be of tectonic origin. The source mechanism of the terraces will be presented in future studies.

With the grain size and statistical parameter data obtained as a result of the sedimentological analyses carried out in this study, it is seen that the hydrodynamic energy of Moralli Stream has the potential to transport sand-silt-clay sized grains, and the grain size of the sediments decrease through the downstream of the stream channel in the drainage basin. It has been revealed that the wave energy of Lake Van has the potential to transport pebble and sand-sized grains. In addition, the characteristics of the lithofacies and facies associations in the sedimentary sequences (fluvial, delta and lacustrine shore) formed by the rise and fall of the water level of Lake Van due to climatic changes, and the geomorphological

structures (beach spits and arrows, beach barriers, lake and river terraces), resulted from tectonic and hydrodynamic activity.

## KATKI BELİRTME

Bu makale birinci yazarın Yüksek Lisans tezinden (Şen, 2015) yararlanılarak yazılmıştır.

## ORCID

Gül Şen  <https://orcid.org/0000-0002-9729-242X>

Türker Yakupoğlu  <https://orcid.org/0000-0001-8811-9660>

## KAYNAKLAR / REFERENCES

- Acarlar, M., Bilgin, E., Elibol, E., Erkal., T. ve Gedik, İ. (1991). *Van Gölü doğu ve kuzeyinin jeolojisi* (Rapor no: 9469). Maden Tetki ve Arama Genel Müdürlüğü, (yayımlanmamış).
- Akça, E., Çimrin, K. M., Ryan, J., Nagano, T., Topaksu, M. & Kapur, S. (2008). Differentiating the natural and man-made terraces of Lake Van, Eastern Anatolia, utilizing earth science methods. *Lakes and Reservoirs: Research and Management*, 13(1), 83-93.
- Akın, M., Özvan, A., Akın, M. K. & Topal, T. (2013). Evaluation of liquefaction in Karasu River floodplain after the October 23, 2011, Van (Turkey) earthquake. *Natural Hazards*, 69(3), 1551-1575.
- Akköprü, E. & Christol, A. (2019). Lake Van. In C. Kuzucuoğlu, C., A. Çiner, N. Kazancı (Eds.), *Landscapes and Landforms of Turkey* (369-382). Springer Nature Switzerland AG.
- Akköprü, E., Aydın, F. A. ve Doğu, A. F. (2019). Van Gölü seviye değişimlerinin Engil Çayı Deltası jeomorfolojisi üzerine etkisi ve Dilkaya Höyüğü ile ilişkisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 72, 45-51.
- Aksoy, E. (1988). *Van İli Doğu-Kuzeydoğu Yöresinin Stratigrafi ve Tektoniği* [Yayımlanmamış, Doktora Tezi]. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Alaeddinoğlu, F., Avşin, N. ve Yılmaz, E. (2016). Van Gölü güneydoğusunun jeomorfolojik özellikleri

