



**Küçük Memeli Paleontolojisinin Türkiye’deki Kuvaterner Çalışmalarına Katkısı:  
Tanımlar ve Uygulamalar**  
*Contribution of Micromammal Palaeontology to Quaternary Studies in Turkey:  
Definitions and Applications*

**Ozan Erdal** 

*İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 34469 Maslak, İstanbul*

Geliş/Received : 29.11.2017 • Düzeltilmiş Metin Geliş/Revised Manuscript Received : 13.12.2017 • Kabul/Accepted : 15.12.2017 • Baskı/Printed : 29.12.2017

*Derleme Makalesi/Review Article*

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

**Öz:** Anadolu, özellikle omurgalıların evrimsel süreçlerinde Afrika, Avrupa ve Asya arasında bir köprü görevi gördüğü gibi, bu süreçleri aydınlatabilecek fosilleri potansiyel olarak barındırmaktadır. Bu kapsamda bakıldığında, ülkemizde yapılan memeli paleontolojisi çalışmalarının ekseriyetle Paleojen Devrine ve en çok da Miyosen Devresine odaklandığı görülür. Her ne kadar Senozoyik Zamanda yürütülmüş herhangi bir çalışma gerek Anadolu gerek diğer coğrafyalar için çok önemli olsa da, Batı ülkeleriyle kıyaslandığı zaman, özellikle Kuvaterner Devri faunasına ait çalışmaların az olduğu görülür. Bu durumda memeli paleontolojisinin bir alt dalı sayılan küçük memeli paleontolojisi çalışmalarının çok daha az olduğunu tahmin etmek zor olmaz.

70. Türkiye Jeoloji Kurultayı Kuvaterner özel oturumunda, bu devri araştırma konusu eden farklı bilim alanlarından biri olan küçük memeliler paleontolojisi hakkında bir “durum değerlendirmesi” yapılmıştır ve eski çalışmalar ile günümüzdeki eksikliklere değinilmiştir. Bu çalışmada ise, küçük memeli paleontolojisinin Türkiye’deki Kuvaterner Bilimine katkılarının altını çizip, genel problemlere dikkat çekerek geleceğe dair perspektifler sunmak amaçlanmıştır. Bunun için, küçük memeli paleontolojisi hakkında temel bilgi ve işlevler değerlendirilmiştir. Ayrıca, Türkiye’de omurgalı paleontolojisinin tarihine ve Kuvaterner Devriyle ilgili olarak bugüne kadar yapılmış ve hala sürmekte olan bazı çalışmalara kısaca değinildikten sonra bir yer bulduru haritasında ilgili lokaliteler referanslarla birlikte gösterilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Anadolu, Kuvaterner, küçük memeliler, Rodentia.

**Abstract:** *Anatolia plays an important role as a bridge between Africa, Europe and Asia for the evolutionary course of vertebrates. It is potentially rich in fossil bearing deposits which would greatly serve to contribute the understanding of vertebrate evolution. However, paleontological research conducted in Turkey is mainly focused on Paleogene and Miocene deposits. Although it is obvious that any studies of mammalian paleontology dealing with any interval of Cenozoic in Anatolia is worthwhile because of its potential, one must point out that Quaternary mammalian fauna is still not well known when compared to European equivalent. In this manner, it is not difficult to estimate how micromammalian paleontology is less dealt.*

*During the 70<sup>th</sup> Geological Congress of Turkey, a special session was dedicated to diverse trends of Quaternary research where many topics are discussed within the scope of a veritable “state of the art” and perspective, including micromammal paleontology. The present study deals with some general definitions and fields of application of micromammals (mostly rodents) besides a short history of vertebrate paleontology in Turkey as well as brief summaries of all conducted or ongoing studies on the Quaternary micromammalian fauna in Anatolia. The latter is also displayed on a location map providing localities and relevant references. The main motivation of this study is to underline the potential contribution of micromammal paleontology to Quaternary research in Turkey and to provide a perspective, despite of encountered problems.*

**Keywords:** *Anatolia, micromammals, Quaternary, Rodentia.*

## GİRİŞ

Kuvaterner Devri, diğer tüm devirlere kıyasla daha kısadır ve tüm jeolojik zaman temel alındığında, “göz açma-kapama süresi” benzetmesi pek yanlış olmaz (Wicander ve Monroe, 2010). İnsan evrimini şekillendiren bu dönemin önemi, ülkemizde jeomorfoloğlar dışında kabaca 1970’li yıllara kadar göz ardı edilmiştir (bkz. Kazancı, 2012). Fakat Kuvaterner, tüm dünyada olduğu gibi artık Türkiye’de de birçok disiplini ve disiplinler arası çalışmaları içeren ayrı bir bilim olarak ele alınmaktadır (ör. jeoloji, jeomorfoloji, arkeoloji, palinoloji, biyoloji, moleküler filogeni ve paleontoloji gibi). Kuvaterner devrelerinden, hala içinde bulunduğumuz Holosen ve onu önceleyen Pleistosen, yakın geçmişimizdeki biyotik ve abiyotik faktörlerin birbirleriyle etkileşimini anlamamıza ve geleceğe dair öngörüler edinebilmemize olanak sağlayan birçok bilgi barındırır.

Edward Forbes’in 1846 yılında Buzul Çağı olarak tanımladığı Kuvaterner Devri’nin ilk akla gelen özelliği, iklimsel dalgalanmalar ve buzul-buzul arası döngüleridir (Lowe ve Walker, 2015). Aslında Senozoyik Zaman boyunca da sıcak-soğuk dönemler yaşanmıştır (Zachos vd., 2001). Fakat Kuvaterner’i farklı kılan, bu iklimsel salınımların yüksek şiddet (amplitüd) ve sıklıkta (frekansta) birbirini izlemesi ve soğuk dönemlerin daha yoğun olmasıdır. Son 2,58 milyon yıl boyunca yaşanmış bu döngüler de doğal olarak bitki ve hayvan topluluklarının yayılımlarına, türleşmelerine ve göçlerine zaman içinde yön vermiş, bazı soyların tükenmesine neden olmuş, coğrafi dağılımlarını etkilemiştir (van Kolfshoten, 2013; Escudé vd., 2013 ve içindeki referanslar). Örneğin, Afrika, Avrupa ve Asya arasında yer alan Anadolu, bu kıtalar arasında hem büyük hem de küçük boyutlu hayvanların dağılımında köprü görevi görür (Ünay, 1996; Sen 2013; Albayrak 2016; Erdal vd., 2016). Diğer taraftan, Kuvaterner boyunca iklimsel değişikliklerin etkisiyle kimi türlerin soğuk dönemlerde sığınma alanını oluşturur

(glacial refugia), adaptasyonla yayılma (adaptive radiation) gösteren kimi türler için de bir koridor görevi üstlenir (örn. kör fareler, tarla fareleri, Anadolu yer sincabı gibi; Gür, 2013; Tougard, 2016). Kaldı ki, kimi yazarlara göre (Chaline, 1987) bu alanlar yeni türleşmelerin tetikleyicisidir. Bunun gibi sebeplerle Anadolu, günümüzde olduğu gibi, geçmişte yaşamış canlılar açısından da önemli bilgiler barındırır.

Bu çerçevede, yukarıda bahsi geçen disiplinlerden biri olan paleontoloji, jeoloji-biyoloji-evrim üçgeninin merkezinde, yer bilimleri ile canlı bilimleri arasında geçmiş zamanın somut kalıntıları olan fosiller aracılığıyla bağ kuran önemli bir bilim dalıdır. Tarihsel açıdan özellikle Avrupa’da 18. yüzyıl öncesine dek uzansa da, paleontolojinin gerçek gelişimi 19. yüzyılda yaşam tarihi üzerine olan varsayımların tartışılması, doğa tarihi müzelerinin kurulması ve geliştirilmesi, bunlara paralel olarak da bilimsel araştırmaların zamanla artması ve yeni sonuçlar üretmesiyle olmuştur (bakınız. Benton ve Harper, 2009). Bu gelişme paleontolojiye birçok alt bilim kazandırmış, uzmanlaşmaların doğmasını sağlamıştır. Bu uzmanlık alanlarından biri de memeli paleontolojisidir ve bizlerin de dâhil olduğu memeliler sınıfına giren canlıların çökeller içinde korunmuş fosil kalıntılarını inceler.

Memeli paleontolojisi, önemi ve işlevleri açısından bakıldığı zaman, canlıların evrimini fosiller üzerinden morfolojik kıyaslamalarla inceler ve türlerin evrimsel akrabalık bağlarını (filogeni) ortaya çıkarmada moleküler filogeniyle beraber ışık tutar. Öte yandan, radyometrik yaş tayinlerinin yapılamadığı zamanlarda karasal çökel paketlerinin tarihlendirilmesi (ör. biyozonlar), türlerin paleobiyocoğrafik dağılımları ve olası göç yollarının bağlantılarının anlaşılması, paleoiklim, paleoflora ve paleoekolojilerinin aydınlatılması için de kullanılır. Bir fosilin tür tayini yapıldığı takdirde, duraylı izotop analizleri ile canlıların beslenme şekli (diyet), habitatı ve iklimsel koşulları hakkında da bilgiler edinilebilir. (Kohn ve McKay, 2012; Saraç, 2012).

Ülkemizde yürütülen çalışmalar bugüne kadar ekseriyetle orta-geç Paleojen ve Neojen üzerine odaklanmıştır. Kuvaterner memelileri üzerine çalışmalar da yaklaşık son yirmi yılda yeni bulgu yerlerinin keşfedilmesi ve incelenmesiyle başlamıştır (Saraç, 2003, 2012). Bu durum elbette, sadece Kuvaterner değil, tüm Senozoyik Zaman için önem arz eden memeli paleontolojisinin bir alt dalı olan küçük memeli (ya da mikromemeliler, ör. kemirgenler, tavşanlar, böcekçiller ve hatta yarasalar) paleontolojisi için de geçerlidir.

Bu çalışmada ağırlıklı olarak kemirgenler üzerinde durulmuştur. Bu küçük memelilerin tanımının yanı sıra, paleontolojik, ekolojik, stratigrafik ve bazı diğer kullanım alanlarına genel olarak değinilmiş ve ülkemizdeki küçük memeli paleontolojisi çalışmalarından örnekler verilmiştir.

## **KÜÇÜK MEMELİLER**

### **Tanım**

Küçük memeli terimi, doğada kolayca fark edilemeyecek kadar küçük olan memeli hayvan türlerinden bahsederken kolaylık için kullanılan ve esasında taksonomik değeri olmayan bir terimdir (Hillson, 2005). Bu gruba kemirgenler (Rodentia: fareler, sincaplar, köstebekler, kunduzlar, hamsterlar, oklu kirpiller vb.), tavşanımsılar (Lagomorpha), “böcekçil” memeliler (örn. Soricidae, Scandentia) ve yarasalar (Chiroptera) dâhildir. Bu terimin taksonomik geçerliliğinin olmaması, yukarıda söz edilen taksonlar arasında direkt akrabalık bağı kurulmaması, başka bir deyişle kladistik açıdan monofiletik bir grup oluşturmamalarıdır (Rodentia ve Lagomorpha hariç; bakınız. Glires). Öte yandan, fosil olarak elde edilmiş yöntemleri genelde aynıdır (ıslak eleme ve kalan kumu ayıklama; bakınız. Saraç, 2003; Schreve, 2013) ve binoküler mikroskop altında beraber bulunabilirler. Kısaca bu terim, bir nevi kullanım kolaylığı sağlamaktadır.

Yukarıda sözedilen küçük memeliler arasındaki en önemli grup, hiç şüphesiz kemirgenler takımıdır. Paleontolojik verilere göre Geç Paleosen'de (örn. Ischyromyidae veya Paramyidae; Hartenberger, 1998) veya moleküler çalışmalara göre Erken Paleosen'de ortaya çıkmışlardır (örn. Wu vd., 2012). Günümüzde 30 civarı familya ile 2277'den daha fazla olduğu tahmin edilen tür sayısı ile yaşayan tüm memeli türlerinin % 42'sini oluşturmaktadırlar (Carleton ve Musser, 2005). Öte yandan fosil kayıtları göz önünde bulundurulursa, günümüzdeki tür sayısının geçmişle yarışamayacağı, bu sebeple fosilce de zengin bir grup olduğu bilinir (Chaline ve Mein, 1979; Fejfar vd., 2011; Vianey-Liaud ve Marivaux, 2016).

Tür zenginliğine ek olarak, Antarktika hariç bütün kıtalarda bulunmaları ve ağaç, yer altı, çöl, step veya ormanlık alanlar ve hatta sulak ortamlar gibi doğal habitatları dışında, insanların yaşam alanları gibi neredeyse tüm habitatlara uyum sağlamış olmaları, kemirgenlerin ne denli evrimsel bir başarı elde etmiş olduğunu gösterir. Bu başarı, ekseriyetle hızlı üremeleri ve birey ömrünün kısa olması sonucu adaptasyonla yayılma (=adaptive radiation) ve özellikle bu gruba özel diş-çene morfolojileri sayesinde mümkün olmuştur (Şekil 1).

### **Morfolojik Özellikler ve Genel Sınıflandırma**

Tüm kemirgenlerin ortak özelliklerinden biri, sürekli kemirmeye uygun, yani aşındıkça uzamaya devam eden, köksüz, üst ve alt çenede ikişer tane bulunan kesici dişleridir. Bu dişler, ön kısmındaki dayanıklı mine tabakası kemirme esnasında daha geç aşındığı için adeta bir keski halini alır ve odun, fındık, tohum veya meyve kabukları gibi sert materyallere karşı oldukça işlevseldir.

Kesici dişler ile sağ ve solda üçer tane bulunan azı dişleri (molar) arasında, hem alt hem üst çenede diastema denilen bir boşluk bulunur. Bir

başka deyişle, köpek dişi (canine) ve ön azı dişleri (premolar), bazı istisnalar hariç (örn. Sincaplarda her yarı çenede bir adet premolar) tamamıyla körelmiştir (Şekil 1A). Kemirgenler, farklı besin türüne göre farklı morfolojide azı dişlerine sahiptirler. Ayrıca, çene hareketlerini yöneten çene kasları, onların bağlantı şekli ve buna paralel bir şekilde evrimleşmiş göz çukuru önünde bulunan deliğin (infraorbital foramen, İOF) farklılaşması sonucu dört tipte gruplandırılan zigomasseterik kas sistemi geliştirmişlerdir. Bu dört yapı kemirgenlerin kabaca dört gruba ayrılmasında kullanılır (Şekil 1B–E). Diğer taraftan, altçene yapısına göre de kemirgenler Sciurognathi ve Hystricognathi olmak üzere iki gruba ayrılabilir (Şekil 1F–G; bakınız. Wolff ve Shermann 2007, Tablo 2.2).

Çene kas sistemleri, (1) görece daha ilksel bir yapıda olan, Eosen–Oligosen kemirgenlerinde ve günümüzde yaşayan dağ kunduzunda (*Aplodontia rufa*) görülen “protrogomorph”, (2) oklu kirpi ve Kobaygilleri de bünyesinde barındıran “hystricomorph”, (3) sincap ve kunduz gibi kemirgenlerde görülen “sciuromorph” ve (4) tarla fareleri, ev sıçanları, cricetidler (hamsterlar) gibi gruplara özgü “myomorph” kas sistemleridir. Burada dikkat edilen husus, masseter temporalis, masseter medialis, masseter lateralis, masseter superficialis kaslarının bağlantıları ve infraorbital foramenin yeri ve yapısıdır (Şekil 1B–E). Özellikle medial masseter kası son üç grupta burun kemiğinden (nasal) gittikçe daha ileriye bağlanır (Wood, 1965; Carroll, 1988; Hautier vd., 2008; Benton, 2015). İlk olarak Brandt (1855) tarafından öne sürülen bu dört grup, bazı yazarlar tarafından geliştirilerek alttakım (subordo) sınıflandırması olarak kullanılmaya başlanmıştır: Anomaluroomorpha–“pul kuyruklu uçan sincapımsılar”, Castorimorpha–“kunduzumsular”, Sciuroomorpha–“sincapımsılar”, Hystricomorpha–“oklu kirpimsiler” ve Myomorpha–“faremsiler” (Musser ve Carleton, 2005).

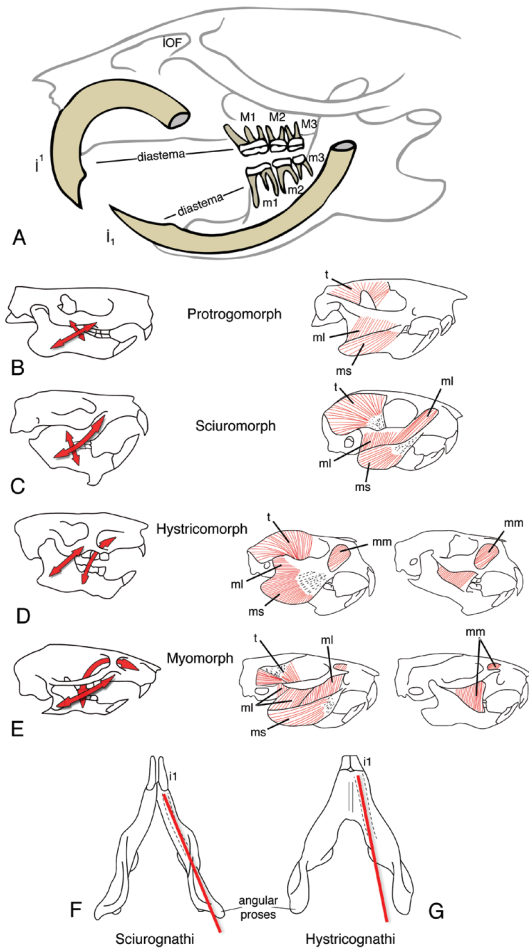
Öte yandan, Tullberg (1899), yukarıda bahsi geçen ve altçenenin morfolojik yapısına,

yani kesici dişler ile çene kemiğinin angular çıkıntısıyla (angular proses) oluşturduğu açığa göre de ikili alttakım sınıflandırması (Sciurognathi ve Hystricognathi) önermiştir. Bunlardan sciurognath çene yapısına sahip olanlarda, kesici diş, angular çıkıntı ile aynı düzlemdeyken (Şekil 1F), hystricognathlarda angular çıkıntı daha yanalda oluşur (Şekil 1G). Her ne kadar bu sınıflandırmanın geçerliliği hâlâ tartışma konusu olsa da Hystricognath altçene morfolojisine sahip tek takson, yukarıda bahsedilenler arasında hystricomorph'lardır (Musser ve Carleton, 2005) ve Türkiye’de güncel olarak yaşayan 60’ın üzerinde türle temsil edilen tüm kemirgenler (Krystufek ve Vohralik, 2001), Sciurognathi alttakımına dâhil edilir (Krystufek ve Vohralik, 2005).

Evrimsel başarıları sonucu çeşitlenen kemirgen aile ve türlerinin, kafa ve çene morfolojisindeki bu denli az farklılıklarla günümüze kadar gelmiş olması, muhtemelen ekolojik ve beslenme fonksiyonu üzerindeki çevresel baskılar sebebiyledir. Marivaux vd. (2002)’nin yaptığı kladistik analiz sonuçlarına göre, Paleojen kemirgenlerinde hystricognath çene yapısı, sciurognath’a nazaran daha yeni bir evrimsel özelliktir; hystricognath olmayan grup içerisinden türemiştir. Sciurognathi grubundaki çene yapısı olası tüm atasal türlerde gözlemlendiği için (pleziomorfi), filogenetik açıdan ayırt etmeye yardımcı olmayan bir özellik olarak tanımlanır (Marivaux vd., 2002). Güncel Hystricognathi üyeleri ise morfolojik açıdan monofiletiktir (tek ortak atadan türeme). Burada vurgulanması gereken nokta, altçene morfolojisiyle kas sistemlerinin arasındaki ilişkieski atasal türlerde de gözlenmektedir. Kafa ve çene yapısında, çene kaslarının bağlantılarında ve dişlerde gözlemlenen morfolojik özellikler kemirgen grupları içinde birbirlerinden bağımsız olarak birkaç defa ortaya çıkabilmektedir. Bir başka deyişle, mozaik evrim söz konusudur (Hautier vd., 2011). Sonuç olarak, güncel kemirgenlerde yürütülen filogenetik



çalışmalar, familia üstü bu sınıflandırmaların çok sağlam olmadığını göstermektedir. Buna çözüm olarak, fosillerin morfometrik çalışmalarla detaylandırılması önerilmektedir (Hautier vd., 2008, 2011 ve içindeki referanslar).



**Şekil 1.** (A) Küçük memelilerden kemirgenlere ait genel kafa-çene ve dişlerin yanıl morfolojisi (Hillson, 2005'ten uyarlanarak), (B-E) temel sınıflandırmada kullanılan zigomasseterik kas sistemlerine göre oluşturulan dört ve (F-G) alt çenelerinde kesici diş ile angular prosesin düzlemine göre oluşturulan iki grup (Carroll, 1988 ve Benton, 2015'ten uyarlanarak). İ ve i, üst ve alt kesici dişler; M1-M3 ve m1-m3, üst ve alt öğütücü diş serisi (molar); İOF, infraorbital foramen; t, masseter temporalis; ml, masseter lateralis; ms, masseter superficialis; mm, masseter medialis.

**Figure 1.** (A) Some morphological features of rodents displayed in lateral view of generalized skull, mandible and teeth (modified after Hillson, 2005), (B-E) four types of zygomatic muscle system and (F-G) two mandibular morphology based on the plan of incisor-angular process which are both used for suprafamilial classification (modified after Carroll, 1988 and Benton, 2015). İ and i, upper and lower incisors; M1-M3 and m1-m3, upper and lower molar series; İOF, infraorbital foramen; t, masseter temporalis; ml, masseter lateralis; ms, masseter superficialis; mm, masseter medialis.