- ve ekoturizm. *Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6(2), 291-310.
- Arni, P. (1938). Van vilayetinin jeolojisi hakkında rapor (Arşiv no: 883). MTA, (yayımlanmamış).
- Avşin, N. ve Aras, M., 2021. Aras Nehri vadisi ve yakın çevresinin jeomorfolojisi (Kağızman-Gaziler arası). *Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimler Dergisi*, 4(5), 368-386.
- Balkaş, Ö., Serdar, S. H., Erakman, B., Güngör, A., Pasin, C., Aksu, R. ve İşbilir, M. (1980). Başkale-Gürpınar-Çatak-Van alanının jeolojisi ve petrol olanakları (Rapor no: 1455). TPAO (yayımlanmamış).
- Bellizia, E., Boaga, J., Fontana, A., D'Alpaos, A., Cassiani, G. & Ghinassi, M. (2021). Impact of genesis and abandonment processes of a fluvial meander on geometry and grain-size distribution of the associated point bar (Venetian Plain, Italy). *Marine and Petroleum Geology*, 127, Article 104951.
- Bhattacharya, F., Shukla, A. D., Patel, R. C., Rastogi, B. K. & Juyal, N. (2017). Sedimentology, geochemistry and OSL dating of the alluvial succession in the northern Gujarat alluvial plain (western India)-A record to evaluate the sensitivity of a semiarid fluvial system to the climatic and tectonic forcing since the late Marine Isotopic Stage 3. *Geomorphology*, 297, 1-19.
- Bridge, J. S. (2009). *Rivers and floodplains: forms, processes, and sedimentary record*. John Wiley and Sons, New York, 512 s.
- Bulum, B. Ö. (2015). *Bendimahi Çayı'nın (Van) su kalite kriterleri üzerine bir araştırma* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, 126 s.
- Christol, A., Kuzucuoğlu, C., Fort, M. & Lamothe, M. (2013). Première chronologie OSL des formations fluvio-lacustres de la vallée de la Karasu: implications sur la paléogéographie du bassin du lac de Van (Turkey). *Géomorphologie: relief, processus, environnement*, 19(4), 393-406.
- Çiftçi, Y., Işık, M. A., Alkeveli, T. ve Yeşilova, Ç. (2008). Van Gölü havzasının çevre jeolojisi. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 32(2), 45-77. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jmd/issue/52384/686287>
- Dade, W. B. & Friend, P. F. (1998). Grain-size, sediment-transport regime, and channel slope in alluvial rivers. *The Journal of Geology*, 106(6), 661-676.
- de Almeida, R. P., Marconato, A., Freitas, B. T. & Turra, B. B. (2016). The ancestors of meandering rivers. *Geology*, 44(3), 203-206.
- Degens, E. T., Wong, H. K., Kempe, S. & Kurtman, F. J. G. R. (1984). A geological study of Lake Van, Eastern Turkey. *Geologische Rundschau*, 73(2), 701-734.
- Dengiz, O. (2010). Morphology, physico-chemical properties and classification of soils on terraces of the Tigris River in the south-east Anatolia region of Turkey. *Journal of Agricultural Sciences*, 16, 205-212.
- Dicle, S. & Üner, S. (2017). New active faults on Eurasian-Arabian collision zone: Tectonic activity of Özyurt and Gülsünler faults (eastern Anatolian Plateau, Van-Turkey). *Geologica Acta: An International Earth Science Journal*, 15(2), 107-120.
- Du, X., Gama, C., Liu, J. T. & Baptista, P. (2015). Sediment sources and transport pathway identification based on grain-size distributions on the SW coast of Portugal. *TAO: Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences*, 26(4), 397.
- Erinc, S. (2012). *Jeomorfoloji I*. (Güncelleştirenler: T. A. Ertek - C. Güneysu). Der Yayınları, İstanbul, 284 s.
- Fazelpoor, K., Yousefi, S., Martínez-Fernández, V. & de Jalón, D. G. (2021). Geomorphological evolution along international riverine borders: The flow of the Aras River through Iran, Azerbaijan, and Armenia. *Journal of Environmental Management*, 290, Article 112599.
- Folk, R. L. (1954). The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary rock nomenclature. *The Journal of Geology*, 62(4), 344-359.