Bu denli evrimsel başarı gösteren “kalabalık” bir memeli takımında sistematik çalışması yapmak, ister tür seviyesinde olsun ister familia ya da alttakım (taksonlar), elbette kolay değildir. Buna rağmen, uygulamalarda ekseriyetle küçük farklılıklar olsa da, geniş kapsamda kabul gören kemirgen sistematigi için Musser ve Carleton (2005) referans kabul edilir. Sistematik çalışmalarda güncel canlılar, hem moleküler hem morfolojik açıdan değerlendirilirken, fosil türler sadece morfolojik temelde incelenebilir. Akrabalık ilişkilerini ortaya koymak için ise, gözlemlenen moleküler ve / veya morfolojik karakterler filogenetik analizlerde kullanılmaktadır. Bu analizler, seçilen türlere, karakterlere, jeolojik zamana, fosil ve moleküler örneklerine göre değişik sonuçlar verebilir (Şekil 2). Örneğin, fosiller üzerinden morfolojik karakterlerle Marivaux vd. (2004) tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarıyla, Wu vd. (2012) tarafından güncel örnekler ile elde edilen moleküler filogenetik sonuçları, familia üzeri büyük monofiletik gruplar (klad) göz önüne alınırsa, birbirlerine benzerlik gösterir (ör. Şekil 2A-B). Bu iki kladogramda, Ctenohystrica (kobaygiller, oklukirpiler vb.) grubu, diğer gruplara nazaran daha bazal pozisyonda yer alarak öteki kladogramlardan ayrılırken (Şekil 2C-E), Myodonta infra-takımına (fareler, sıçanlar, kör fareler, hamsterlar, vb.) en yakın gruplar, sırasıyla Castorimorpha (kunduzumsular) ve Sciuroomorpha (sincapımsılar)'dır. Burada dikkat edilmesi gereken husus, fosil malzeme

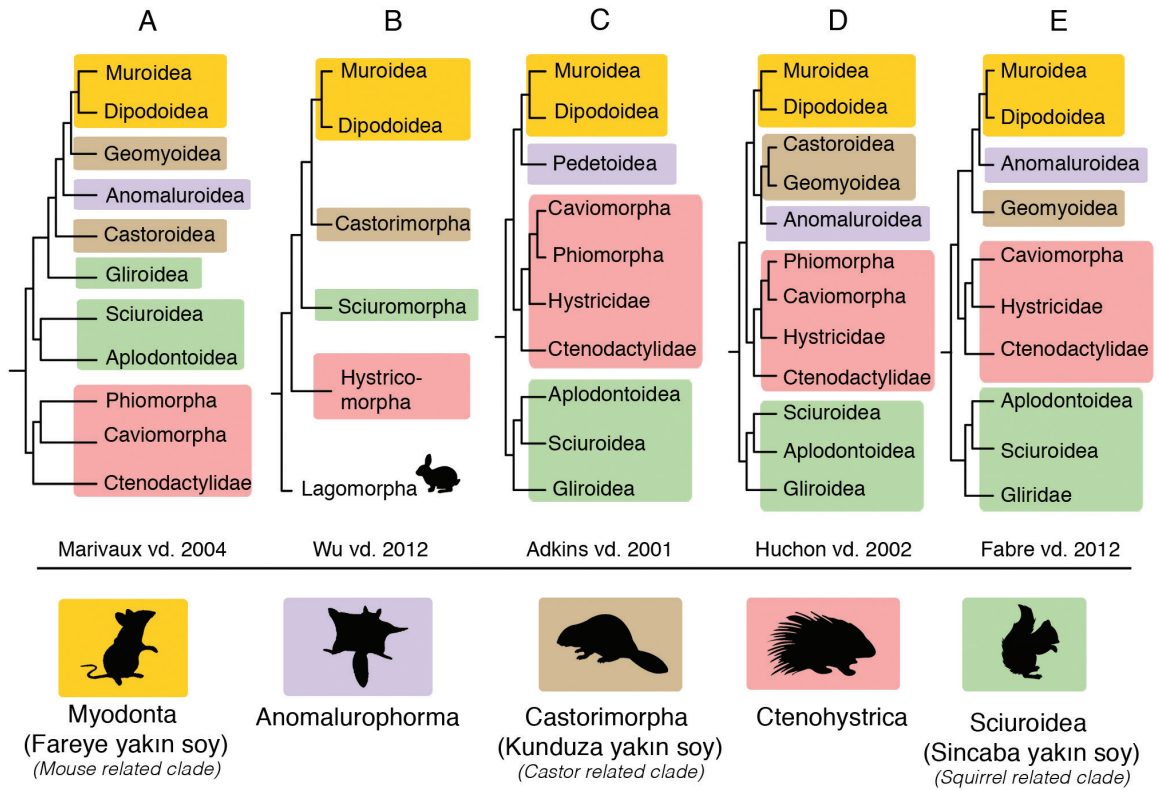
üzerinden yapılan çalışmada (Şekil 2A), Gliroidea ve Castoroidea üstfamilyalarının, modern türler üzerinden yapılan çalışmalara kıyasla, parafiletik özellik göstermesidir. Bunun sebebi, ilk kladogramı oluşturan 91 taksonun genellikle Paleojen fosillerinden ibaret olmasıdır (Marivaux vd., 2004, appendix 3). Diğer bir deyişle, Ctenohystrica dışında kalan tüm gruplar, güncel türler kadar evrimsel değişikliği henüz Paleojen’de gerçekleştiremedikleri için bir nevi “atasal stok” olarak betimlenmektedir. Bu nedenle de tüm grubun, soyu tükenmiş türler ile güncel türleri kapsayacak şekilde “Ischyromyiformes” olarak adlandırılması önerilmiştir. Geri kalan kladogram örneklerinde ise, Sciuromorpha bazal grubu oluştururken, genel olarak Myodonta + Castorimorpha grubuna Ctenohystrica kardeş grup olarak katılır (Şekil 2C–E). İster fosiller, ister genetik materyal üzerinde çalışılmış olsun, bir sonraki bölümde bahsedilen kemirgenlerin en kalabalık familyalarını içeren Myodonta (=Myomorpha) infra-takımının monofiletik olduğu barizdir. Hiç şüphesiz ki yeni fosil materyaller eklendikçe, analiz sonuçlarında ufak değişiklikler olmaya devam edecektir.

## **KEMİRGENLERİN KUVATERNER PALEONTOLOJİSİNDEKİ YERİ**

Fosil kayıtlarda kara memelileri söz konusu olduğunda, günümüzde yaşayan birçok memelinin, özellikle Avrupa ve Asya dikkate alınacak olursa, Pliyosen sonu ve Kuvaterner’de ortaya çıktığı görülür. Bu hayvanların adaptasyonları, dağılım ve hatta endemisiteleri hep Kuvaterner çevre koşulları

sayesinde olmuştur. Öyle ki, Orta–Geç Miyosen faunası ile Kuvaterner faunası karşılaştırıldığında büyük bir değişim (faunal turnover) gözlemlenmektedir (Lister, 2004). Bu gruba elbette kemirgenler de dâhildir. Batı ülkelerinde fosil kemirgenler ile yapılan çalışmaların bir çok amaca yönelik olduğu görülür: kompleks evrimsel değişim mekanizmaları ve kökenleri (örn. Chaline vd., 1999; Fejfar vd., 2011), jeolojik anlamda biyostratigrafi (ör. Sala ve Masini, 2007) ve biyozonlar ile ilgili tarihlendirme (biyokronoloji; örn. Mein, 1975; Fejfar vd., 1997; Maul ve Markova, 2007), ekolojik açıdan paleoklim ve paleoçevre (ör. Escudé vd., 2013; Popov vd., 2014; Bennasar vd., 2016; Lopez-Garcia vd., 2017) veya tafonomik incelemeler (örn. Jenkins, 2012). Bu konularda yapılan araştırmalar elbette Kuvaterner bilimine de katkıda bulunur.

Kemirgenler gibi küçük hayvanlar büyük memelilere kıyasla daha kısıtlı habitatlarda bulunur, göç etmezler (mevsimsel) ve hızlı ürerler. Dolayısıyla iklimsel ve çevresel değişimlere hızlı tepki verirler (adapte olurlar), Kuvaterner fosil kayıtlarında bol bulunurlar ve günümüzde de yaşayan cins veya türlerle de temsil edilmeleriyle, fosil tayinlerinin ve yukarıda bahsedilen çıkarımların kalitesini arttırlar (Renfrew ve Bahn, 2012; Royer vd., 2013; van Kolfschoten, 2013; Rook vd., 2013). Özellikle Türkiye’nin güncel kemirgenleri üzerine Krystufek ve Vohralik (2001, 2005, 2009) tarafından yapılan çalışmalar, fosil olarak elde edilen kemirgenlerin geçmişte ne gibi habitatlarda yaşadıkları, yayılım alanları, hatta beslenme, üreme ve yaşam tarzları hakkında da önemli bilgiler sağlamaktadır.



**Şekil 2.** Moleküler ve morfolojik karakterler kullanılarak yapılan filogenetik analizler sonucu literatürden seçilmiş farklı topolojiler (Adkins vd., 2001; Huchon vd., 2002; Marivaux vd., 2004; Wu vd., 2012; Fabre vd., 2012). Renk kodları, her ne kadar çalışmalarda farklı taksonomik sıra (ör. alttakım, üstfamilya, familya vb.) ve bağlanmalar gösterse de, hepsinde ortak olan beş temel kladı temsil etmektedir.

**Figure 2.** Different topologies of rodents selected from literature based on phylogenetic analyses after molecular or morphologic data (Adkins et al., 2001; Huchon et al., 2002; Marivaux et al., 2004; Wu et al., 2012; Fabre et al., 2012). Note that the colour codes represent five major relevant clades common in each study although involving different taxonomic rank (i.e. subordo, superfamily, family etc.) with different branching.

## Dişler

Paleontolojik bir çalışmada öncelikle elde edilen fosilin detaylı morfolojik tanımlanması yapılır. Gözlenen özelliklerin tümü dikkate alınarak sistematik açıdan en alt seviyelere kadar (örn. cins veya tür) tayininin yapılmasına çalışılır. Bu tayinlerde ekseriyetle, her ne kadar bir önceki bölümde ana sınıflandırmalar için kafa ve çene morfolojisinin kullanıldığı vurgulanmış olsa da, küçük memeli paleontolojisinde en yararlı fosil kalıntıları olan dişler esas alınır. Zira dişler, bu denli evrimsel aşamaların bir sonucu olarak

özellikle kemirgenler arasında familyadan familyaya çok büyük morfolojik farklar gösterir (Şekil 3). Böylece sağladıkları bir dolu bilgi (örn. cins-tür tespiti, birey yaşı, beslenme şekli, duraylı izotop analizleri vb.) dişlerden elde edilebilir. Diğer taraftan dişler, organizmanın en dayanıklı ve sert dokusuna sahip oldukları için tafonomik süreçlere oldukça dirençlidir ve günümüze kadar ulaşma şansı en yüksek fosil materyaldir. Bunları takiben elbette kafa ve çene örnekleri veya eklem yerleri belirgin etraf kemikleri de (apendiküler kemikler; kol, bacak, ayak, kürek kemikleri vb.) değerlendirme ve tayin açısından önem

arz eder. Dişlerin vücuttaki en sağlam kemik olması, dişin en dış katmanında bulunan ve %96 oranında biyoapatit içeren mine (enamel) tabakası sayesinde. Bu yüzden dişlere fosil kayıtlarında daha sık rastlanır (Saraç, 2003; Clementz, 2012).