- Folk, R. L. (1974). *Petrology of Sedimentary Rocks*. Hemphill Press, Second Edition, Austin, Texas, 182.
- Folk, R. L. & Ward, W. C. (1957). Brazos River bar (Texas); a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Research*, 27(1), 3-26.
- Friedman, G. M. (1958). Determination of sieve-size distribution from thin-section data for sedimentary petrological studies. *The Journal of Geology*, 66(4), 394-416.
- Gallagher, E., Wadman, H., McNinch, J., Reniers, A. & Koktas, M. (2016). A conceptual model for spatial grain size variability on the surface of and within beaches. *Journal of Marine Science and Engineering*, 4(2), 38.
- Gao, S., Collins, M. B., Lanckneus, J., De Moor, G. & Van Lancker, V. (1994). Grain size trends associated with net sediment transport patterns: An example from the Belgian continental shelf. *Marine Geology*, 121(3-4), 171-185.
- Görür, N., Çağatay, M., Zabcı, C., Sakınç, M., Akkök, R., Şile, H. & Örcen, S. (2015). The late Quaternary tectono-stratigraphic evolution of the Lake Van, Turkey. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 151, 1-46. [https://dergi.mta.gov.tr/dosyalar/images/mtadergi/makaleler/eng/20151218214147\\_162\\_164e7559.pdf](https://dergi.mta.gov.tr/dosyalar/images/mtadergi/makaleler/eng/20151218214147_162_164e7559.pdf)
- Husain, F. (2021). Sediment of the Tigris and Euphrates rivers: an early modern perspective. *Water History*, 13 13-32. <https://doi.org/10.1007/s12685-020-00256-2>
- Jotheri, J., Allen, M. B. & Wilkinson, T. J. (2016). Holocene avulsions of the Euphrates River in the Najaf area of Western Mesopotamia: impacts on human settlement patterns. *Geoarchaeology*, 31(3), 175-193.
- Kadhim, W. M. & Kadhim, L. M. (2020). Geomorphological characteristics of Tigris and Euphrates Rivers in the Iraqi sedimentary plain and their impact on the extinction and change of Mesopotamian Civilization Centers (A Study in Historical Geomorphology). *The Islamic College University Journal*, 2(57), 139-160.
- Kamar, G., 2005. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Kampüs Alanındaki Çökellerin Palinostatigrafisi ve Paleoklimatolojisi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kamar, G. (2021). Holocene palynology and pollen-based palaeoclimate reconstruction of Lake Erçek (Eastern Anatolia); short-term climatic fluctuations and their relation with global palaeoclimatic change; results of cores E1 and E10. *Geological Bulletin of Turkey*, 64(3), 1-14. <https://doi.org/10.25288/tjb.927117>
- Kazancı, N., Gürbüz, A. ve Boyraz, S. (2011). Büyük Menderes nehri'nin jeolojisi ve evrimi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 54(1-2), 25-56. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tjb/issue/46966/589505>
- Kazak, M. (2019). *Akın ve Taşkonak Köyleri (Van) Çevresinde Yüzeyleyen Orta-Geç Miyosen Yaşlı Killi Kayaçların Mineralojik ve Jeokimyasal İncelenmesi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, 119 s.
- Kıraner, F. (1959). Van Gölü doğu bölgesinin jeolojik etüdü. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 7(1), 30-57. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tjb/issue/52950/700212>
- Koçyiğit, A. (2013). New field and seismic data about the intraplate strike-slip deformation in Van region, East Anatolian plateau, E. Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences*, 62, 586-605.
- Korkmaz, K. (2020). *Van Formasyonunun Nannoplankton Biyostratigrafisi ve Yaşı* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray, 57 s.
- Kutman, F., Akkusuş, A. F. & Gedik, A. (1978). The geology and oil potential of the Muş-Van region. In E.T.Degens & F. Kurtman (Eds.), *The geology of Lake Van (pp. 124-133)*. MTA Arşiv No: 169.