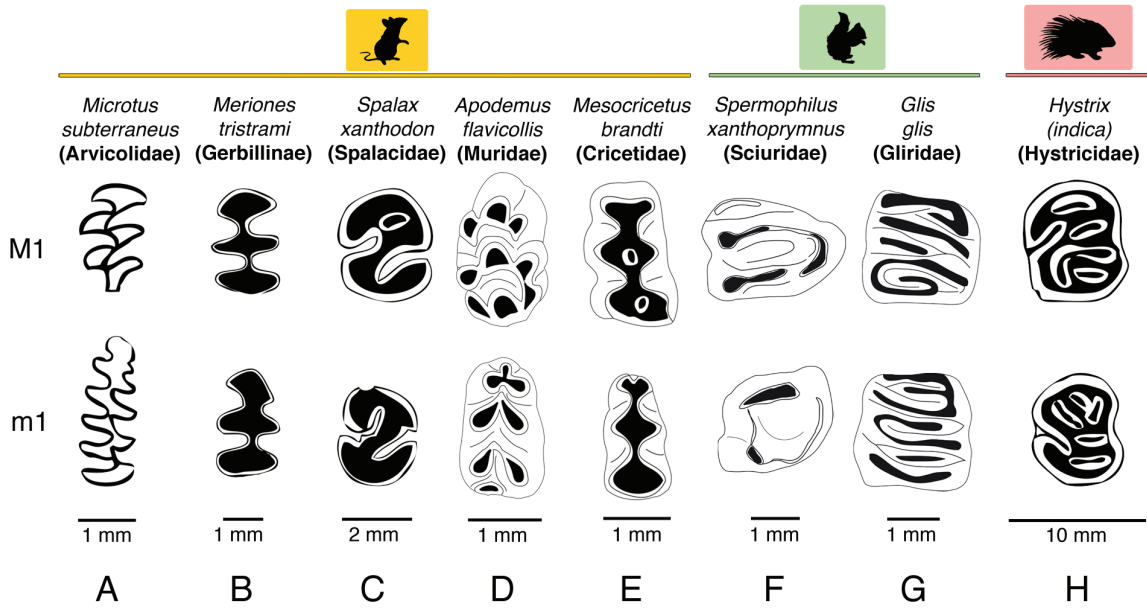
Dişler bilindiği gibi beslenmede önemli rol oynar. İklimsel ve çevresel süreçlerdeki değişimlerin vejetasyona etkisi, otobur memelilerin evrimsel süreçlerinde büyük rol oynar. Çoğu otçul olan kemirgenlerde, habitat ve türevlendiği soylarla alakalı olarak farklı diş morfolojileri ortaya çıkmıştır (Şekil 3). Dişlerin özellikle çiğneme yüzeylerinde (oklüzal) görülen morfolojik farklar elbette, türler arası karşılaştırma seviyesinden, diğer taksonomik seviyeler olan cinsler, altfamilyalar veya familyalar arası karşılaştırmalarda giderek artar. Hatta aynı türe atfedilen bazı örnekler bile kendi aralarında çeşitlilik (varyasyon) gösterebileceği için tanımlamalarda güçlükler yaşanabilir. Öte yandan, canlı henüz yaşarken dişleri her ne kadar dayanıklı olsa da aşınmaya maruz kalır. Aşınma derecesi canlının birey yaşıyla orantılıdır. Sonuç olarak, cins ve tür tayini için genellikle kırık olmayan ve çok aşınmamış dişler incelenir. Dişlerin yapısal özelliklerini tanımlamak için gruplara göre değişen, ama ortak kullanımda kabul görmüş terminolojiler kullanılır (örn. Mein ve Freudenthal, 1971; van der Meulen, 1974; Pasquier 1974; Rabeder, 1981; Rekovets ve Nadachowski, 1995; Sarica ve Sen, 2003; Hordijk ve de Bruijn, 2009; García-Alix vd., 2009; Lazzari vd., 2010). Diş yapısı tanımlanırken çiğneme yüzeyinin şekli, bu yüzeydeki girinti ve çıkıntılar (lof, küspid, ikincil küspidler, sırtlar, vb), mine tabakası kalınlıkları, en-boy-yükseklik gibi ölçülebilen özellikleri, kök sayısı ve köklerin yapısı dikkate alınır. Cins-tür tayini de bu elemanların bilinen başka fosillerle karşılaştırılmasıyla mümkün olur.

Kemirgenler takımının tür açısından en zengin grubu, sciurognath çene yapısına sahip Myodonta (=Myomorpha), yani tüm faregiller ve yakın akraba taksonları içeren gruptur. Erken Eosen'de ortaya çıkan bu grup, Miyosen'den

itibaren çarpıcı şekilde çeşitlenmiştir. Bu infra-takımdaki Muroidea (Sıçanımsılar) ve Dipodoidea (Cırboğamsılar) üstfamilyalarından ilki, tüm kemirgenlerin en zengin iki familyasını içerir: Muridae ve Cricetidae. Muridae ailesi (Sıçangiller) 5 altfamilya, 146 cins ve 735 tür ile temsil edilirken, Cricetidae ailesi (Avurtlaklar ya da Hamstergiller) bünyesinde 6 altfamilya, 130 cins ve 681 tür barındırır (Musser ve Carleton, 2005 verilerine dayanarak). Şüphesiz, olası yeni keşiflerle bu tür sayısında gelecekte farklılıklar olabilir. Zira yazarların 1993 yılında verdikleri tür sayısı ve sınıflandırma, 2005 yılındaki çalışmalarına göre daha farklıdır (ör. Musser ve Carleton, 1993; Michaux vd., 2001).

Muridae ailesinden bir grup, Arvicolinae altfamilyasına ait tarla fareleridir (Şekil 3 ve 4). Geç Pliyosen'den itibaren Pleyistosen ve Holosen boyunca bariz bir şekilde devamlı morfolojik değişikliğe uğrayan bu grup, stratigrafik önemi ile kemirgenler arasında özel bir yere sahiptir. Meulen (1973), Maul (1996), Fejfar vd. (2011) gibi bazı araştırmacılar, tarla farelerindeki zengin çeşitlilik sebebiyle altfamilya yerine familya olarak (Arvicolidae) gruplandırılmasını savunurlarken, bazıları da (örn. Musser & Carleton, 2005) Cricetidae familyasına dahil ederler (diğer örnekler için bakınız Krystufek ve Vohralik, 2005, tablo 30). Krystufek ve Vohralik, 2005, tablo. 30). İster familya olsun ister altfamilya, yukarıda örneği verilen bu grubun üyeleri, özellikle Kuzey yarımkürede güncel 100 türü aşkın bir çeşitlilik sunar. Kuvaterner boyunca coğrafi yayılımları yaş tayini ve bölgeler arası korelasyonlar için anahtar veriler içerir. Bu grupta en çok değişime uğrayan dişler, alt sırada en önde bulunan öğütücü diş ile (m1), üst sıradaki en arka diştir (M3). Bu sebeple arvicolinlerde, biyostratigrafik veya taksonomik açıdan en çok bilgi sağlayan ve fosil bulgu anlamında en değerli olan dişler, m1 ve M3'tür. Örneğin Rekovets ve Nadachowski (1995) Ukrayna'nın Pleyistosen devresi tarla farelerini derledikleri çalışmalarında neredeyse sadece bu iki diş üzerinde durmuştur.





**Şekil 3.** Anadolu'daki bazı güncel kemirgen türlerini ve ait oldukları grupları temsilen üst ve alt öğütücü diş örnekleri (Krystufek ve Vohralik, 2005, 2009'dan uyarlanarak). Myodonta: (A) Bayağı çam sıçanı, (B) Tristram çöl faresi, (C) Anadolu körfaresi, (D) Sarıboyunlu orman faresi, (E) Türk hamster; Sciuroidea: (F) Anadolu yer sincabı, (G) Bayağı yediuyur; Ctenohystrica: (H) Hint oklukirpisi. M1, üst birinci molar; m1, alt birinci molar. Renk kodları ve görselleri için Resim 2'ye bakınız.

**Figure 3.** The representative upper and lower first molars of some extant species and relevant families from Anatolia (modified after Krystufek and Vohralik, 2005, 2009). Myodonta: (A) common pine vole, (B) Tristram's jird, (C) Anatolian mole rat, (D) Yellow-necked wood mouse, (E) Turkish hamster; Sciuroidea: (F) Anatolian ground squirrel, (G) Edible dormouse; Ctenohystrica: (H) Indian porcupine. See Figure 2 for colour code and symbols.

### Değişen Karakterler ve Biyozonlar

Bu farelerin evriminde gözlemlenen ilk değişiklik, öğütücü dişlerdeki taç yüksekliğinin zaman içerisinde tedrici olarak uzaması, başka bir deyişle, brakiodont olan (diş yüzey uzunluğu  $\geq$  taç yüksekliği) dişlerin zamanla hipsodont'a (taç yüksekliği  $\geq$  diş yüzey uzunluğu) dönüşmesidir (Şekil 4B). Bu devamlı uzama diş minesiyile aynı hızda olmadığı için, gerek diş yüzeyinde gerek yan kısımlarında mine tabakasından yoksun (enamel free) alanlar oluşmaya başlar. Böylece, normalde diş etiyle diş tacının bulunduğu yerde mine tabakası sınırında da (*linea sinuosa*) farklılaşmalar görülür. Bir başka değişen özellik, dişin farklı yerlerindeki girinti ve çıkıntılarının yapısıdır. İlkel türlerin m1 ve

M3'lerinde bulunan oval mine adacıkları (enamel islets) ve *Mimomys* tipi çıkıntının (*Mimomys*-fold) popülasyondaki oranı Geç Pleyistosen boyunca azalır, sonunda kaybolur (Lozano-Fernandez vd., 2013). Öte yandan Orta Pleyistosen'in ikinci yarısından itibaren birçok grupta diş kökleri tamamen kaybolur ve devamlı uzama gösteren (hypsodont) öğütücü dişlere sahip türler ortaya çıkar. Buna ek olarak, birçok tarla faresi soyunda "taç çimentosu" (crown cement) oluşumu dişlerin yanal girintilerinde boy göstermiş, bazılarında da diş çiğneme yüzeyleri, dişlere yeni üçgen yapılarının eklenmesiyle daha karmaşık hale gelmiş ve dolayısıyla uzamıştır. Bütün bunların yanı sıra, diş minelerinin kalınlıkları da tür-zaman ilişkisi açısından farklılık gösterir. Örneğin

fosil bir cins olan *Mimomys*'in alt dişlerinde mine kalınlığı dişin çeşitli bölümlerinde pek farklılaşma göstermezken, güncel *Microtus* türlerinde bu farklılaşma son derece belirgindir (Rabeder, 1981; Carls ve Rabeder, 1988). Genel olarak bakıldığı zaman, Pliyosen arvicolid faunasında dominant türlerin dişleri köklü ve görece daha kısa taçlıdır (Örn. *Mimomys polonicus*). Pleyistosen tarla farelerinden birçok grupta dişler köklerini kaybetmeye başlar, giderek hipsodont hale gelir ve yukarıda sözedilen diğer morfolojik değişikliklerle günümüze ulaşırlar. Bu değişikliklere neden olan faktörlerin başında soğuyan iklim gösterilebilir. Bu iki devre boyunca gittikçe daha soğuk bir iklimin hâkim olmaya başlaması, artan kuraklığın vejetasyona doğrudan etki etmesi ve neticede daha aşındırıcı besinlerle beslenmek zorunda kalmaları, bahsi geçen kemirgenlerdeki diş aşınmasına karşı evrimleşen karakterleri açıklar. Her ne kadar buradaki değişimler filetik tedrici (phyletic gradualism) bir evrim olarak görülse de, bu grubun evrimi farklı soy ve bölgelerde eşzamanlı gerçekleşmez. Bu grubun evrimsel tarihi konusunda çalışmalar hala devam etmektedir ve bu da tarla farelerinin Kuvaterner araştırmalarındaki önemini yansıtır (bkz. von Koenigswald ve van Kolfschoten 1996; Fejfar vd., 1997, 2011; Chaline vd., 1999; Maul vd., 2000, 2014; Maul ve Markova, 2007; Kalthoff vd., 2007; Bogicevic vd., 2012, 2017; Lozano-Fernandez vd., 2013; van Kolfschoten, 2013; Rook vd., 2013; Rekovets vd., 2014 ve içindeki referanslar).

Yukarıda bahsi geçen morfolojik değişimleri temel olarak belirli türlerin evrimine ve jeolojik zamandaki yerlerine değinecek olursak, özellikle Avrasya'da *Mimomys savini*–*Arvicola mosbachensis*–*Arvicola terrestris* soyu (lineage), Orta Pleyistosen–Geç Pleyistosen arasındaki geçişi belgeler. Diş köklerine sahip fosil *M. savini* yerini, kökleri olmayan ve devamlı büyüme gösteren dişlere sahip *A. terrestris*'e bırakır. Yine fosil bir tür olan *A. mosbachensis*

ise gerek bazı popülasyonlarda tam oluşmamış kök yapıları sergilemesi (örn. Maul vd., 2000), gerek negatif mine kalınlaşması göstermesiyle, *Mimomys* ile Geç Pleyistosen'de ortaya çıkan ve güncel tür olan *A. terrestris* arasında, hem zamansal hem de morfolojik bağlantıyı sağlar. Öte yandan, *Arvicola* ile *Mimomys* türlerinin beraber bulunması, geç Erken Pleyistosen (geç Bihariyen) Avrupa faunasında ender rastlanan bir durum olarak değerlendirilmesine rağmen (Sen vd., 1991), Emirkaya-2 (Seydişehir) faunasında beraber bulunmuşlardır ve bir nevi geçiş faunasına örnek teşkil eder (Sen vd., 1991; Montuire vd., 1994). Erken Pleyistosen'in daha geç evrelerinin biyozonlarını oluşturan soy, hali hazırda kökleri bulunmayan dişlere sahip *Microtus (Allophaiomys)–Microtus (Microtus)*'tur. Zaman içerisinde *Microtus* cinsi, diş mine kalınlıklarında gözlemlenen değişikliklerin yanı sıra, daha kompleks diş yüzey morfolojileriyle yeni türlerle temsil edilir hale gelir ve geniş coğrafi yayılım gösterirler (örn. *M. (Stenocranius) hintoni*, *M. (Stenocranius) gregaloides*, *M. (Stenocranius) gregalis*, *M. (Terricola) arvalidens* ve *subterraneus*, *M. (Microtus) arvalis* gibi; Maul ve Markova, 2007 ve içindeki referanslar). Pliyosen–Erken Pleyistosen'de ise en önemli soy olarak *Mimomys occitanus*–*Mimomys hajnackensis*–*Mimomys polonicus*–*Mimomys pliocaenicus* örneği verilir (Şekil 4; ör. Maul ve Markova, 2007; Fejfar vd., 2011).

Bahsedilen kemirgen soylarının Kuvaterner boyunca geniş coğrafi dağılımları, fosil kayıtlarında görece bol bulunmaları ve hızlı evrimleri bir anlamda onları karasal biyostratigrafinin anahtar fosil grubu haline getirmiştir. Belirli taksonların jeolojik zamanda bir fauna topluluğundaki varlığı (ilk ortaya çıkışı), yokluğu (soy tükenmesi), birlikte bulunması ve faunadaki bolluğu (dominant olması) gibi kriterlerle Kuvaterner biyostratigrafik ünitelere ayrılmıştır. Göreli tarihlendirmelerde ve korelasyonlarda kullanılmak üzere karasal memeli yaş aralıkları (mammal age; *sensu* Fejfar

ve Heinrich, 1989) belirlenmiştir. Tıpkı büyük kara memelileri için kullanılan yaşlar gibi (örn. Villafransıyen, Galeriyen) küçük memeliler için de, Kretzoi (1965) tarafından Erken ve Orta Pleyistosen için önerilen ve daha sonra geliştirilen üç temel yaş aralığı, Kuvaterner içinde yaygın biçimde kullanılmaktadır. Bunlar Villaniyen, Bihariyen ve Toringiyen'dir (Şekil 4 A). Bazı yazarlar tarafından bu yaşlar, "karasal katlar" (stages) olarak isimlendirilse de (örn. Saraç, 2012) görelî olmalarından ötürü pek doğru bulunmamaktadır (Lindsay, 1989; van Kolfschoten, 2013). Burada dikkat edilmesi gereken bir diğer husus ise, Pleyistosen'in alt sınırının 1,8 Ma'dan 2,58 Ma'ya (Mega-annum; milyon yıl önce) çekilmesidir (Gibbard ve Head, 2009a,b; Gibbard vd., 2010). Bu nedenle başlangıcı yaklaşık 3,6–3,7 milyon yıl öncesine tarihlenen Villaniyen'in bir kısmı da Kuvaterner'e dâhil olmuştur. Bütünlük açısından Pliyosen'in bir kısmı ile beraber bakıldığında, bu üç yaşın her biri aynı zamanda üç ayrı süperzondur. Her süperzon da, yukarıda sözedilen soy örneklerinden yola çıkılarak farklı kemirgen zonlarıyla sınırlandırılmıştır (bakınız. Şekil 4A, "Küçük Memeliler" ve Şekil 4B). Villaniyen faunasında, *Mimomys* türleri ağırlıkta görülürken, *Microtus* türleri bulunmaz ya da oldukça azdır. Bihariyen faunası ise genelde *Microtus-Mimomys* türlerini beraber barındırır. Toringiyen'e gelindiğinde, *Mimomys* ortadan kalkmış, yerini *Arvicola* türlerine bırakmıştır. En büyük ve keskin kemirgen faunası değişimi (turnover), Villaniyen ile Bihariyen arasında, köklerini kaybetmiş *Microtus (Allophaiomys)* türlerinin ortaya çıkmasıyla gerçekleşir. Bu olay eskiden Olduvai manyetik dönemin başı olarak tarihlenirken, dolaylı olarak Pliyosen–Pleyistosen sınırının da 1,8 Ma olmasını destekler görünüyordu. Fakat Tesakov (1998), Tegelen (Hollanda) faunasındaki bulgularına dayanarak bu faunal değişimin Olduvai terslenmesinden çok daha önceki (2,1–2,2 Ma) bir zaman aralığına denk geldiğini öne sürmüştü. Bunun dışında *Microtus*

(*Allophaiomys*) türlerinin soylarının tükendiği erken Bihariyen–geç Bihariyen sınırının Jaramillo terslenmesinin öncesine tarihlenmesinde genelde fikir birliği sağlanmıştır. Bihariyen–Toringiyen geçişi ise (~0,5 Ma), daha önce de bahsedildiği gibi *Mimomys savini*'nin yerini *Arvicola*'ya bırakmasıyla belirginleşir. Fakat burada Maul ve Markova (2007), *Mimomys* türünün Batı Avrupa'ya kıyasla Doğu Avrupa'da daha uzun süre varlığını sürdürdüğünü belirtirler (Fejfar ve Heinrich, 1989; van Kolfschoten, 1992, 2013; Maul, 1996; von Koenigswald ve van Kolfschoten, 1996; Fejfar vd., 1997, 2011; Chaline vd., 1999; Maul ve Markova, 2007; Sala ve Masini, 2007; Popov, 2017 ve içindeki referanslar).

Yukarıda bahsedilen memeli yaşları, süperzon ve kemirgen zonlarına ek olarak, Avrupa'da Paleojen, Neojen ve Kuvaterner için görelî tarihlendirmede oldukça yaygın kullanılan bir sistem daha geliştirilmiştir. Hem büyük hem de küçük kara memelilerinin cins veya türleri temel alınarak fosil kayıtlarında ilk belirme zamanı, oluşturdukları topluluk (assemblage zone) veya bolluk (abundance zone) zonlarından yola çıkılarak, Paleojen 30 zona (Mammal Paleogene, MP1–30; Schmidt-Kittler vd., 1987), Neojen 17 zona (Mammal Neogene, MN1–17; Mein, 1975, 1989; de Bruijn vd., 1992) bölünmüştür. Son olarak Kuvaterner, bazı kaynaklarda farklı öneriler sunulmuş olsa da (örn. Cordy, 1982), geç Villaniyen'e tekabül eden MN17'den devam ettirilerek, MNQ18–26 olarak toplam 9 zona bölünmüştür (Guérin, 1989). Fakat son yıllarda Kuvaterner alt sınırının 2,58 Ma'ya çekilmesi sonucu MN17'nin bir kısmı da Kuvaternere katılmış olur. Bu zonların kısa tarihçesi için Guérin (1989)'e bakılabilir (bkz. Şekil 4A, "Fransa MN-MNQ").

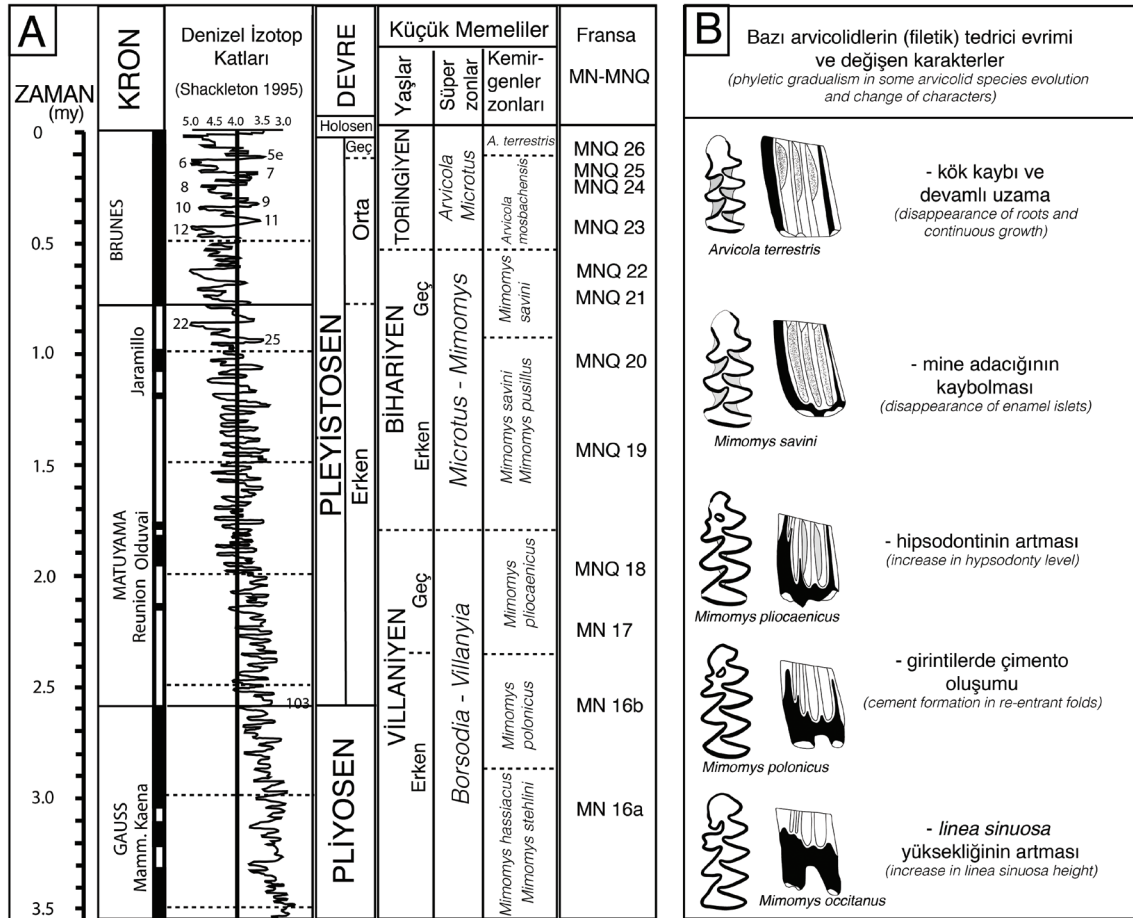
Bu zonlara ek olarak, Anadolu'ya özgü Neojen Devri karasal memelileri zonlaması, Muroidea ve Dipodoidea süper familyalarından bazı cins ve türlerin Avrupa örnekleriyle kıyaslanarak oluşturulmuş, böylece MP30–MN17 arasındaki

zonlar, Geç Oligosen'den (Chattian veya Arvernian) başlayarak Pliyosen sonuna kadar A–P olarak 16 zonla denkleştirilmiştir (Ünay vd., 2003, Tablo 1). Burada hatırlatılması gereken, MN17'ye denk gelen Anadolu "P" zonu Erken Pleyistosen'e, dolayısıyla Kuvaterner'e dâhil edilmelidir (Örn. van den Hoek Ostende vd., 2015).