- Kuzucuoğlu, C., Christol, A., Mouralis, D., Doğu, A. F., Akköprü, E., Fort, M., Brunstein D., Zorer H., Fontugne M., Karabiyikoğlu M., Scaillet S., Reyss J.-L. & Guillou, H. (2010). Formation of the upper pleistocene terraces of Lake Van (Turkey). *Journal of Quaternary Science*, 25(7), 1124-1137. <https://doi.org/10.1002/jqs.1431>
- Lazim, A. A., Hussein, M. A. & Khazaal, H. F. (2020). The effect of West Qurna oilfield on the part of Euphrates River, northern Basra governorate, Iraq: geomorphic and structural geology integrated analysis. *The Iraqi Geological Journal*, 53(1c) 90-103. <https://doi.org/10.46717/igj.53.1C.6Rx-2020-04/06>
- Maurya, D. M., Malik, J. N. & Raj, R. (1997). Quaternary sediments of the Lower Mahi river basin, Western India. *Current Science*, 72(7), 519.
- McLaren, P. (1981). An interpretation of trends in grain size measures. *Journal of Sedimentary Research*, 51(2), 611-624.
- McLaren, P. & Bowles, D. (1985). The effects of sediment transport on grain-size distributions. *Journal of Sedimentary Research*, 55(4), 457-470.
- Miall, A. D. (1996). *The Geology of Fluvial Deposits*. Springer Verlag, Berlin, 582 p.
- Mikhailov, V. N., Kravtsova, V. I. & Magritskii, D. V. (2003). Hydrological and morphological processes in the Kura River delta. *Water Resources*, 30(5), 495-508.
- Moiola, R. J. & Weiser, D., 1968. Textural parameters; an evaluation. *Journal of Sedimentary Research*, 38(1), 45-53.
- Muhaimeed, A. S., Ibrahim, A. & Abdulateef, R. K. (2017). Using of remote sensing for monitoring geomorphological temporal changes for Tigris river in Baghdad city. *The Iraqi Journal of Agricultural Science*, 48(1), 215.
- Nicoll, K. (2010). Landscape development within a young collision zone: implications for post-Tethyan evolution of the Upper Tigris River system in southeastern Turkey. *International Geology Review*, 52(4-6), 404-422.
- Okuldaş, C. ve Üner, S. (2013). Alaköy Fayı'nın jeomorfolojik özellikleri ve tektonik etkinliği (Van Gölü Havzası, Doğu Anadolu). *Yerbilimleri*, 34(3), 141-168.
- Özalp, S. (2020). Late Pleistocene-Holocene lake terraces, water level change, and active tectonics: Eastern coast of Lake Van, Eastern Anatolia, Turkey. *Quaternary International*, 542, 54-64.
- Özkaymak, Ç. (2003). Van Şehri ve Yakın Çevresinin Aktif Tektonik Özellikleri [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Van Yüzcüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, 76 s.
- Perinçek, D. (1978). 5-6-9. Bölge (Güneydoğu Anadolu otokton-allokon birimleri) jeoloji sembolleri (Arşiv No: 6657). TPAO, (yayımlanmamış).
- Reimer, A., Landmann, G. & Kempe, S. (2009). Lake Van, Eastern Anatolia, hydrochemistry and history. *Aquatic Geochemistry*, 15(1), 195-222.
- Reniers, A. J. H. M., Gallagher, E. L., MacMahan, J. H., Brown, J. A., van Rooijen, A. A., van Thiel de Vries, J. S. M. & van Prooijen, B. C. (2013). Observations and modeling of steep-beach grain-size variability. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 118, 577-591,
- Saber, R., Işık, V. & Çağlayan, A. (2020). Tectonic geomorphology of the Aras drainage basin (NW Iran): Implications for the recent activity of the Aras fault zone. *Geological Journal*, 55(7), 5022-5048.
- Sissakian, V. & Al-Ansari, N. (2019). Geography, geomorphology, stratigraphy and tectonics of the Euphrates River Basin. *Journal of Earth Sciences and Geotechnical Engineering*, 9(4), 315-337.
- Stewart Jr, H. B. (1958). Sedimentary reflections of depositional environment in San Miguel lagoon, Baja California, Mexico. *AAPG Bulletin*, 42(11), 2567-2618.