## TÜRKİYE'DE MEMELİ VE KÜÇÜK MEMELİ PALEONTOLOJİSİ

### Kısa Tarihçe

Türkiye'de yapılmış ve yapılmakta olan Kuvaterner küçük memeli çalışmalarından bahsetmeden önce, paleontoloji biliminin Anadolu'daki tarihinden kısa örnekler vermek yararlı olabilir. Tarihsel açıdan bakıldığında, ülkemizde yer bilimlerinin



**Şekil 4.** Pliyosen'in ikinci yarısı ve Kuvaterner'i kapsayan (A) jeolojik zaman cetveli, kutup terslenmeleri, denizel izotop katları, devreler ve küçük memeliler baz alınarak oluşturulan zonlar (Masini ve Sala, 2007 ve Popov, 2017'den uyarlanarak); (B) *Mimomys*–*Arvicola* soyu filetik evrimiyle tedrici olarak değişen m1 karakterleri (Neraudeau vd., 1995 ve Chaline vd., 1999'dan uyarlanarak). Detaylar için metne bakınız.

**Figure 4.** A combined chart concerning the second half of Pliocene and Quaternary which involves (A) geological timescale, polarity chrons, marine isotope stages, epochs and ages after micromammalian biozones (adapted from Masini and Sala, 2007 and Popov, 2017); (B) Phyletic gradualism in *Mimomys*–*Arvicola* lineage displaying some gradually changed characters observed on m1 (adapted from Neraudeau et al., 1995 and Chaline et al., 1999). See text for further details.



ve kısmen de paleontolojinin temellerinin atılması 1800'lü yıllara dayanır. Arkeoloji, coğrafya, jeoloji gibi alanlara ilgi duyan Avrupalı kâşif ve araştırmacılar, “voyages d'études” (araştırma seyahatleri) adı altında gerçekleştirdikleri ve bazen Çin'e kadar uzanan seferlerle bugün Türkiye'nin bulunduğu toprakları incelemiş ve adı geçen alanlardaki gözlemlerini yayınlamışlardır. Birinci Dünya Savaşı ve Cumhuriyet'in kuruluşuna kadar yoğun olan bu seferlerde, Osmanlı İmparatorluğu sınırlarını da içine alan bölgelerde ekseriyetle coğrafi ve jeolojik gözlemler yapan başlıca bilim adamları Edward Forbes, Petr Alexandrovich Tchihatchef'dir. Cumhuriyetin ilanından sonra azalan bu seferlerde ise önde gelen isim Ernest Chaput'dur. Bu araştırmacılar ülkemizde jeoloji biliminin temellerinin atılmasında büyük rol oynamış sayılırlar. Bu kişiler paleontolog olmadıkları için, topladıkları fosilleri Avrupa'daki müzelere göndermiş, oralarda çalışan uzmanlarla irtibatta bulunup, fosillerin sistematik tayini ve içinde buldukları kayaçların yaşı (biyostratigrafi) üzerine bilgiler elde ederek yayınlamışlardır (Şen, 2016).

Ülkemizi ilgilendiren en eski memeli paleontolojisi çalışmaları ise Calvert ve Neumayr (1880) tarafından, Çanakkale Boğazı çevresi Geç Miyosen çökellerinde zürafagiller ve hortumlular üzerine yapılmıştır (Şen, 2003). Türk araştırmacılarının ürettiği ilk omurgalı paleontolojisi yayını 1933'de Malik ve Nafiz imzasını taşıyan ve Küçükçekmece Geç Miyosen lokalitesi memeli bulgularını konu alan yayındır. Daha önce yabancı araştırmacılar birkaç sayfalık notlarda dağınık halde bulunmuş omurgalı fosil kayıtlarından söz etmiştir. Ama bu lokalitenin önemini ilk defa anlayan Malik ve Nafiz (1933), tüm faunayı detaylıca inceleyip verileri bir monograf halinde yayınlamışlardır ilk defa Türk akademisyenlerin yaptığı bu ilginç çalışmayı gerçekleştirmişlerdir (detaylar için bakınız. Şen, 2003, 2016).

## **Güncel Durum**

Gerçek anlamda paleontoloji çalışmaları Avrupa ülkelerine kıyasla (örn. Kiessling vd., 2010; Servais vd., 2012) bizde çok daha geç başlamış olmasına rağmen gelinen nokta Nazik ve Özer'in (2013) derlemesine göre sevindirici bir tablo göstermemektedir. Bunun olası sebepleri yine Şen (2016) tarafından detaylıca ve cesurca, tüm tarihi gelişmeler göz önünde bulundurularak ortaya konmuştur. Nazik ve Özer'in (2013) sağladıkları verilere göre MTA (Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü) bünyesinde 21'i mikropaleontoloji (ör. foraminifer, diatom, ostrakod vb.), 5'i makropaleontoloji (gastropod, mercan, rudist vb.), 4'ü memeli paleontolojisi (hortumlular, etçiller vb.) ve bir tane de izfossil uzmanı bulunmaktadır. Toplamda 34 üniversitenin jeoloji bölümü bünyesinde ise bu dağılım, mikropaleontolojide 39 (85%), memeli paleontolojisinde 4 (9%) ve makropaleontolojide 3 uzman (6%) olarak görülmektedir. MTA bünyesinde küçük memeli çalışmaları açısından önemli katkılar sağlamış iki uzman emekliye ayrılmış ve hali hazırda bu kurumda bir ardıl muhtemelen bulunmasa da, aktif olarak üniversitelerde çalışan küçük memeli uzmanı sayısı oldukça azdır.

## **Küçük Memeli Paleontoloji Çalışmaları (1975–2012)**

Türkiye'de küçük memeli buluntuları üzerine yapılan ilk detaylı ve bütünlük arz eden çalışma, Fransa'daki Ulusal Tabiat Tarihi Müze'sinde yürütülen (Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris) bir doktora tezi çalışmasıdır (Şen, 1977). Bu çalışmada, Ankara'nın yaklaşık 60 km Kuzey Batısında bulunan Pliyosen yaşlı Çalta lokalitesinde (geç Russiniyen, MN15) hem omurgalı (“sürüngenler”, kuşlar, amfibiler ve memeliler) hem de görece omurgasızlarca (ör. gastropod) zengin bir faunadan elde edilen ve aralarında yeni türlerin de bulunduğu dokuzu kemirgen ve biri tavşanımsı örneklerin,

sistematik, filogenetik, biyocoğrafi, paleoekolojik incelenmesi yapılmıştır (Şen, 1977; Şen vd., 1998; ayrıca bakınız. Şen, 2003).

Genel olarak yüzde elliden fazlası Neojen ve Kuvaterner çökel ortamlarıyla kaplı olan ülkemizde (Şen, 2003), 1950–2012 arasını kapsayan dönem içinde keşfedilen 400’den fazla fosil memeli lokalitesi bulunmaktadır (Saraç, 2003, 2012). Bu sayı hiç şüphesiz ki, artmaya devam edecektir. Ancak bu lokalitelerin birçoğunun sadece Sickenberg vd., (1975) tarafından raporlanmış olması veya değinilen fosil bulguların modern anlamda detaylandırılmaması bir eksiklik olarak sayılabilir. Öte yandan bilinen lokalitelerin devrelere göre dağılımına bakılacak olursa, sayıca en fazla 176 ile Geç Miyosen, 63 ile Orta Miyosen ve 47 lokalite ile Erken Miyosen’e ait olduğu görülür. Pliyosen’in zaman aralığının kısalarak Kuvaterner’e eklenmesine rağmen, Pliyosen’den keşfedilmiş-çalışılmış lokaliteler 70 tanedir ve aşağıda detaylıca bahsedeceğimiz güncel çalışmalara rağmen hala Kuvaterner’den sayıca daha fazladır (Saraç, 2012 verileri).

Kuvaterner Devri memeli paleontoloji çalışmaları yine Sickenberg vd. (1975) ile başlar ve raporlanmış 37 bulgu yerinde (Saraç, 2003), 19 yayından 11’i küçük memeliler üzerine üretilmiştir (Şekil 5.1–18, Storch, 1988; Şen vd., 1991; Hir, 1992, 1993; Montuire vd., 1994; Ünay vd., 1995; Ünay ve de Bruijn, 1998; Ünay ve Göktaş, 1999; Ünay vd., 2001; Suata-Alpaslan, 2011a,b).

Bu çalışmalara göz atmak gerekirse, Türkiye’de ilk defa çatlak dolgu (karstik) içerisinde, amfibi, “sürüngen” ve kuş kalıntılarının yanı sıra, 16’sı kemirgen olmak üzere 28 memeli türü Seydişehir’in güneyindeki Emirkaya-2 lokalitesinde (Şekil 5.2) bulunmuş (Sen vd., 1991) ve daha sonra Montuire vd. (1994) tarafından kemirgenler üzerine detaylı sistematik ve paleoekolojik çıkarımlar elde edilmiştir. Bu lokalitedeki çalışmaların en önemli yanı, Avrupa’daki geç Bihariyen kemirgen faunasında

ender olarak rastlanan *Mimomys savini* ve *Arvicola mosbachensis* (=cantiana) türlerinin bir arada bulunmuş olmasıdır. Diğer bir deyişle, bu iki türün birlikte bulunması, geç Bihariyen–erken Toringiyen sınırını işaret etmektedir. Bu bulgu, faunanın ve dolayısıyla lokalitenin yaşı hakkında önemli bilgiler sağladığı gibi, daha sonraki çalışmalara başka familyadan başka kemirgen türlerinin morfolojik kıyaslanmasını mümkün kılacak materyaller sağlamıştır.

Öte yandan Hir (1992, 1993), Bolkar Dağ’larında (Mersin), Karagöl’ün kuzeyindeki 3000 metre rakımda bir mağarada, Holosen Devresi hamstergil subfosillerini (örn. *Mesocricetus*, *Cricetulus*, *Allocricetus* vb.) çalışarak bu devreye ait hem morfometrik hem de morfolojik önemli veriler üretmiştir (Şekil 5.3).

Ünay vd. (1995), Büyük Menderes grabeninin kuzey kısmında, Söke (Aydın) ilçesinin Kuzey-Doğusunda ve Nazilli yakınlarında yer alan birkaç lokaliteden elde ettikleri Arvicolidae familyası örneklerinin yukarıda bahsedildiği evrimsel soy ardılığına ve türün varlığı veya yokluğuna dayanarak (örn. *Microtus* (*Allophaiomys*), Havuççulu), geç Villaniyen, geç Villaniyen–erken Bihariyen, geç Bihariyen–erken Toringiyen ve Toringiyen gibi dört biyokronolojik yaş vermiştir (Şekil 5.4–5). Daha sonra Ünay ve Göktaş (1999), Söke’nin Batı kısmındaki çökelleri aynı şekilde incelemiş, yeni bir kaç lokaliteyle (Burçaktepe, Bihariyen-günümüz; Şekil 5.4) bulgularını bir önceki çalışmanın bir kısmını da kapsayacak şekilde genelleştirilmiş stratigrafik kesit ile ortaya koymuştur.

Ünay ve de Bruijn (1998), yukarıda bahsi geçen Büyük Menderes grabeni faunasının sadece üzerinden geçmekle kalmamış, Kuzey Anadolu Fay Zonu’ndaki Havza, Tosya ve Çerkeş, doğuda ise, Pasinler ve Muş havzalarındaki bazı lokalitelerden kemirgen faunası elde etmişlerdir (Şekil 5.4–15). Yazarların da belirttiği gibi aslında bu çalışma, bir “keşif” olarak değerlendirilebilir,

zira birçok lokaliteden çok az numune alınmış ve incelenmiştir. Fosil materyal ve türler, sayıca fazla olmamakla birlikte lokalitenin zenginliği açısından umut vericidir. Yine de elde edilen spesifik türler, ilgili lokalitelerin yaşları ve az da olsa paleoekolojik ortamı hakkında fikir verir.