- Sümengen, M. (2008). *1/100000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları, Van K50 Paftası*. MTA Arşiv-No:65, 18 s.
- Syvitski, J. P., Peckham, S. D., Hilberman, R. & Mulder, T. (2003). Predicting the terrestrial flux of sediment to the global ocean: a planetary perspective. *Sedimentary Geology*, 162(1-2), 5-24.
- Şen, G. (2015). *Moralli Deresinin (Tuşba, Van) ve Çevresinin Sedimantolojik, Mineralojik ve Jeokimyasal Özelliklerinin İncelenmesi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, 140 s.
- Şenel, M., Acarlar, M., Çakmakoglu, A., Dağer, Z., Erkanol, O., Örence, S., Taşkıran, M. A., Ulu, Ü., Ünal, M.F. ve Yıldırım, H. (1984). *Özalp (Van)-İran sınırı arasındaki alanın jeolojisi* (Rapor No: 7623). MTA, 18 s. (yayımlanmamış).
- Şenel, M. (1987). *1/100000 ölçekli açınsama nitelikli Türkiye jeoloji haritaları serisi, Başkale-H38 Paftası*. MTA Arşiv No: 52, 17 s.
- Udden, J.A. (1914). Mechanical composition of clastic sediments. *Bulletin of the Geological Society of America*, 25, 655-744.
- Utlı, M. & Ghasemlounia, R. (2021). Flood prioritization watersheds of the Aras River, based on geomorphometric properties: case study Iğdır province. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (6), 21-40. <https://doi.org/10.46453/jader.781152>
- Üçler, N. (2019). Akım verilerinin bulanık mantık yöntemiyle tahmini: Bendimahi Çayı örneği. *ALKÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 1(3), 110-119.
- Üner, S., (2003). Van Gölü Doğusu (Beyüzümü-Göllü Dolayı) Pliyo-Kuvaterner Yaşlı Karasal Çökellerin Sedimantolojisi [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Üner, S. (2018). Evolution of Çolpan barrier and lagoon complex (Lake Van-Turkey): sedimentological and hydrological approach. *Quaternary International*, 486, 73-82.
- Üner, S. (2019). The effect of tectonism on deltaic wetland migration: A case study from Bendimahi River Delta System (Lake Van-Eastern Turkey). *Journal of Great Lakes Research*, 45(5), 864-871.
- Üner, S., Yakupoğlu, T. ve Şenol, M. (2003). Beyüzümü delta kompleksinin (Beyüzümü-Van) fasiyes özellikleri ve gelişim modeli. *Türkiye Kuvaterneri Çalıştayı IV, Bildiri Özleri Kitabı* (s. 195-200). 29-30 Mayıs 2003, İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Valeton, I. (1978). A Morphological and petrological study of the terraces around Lake Van. In E. T. Degens & F. Kurtman (Eds.), *The geology of Lake Van*. MTA Arşiv No: 169, 158s.
- Vincent, S. J., Davies, C. E., Richards, K. & Aliyeva, E. (2010). Contrasting Pliocene fluvial depositional systems within the rapidly subsiding South Caspian Basin; a case study of the palaeo-Volga and palaeo-Kura river systems in the Surakhany Suite, Upper Productive Series, onshore Azerbaijan. *Marine and Petroleum Geology*, 27(10), 2079-2106.
- von Suchodoletz, H., Gärtner, A., Hoth, S., Umlauf, J., Sukhishvili, L. & Faust, D. (2016). Late Pleistocene river migrations in response to thrust belt advance and sediment-flux steering-The Kura River (southern Caucasus). *Geomorphology*, 266, 53-65.
- Wentworth, C.K. (1922). A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 30, 377-392.
- Winsemann, J., Lang, J., Polom, U., Loewer, M., Igel, J., Pollok, L. & Brandes, C. (2018). Ice-marginal forced regressive deltas in glacial lake basins: geomorphology, facies variability and large-scale depositional architecture. *Boreas*, 47(4), 973-1002.
- Yalçın, H., Gülen, L. ve Utkucu, M. (2013). Türkiye ve yakın çevresinin aktif fayları veri bankası ve deprem tehlikesinin araştırılması. *Yerbilimleri*, 34(3), 141-168.



Yılmaz, A. V. (2017). *Ağartı-Özyurt Civarında (Van Gölü Doğusu) Yüzeyleyen Orta Eosen ve Orta Miyosen Türbiditlerinin Sedimantolojik ve Yapısal Özelliklerinin İncelenmesi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, 57 s.

Zorer, Ö. S. (2006). *Bendimahı Çayı'nda ve Çayın Van Gölü'ne Döküldüğü Noktada Doğal Radyoaktivite Seviyesinin Belirlenmesi* [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.