Bu çalışmalarda (Ünay ve Göktaş, 1999 hariç) ne yazık ki temel eksiklik, fosillerin elde edildiği katmanların stratigrafik bir kesit dâhilinde gösterilmemesidir. Bu nedenle de birbirine yakın lokalitelerin korelasyonunu, havzaların açılma ve depolanma zamanlarının tespiti veya faunal ardıllığı görmek için bu verilerin değerlendirilmesi oldukça zordur. Örneğin, Ünay ve de Bruijn (1998)'de, Yenice-1 ve 2 (Havza havzası, Samsun) lokaliteleri arasında yaklaşık iki milyon yıllık fark olması (MN16–Toringiyen), yine aynı havzadaki Hamamayağı lokalitesinin ise arada bir döneme denk gelmesi (Bihariyen), havzanın oluşumu hakkında ancak stratigrafik kesitler üzerinden incelendiğinde bir anlam katabilir. Fakat yazarlar bu havzadaki yoğun tektonizma sonucu lokalitelerin süperpozisyonunu belirlemenin zorluğundan yakınır. Ayrıca gözden kaçırmamak gereken bir diğer husus, söz konusu makalelerin yazıldığı dönemde MN17 ya da geç Villaniyen hâlâ Pliyosen devrine dâhildi. Bu sebeple örneğin Ünay ve de Bruijn (1998) çalışması yorumlanırken, güncel bilgiler ışığında 22 lokaliteden MN17 olarak yaşlandırılmış sekiz tanesinin Kuvaterner'e dâhil edilmesi gerekmektedir (örn. Havuççulu, Bozköy, Şevket'in Dağı, Hamamayağı vs.).

Yine KAF (Kuzey Anadolu Fayı) kontrolünde oluşan Adapazarı Çek-Ayrır Havza'sında Ünay vd. (2001) çalışmalarında, KAF'ın kuzey kolunda Karapürçek Formasyonu Değirmendere üyesinden iki (Değirmendere ve Çaybaşı), Kumbaşı üyesinden bir lokalitede (Kumbaşı) mikromemeli fosilleri derlediler. Her üç lokalite de faunanın en zengin grubu arvicolidlerden oluşur ve bu gruptan bir de yeni tür, *Tibericola sakaryaensis* [= *Microtus (Allophaiomys) sensu* Agusti, 1991]] tanımlanmıştır (Şekil 5.16).

Avrupa'daki fauna ile karşılaştırdıklarında, Değirmendere ve Kumbaşı lokaliteleri için geç Villaniyen–erken Bihariyen (Erken Pleyistosen), daha genç olan Çaybaşı lokalitesi için ise geç erken Bihariyen yaşları önerilmiştir. Fakat çalışmalarında geç Villaniyen'in Geç Pliyosen'e dâhil olmasından ötürü, Adapazarı Havza'sının oluşumunu Geç Pliyosen olarak açıklamışlar ve bunu diğer çalışmalarla (örn. Toker ve Şengüler, 1995; Emre vd., 1998) desteklemişlerdir. Ancak bugün kullanılan stratigrafik çizelgedeki Pliyosen–Pleyistosen sınırı dikkate alınırca, bu lokalitelerin hepsi Erken Pleyistosen yaşlıdır, bu da bu havzada depolanmanın Erken Pleyistosen veya biraz öncesinde başladığını gösterir. Sonuç olarak, gerek yeni lokalite veya yeni fosil bulguları ışığında, gerek eldeki materyalin revize edilmesiyle bu çalışmanın güncellenmesi ve geliştirilmesi yararlı olabilir.

Daha yakın dönemlerde gerçekleştirilen ve Adıyaman yakınlarındaki Gölbaşı lokalitesinde (Şekil 5.17), yaş, paleoçevre ve paleobiyocoğrafya üzerine çıkarımlar elde etmek için yapılan bir çalışmada (Suata-Alpaslan, 2011a), üç kemirgen familyasından altı cins ve dört tür tanımlanmış, daha önce bahsedildiği üzere arvicolidlerden “köklü” ve “köksüz” dişlerin bir arada bulunmasıyla (örn. Emirkaya-2 faunası), *Mimomys* – *Arvicola* geçişi olduğu düşünülerek, geç Bihariyen–erken Toringiyen yaşı (ca. 0,6–0,5 Ma) önerilmiştir. Faunada arvicolidlere ek olarak özellikle *Apodemus* (orman fareleri) ve hamstergillerden *Mesocricetus* ile *Cricetulus* türlerinin bulunmasıyla beraber, bolluklarına göre step, kayalık ve yer yer akarsuların olduğu ormanlık alanlara işaret eden bir paleoçevreden bahsedilir.

Aynı yazarın yine benzer çıkarımları içeren bir başka çalışmasında ise, Hatay'ın güneybatısında bulunan Üçağızlı Mağarasında (Şekil 5.18) Üst Paleolitik olarak tarihlenen iki katman ve Epipaleolitik'e ait bir tabakadan (41–17 ka; Suata-Alpaslan, 2011b) elde edilen küçük

memeli faunası incelenmiştir. Bu mağaradaki Geç Pleyistosen kemirgenler topluluğu gerek güncel Hatay bölgesinin gerek Antalya'nın 30 km Kuzeybatısında bulunan Karain-B mağarasının (Şekil 5.1; Storch, 1988) çağdaş katmanlarındaki kemirgen faunalarıyla ile karşılaştırıldığında, en azından Doğu Akdeniz'de bir farklılık görülmediği belirtilir.

## 2012 Yılından Sonraki Çalışmalar

Saraç (2012)'de belirtilen çalışmalara günümüze değin yenileri eklenmiştir. Örneğin, Denizli ilinin güneyinde Neojen–Kuvaterner Çameli Havzasındaki Bıçakçı lokalitesinden (Şekil 5.19) elde edilen bulgular bunlardan biridir (van den Hoek Ostende vd., 2015). Bu çalışmada da Kuvaterner küçük memeli çalışmalarının azlığından bahsedilir ve bu sebeple Bıçakçı lokalitesi, hem elde edilen materyallerle bu eksikliğin giderilebilmesine katkı sağlar, hem de Türkiye'nin ilk *Homo erectus* bulgusuna ev sahipliği yapan (bakınız Kappelman vd., 2008) bu güneybatı (Denizli ve çevresi) bölgesinin diğer faunal elemanlarla aydınlatılmasında rol oynar. Paleoekolojik çıkarımların yanı sıra bu çalışma, özellikle sistematik paleontoloji açısından Anadolu küçük memeliler literatürüne değerli katkılar sunmuştur.

Denizli Havzasında küçük memeliler üzerine yapılan bir başka çalışmada, ekseriyeti MN6–MN9 (Orta Miyosen), bir tanesi Erken Pleyistosen (MNQ18–19; geç Villaniyen–erken Bihariyen) olmak üzere yedi yeni lokaliteden fosil materyaller çalışılmıştır (Erten vd., 2015). Kuvaterner açısından ele alındığı zaman, güncel bir cins olan *Mus*'un (ev fareleri) Anadolu'daki ilk fosil buluntusu yeni bir tür atfıyla bu havzadaki Gökpınar lokalitesinden (Şekil 5.20) tanımlanmıştır (bkz. *Mus denizliensis*). Aynı lokalitede gerçekleştirilen daha sonraki çalışmalarda Muridae familyasından yeni bir cins ve tür (*Extrarius orhuni* Erten 2017a) ve güncel körfareleri içeren *Spalax* cinsine ait yeni bir türü (*Spalax denizliensis* Erten 2017b) literatüre kazandırmıştır. Fakat burada *Extrarius*'u

ilginç kılan olgu, bu cinsin henüz kökenini veya olası akraba gruplarla ilişkisini ortaya koyacak bir materyal bulunmamasıdır (Erten, 2017a). Körfareler açısından irdelenecek olursa, halihazırda bu familya (*Spalacidae*) bir çok yazar tarafından monofiletik olarak kabul edilmekle beraber (Ünay, 1996; Sarıca ve Şen, 2003; Şen ve Sarıca, 2011), azı dişlerinin çiğneme yüzeyinin kompleks yapısı ve aşınma sonucu bu morfolojik bilgileri kaybeden yüzey yapısı, bu grubu çalışmayı esasen hem keyifli ama bir o kadar da zor kılmaktadır. Öte yandan, bu familyanın en eski üyesi *Debruijnina arpati* Bolu yakınlarındaki Erken Miyosen (MN3) yaşlı Keseköy lokalitesinden gelir (Ünay, 1996). Aynı şekilde, bu familyanın evrimi Neojen–Kuvaterner boyunca özellikle Anadolu'da gerçekleştiği için, Anadolu körfarelerinin incelenmesi, stratigrafi ve ortam koşullarının aydınlatılması açısından ilginç sonuçlar elde etmeye uygundur. Zira *Debruijnina* dışında Anadolu'da bulunan *Heramys*, *Sinaposlavax* ve *Pliospalax* gibi Miyosen–Pliyosen fosil cins ve türlerinin aksine, 13 güncel *Spalax* türünden bugüne kadar sadece *S. odessanus* Ukrayna ve Yunanistan Pliyosen (MN15) lokalitelerinden tanımlanmıştır (Topachevski, 1969; de Bruijn, 1984). Sonuç olarak yazarın da belirttiği üzere *S. denizliensis*'in bu cinsine ait en genç ve Anadolu'dan ilk fosil olması, ileriki çalışmalarda bu familyanın filogeni, evrimi ve adaptasyonla yayılmalarını daha iyi anlamak için yararlı olabilecektir.

Pasinler Havzasında (Erzurum) Yayladağ yöresindeki bir Erken Pleyistosen lokalitesinde (Şekil 5.21) Vasilyan vd. (2014) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada sadece kemirgenler değil, gastropod (karındanbacaklılar), bivalv (çift kavkılılar), amfibiler (çift yaşamlılar), kemikli balıklar (Teleostei) ve “sürüngeçenler” de incelenmiş, eski çalışmalardan bazılarının gözden geçirilmesi önerilmiş ve paleoekolojik-paleocoğrafik çıkarımlar elde edilmiştir. Bu lokalitede bulunan tek küçük memeli fosili *Microtus (Allophaiomys)* cf. *plioaenicus* ile bu havzanın yaşı, bilinen diğer



buluntularla karşılaştırılarak 1,5–1 Ma olarak (erken Bihariyen) belirlenmiştir.

Yukarıda verilen örnekler ve haritadaki bulduru yerlerinden de anlaşılacağı üzere, Kuvaterner küçük memelileri üzerine olan eski ve yeni çalışmalar ekseriyetle Batı, Kuzey ve Doğu Anadolu bölgelerinde yoğunlaşmıştır. Özellikle kuzeyde aktif tektonik ve jeolojik açıdan çok önemli olan Kuzey Anadolu Fay (KAF) hattı boyunca bu fayın kontrolünde gelişmiş havzaların açılma zamanları tam kesin değildir. Fakat bölgede yapılan stratigrafi, sedimantoloji ve palinoloji çalışmaları, bu havzaların kronolojisi ve Neotektonik evrimi hakkında değerli bilgiler sunmuş ve havzaların oluşmaya başlama yaşı genel olarak Geç Miyosen olarak kabul görmüştür (örn. Irritz, 1972; Barka, 1985; Aktimur vd., 1992; Barka vd., 2000). Fakat küçük memeli paleontolojisini kapsayan çalışmalar kısıtlı olduğu gibi (Ünay ve de Bruijn, 1998; Ünay vd., 2001; Erturaç, 2009; Erturaç ve Tüysüz, 2012), çoğunlukla biyostratigrafi ve dolayısıyla yaş sınırlaması açısından da yeterli değildir.

Hem bu eksikliğin giderilmesine katkıda bulunmak, hem de ülkemizde hali hazırda sayıca çok az olan küçük memeli paleontoloji uzmanı yetiştirebilmek amacıyla, KAF Zonlarında gelişmiş üç havzada, bazı yeni lokalitelerin keşfinin yanı sıra yeni materyallerin elde edilmesi amaçlanarak küçük memeliler üzerine bir doktora tezi çalışması yürütülmektedir. Araştırmaların yapıldığı Kuvaterner Devri çökel paketlerini barındıran bu havzalar doğudan batıya sırasıyla Niksar (Tokat; Erdal vd., *teslim safhasında*), Suluova (Amasya; Erturaç vd., *hazırlık safhasında*) ve Tosya (Kastamonu; Erdal vd., *hazırlık safhasında*)'dır (Şekil 5.7–9, 22–23). Ayrıca Niğde'de 2000 yılından beri yürütülen Tepecik-Çiftlik Neolitik dönem arkeolojik kazısından ilk kez elde edilen kemirgenler faunası da yazar tarafından yayına hazırlanmıştır (Şekil 6.24; Erdal vd., *teslim aşamasında*).

Niksar Havzası'nın güneyinde, Umurlu köyü yakınlarındaki bir lokalitede daha önce yapılan bir çalışmada (Erturaç ve Tüysüz, 2012) *Microtus* aff. *arvalis* kalıntısı temel alınarak, havzanın açılmasıyla da örtüşür şekilde *ca.* 0,6 Ma (erken Orta Pleyistosen, geç Bihariyen) yaşı önerilmiştir. Aynı lokalitede yapılmış en son çalışmada (Erdal vd., *teslim safhasında*) küçük memeli faunası olarak *Arvicola*, *Microtus*, *Clethrionomys*, *Apodemus*, *Mesocricetus*, *Cricetulus*, *Nannospalax* gibi kemirgenlere ait 281, böcekçil soricidlere ait 44 azı dişi ve 100'ün üzerinde kesici diş yanında birkaç kertenkele (lacertilian) çene parçaları ve bolca gastropod bulunarak fauna zenginleştirilmiştir. Sadece kemirgenlerin oldukça detaylı sistematik paleontolojisi yapılmış, paleoklimsel ve paleoçevresel özelliklere değinilmiş ve ilgili taksonların Orta ve Doğu Avrupa'daki çağdaşlarıyla biyozonlar üzerinden yaş sınırlaması oldukça kesin bir şekilde saptanmış ve böylece havzanın oluşumuyla ilgili görüşlere katkıda bulunulmuştur.

Tosya Havzasında yürütülmekte olan çalışma ise, Ünay ve de Bruijn (1998)'ün hızlıca inceledikleri 22 farklı lokaliteden birine odaklanmıştır. Allüvyal yelpaze çökelleri üzerinde ve doğudan batıya doğru sırasıyla Ortalık (MN15, geç Russiniyen) ve Karasapaca (MN17, Erken Pleyistosen) lokaliteleri yeniden "keşfedilmiş", örneklenen alanlar stratigrafik kesitler alınarak arttırılmaya çalışılmış ve Sapaca ile Kumkapı olmak üzere iki yeni lokalite çalışmaya dâhil edilmiştir (Şekil 5.7–9). Daha önceki lokalitelerden çıkan materyaller çok farklılık göstermese de, görece bol olmaları faunayı olası varyasyonları da göz önünde bulundurarak güncelleme açısından yararlı olacaktır. Öte yandan en batıdaki Kumkapı lokalitesinin barındırdığı kemirgen fosilleri, havzanın güney-batı kısmının çok daha genç olduğunu işaret etmektedir. Hiç şüphesiz hem fosil bulgularının detaylı karşılaştırmalarla incelenmesi, hem de (biyo-) stratigrafik kesitler üzerinde gösterilmesi, havza evrimi hakkında önemli bilgiler sunacaktır.

Suluova Havzasının stratigrafisi, sedimentolojisi ve memeli paleontolojisi üzerine nitelikli çalışmalar literatürde mevcuttur (ör. Sickenberg vd., 1975; Saraç, 2003; Erturaç, 2009; Albayrak ve Lister, 2012). Kayseri ve Akgün (2008) tarafından yapılan palinoloji çalışmaları her ne kadar havza yaşını Orta Miyosen olarak işaret etse de, memeli fosil buluntulara göre bu havzalar daha gençtir (Saraç, 2003). Özellikle Erturaç (2009)'ın detaylı tez çalışmasında bahsedilen Yolpınar formasyonu içerisinde Kurnaz ve yeni örneklenen Kerimoğlu lokaliteleri (geç Villaniyen), Eraslan formasyonundan Kızıleğrek (Bihariyen), Harmanağılı formasyonundan ise Yolpınar lokalitelerinden (Toringiyen; Şekil 5.23) ilginç mikromemeli fosilleri elde edilmiştir. Bu havza, Niksar ve Tosya havzaları kadar zengin küçük memeli buluntular barındırmasa da, bulunan cricetid, arvicolid ve murid gibi gruplar tür seviyesine kadar tanımlanabilmiştir. Öte yandan zürafagillerden *Sivatherium*, hamstergillerden *Mesocricetus arameus* altçenesi gibi buluntular da ileriki zamanlarda çalışılıp literatüre dâhil edilecektir (Erturaç vd., hazırlanmakta).

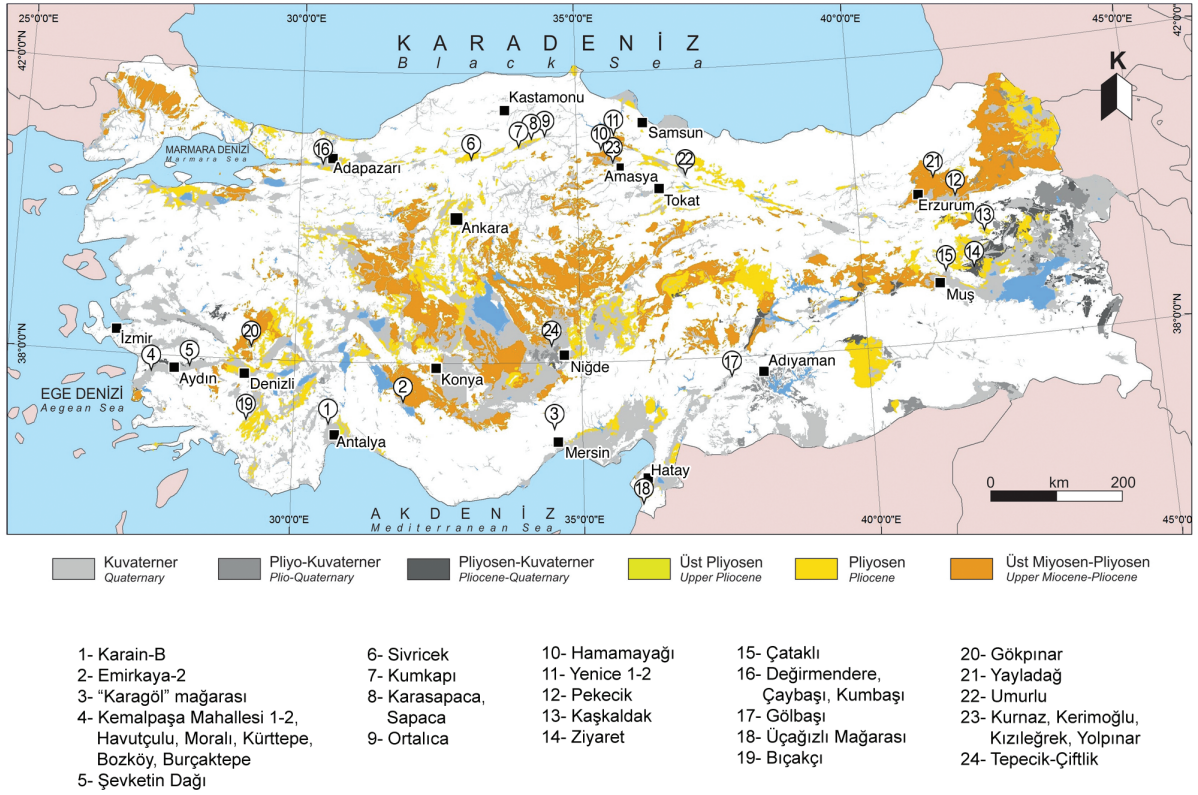
Son olarak, Türkiye'de Holosen Devresi'ne ait kemirgenler hakkında bilgilerimizi arttırabilecek bir fırsat sunan çalışma, Niğde ili Çiftlik ilçesinde, Anadolu'nun en eski höyük şeklinde insan yerleşim alanlarından biri olan Tepecik-Çiftlik Neolitik dönem kazısında yürütülmektedir (Şekil 5.24). Bu höyük, beş farklı medeniyete ait kalıntıları barındıran katmanlara göre geç Neolitik'ten Roma-Bizans dönemine kadar uzanır ve kemirgen faunasının elde edildiği seviyeler yaklaşık M.Ö. 6650–5900 yıl öncesine tarihlenmiştir (Bıçakçı vd., 2012, 2017). Bu kazıda şimdiye kadar *Microtus* (tarla faresi), *Arvicola* (su sıçanı), *Mus* (ev faresi), *Spermophilus* (yer sincabı), *Mesocricetus* (hamster) ve *Spalax* (körfare) türleri, zengin çene ve azı dişleri ile tanımlanmışlardır. İç Anadolu'nun günümüz faunasıyla kıyaslanarak, paleoekolojik çıkarımlar elde edilmiştir. Kazı alanındaki açma, ünite ve

seviyelerine göre bu grupların tafonomisine az da olsa değinilmeye çalışılmıştır (Erdal vd., *teslim aşamasında*). Buradaki türlerin ortak habitat özellikleri göz önüne alınırsa, seyrek bitki örtüsü veya çok yıllık kısa boylu çayırılık alanların hâkim olduğu kuru bir step ortamı görülür. Öte yandan, *Arvicola*'nın varlığı bize ortamda ayrıca akarsuların veya bataklık gibi ortamların da var olabileceğini işaret eder.

## SONUÇ VE PERSPEKTİF

Avrupa'da yaklaşık 200 yıldan beri Kuvaterner Bilimlerine olan ilgi ve bilgi birikimi, birçok alt disiplinin gelişmesine vesile olmuşken (Lowe ve Walker, 2015 ve içindeki referanslar), ülkemizde gösterilen ilgi ne yazık ki yetersizdir ve Kuvaterner araştırmaları açısından geri kalmıştır. Öte yandan Kuvaterner, sadece jeolojik bir devir değildir; birçok uzmanlık gerektiren, koordineli bir şekilde disiplinler arası çalışmaları kapsayan başlı başına bilim alanıdır. İşte küçük memeliler paleontolojisi de bu disiplinlerden biridir.

Kuvaterner araştırmalarının yadsınamaz bir parçası olan memeli paleontolojisi söz konusu olduğunda, Anadolu'nun, dolayısıyla ülkemizin bu alanda ne kadar önemli olduğu anlaşılacaktır. Zira Anadolu, küçük ve büyük kara memelileri açısından Avrupa, Asya ve Afrika kıtaları arasında bir köprü oluşturur. Haliyle canlıların, adaptasyonla yayılmalarına, göçlerine veya sığınmalarına (refugia) etki eden bir koridor konumundadır. Bu özelliğiyle Anadolu, canlıların evrimsel süreçlerinde ne kadar önemli bir rol üstlendiğini gösterir. Bu açıdan bakılır ve bugüne kadar yapılmış paleontolojik çalışmalar dikkate alınırsa, Anadolu'nun memeli paleontolojisi açısından oldukça zengin bir potansiyele sahip olduğu öngörülebilir. Öte yandan, ülkemizdeki paleontolojik çalışmalar genelde Paleojen ve Miyosen'e yoğunlaşmışken, Pliyosen ve Kuvaterner'de yapılmış çalışmalar kısıtlı kalmıştır (Şen, 1977; Şen vd., 1991, 2017; van den Hoek Ostende vd., 2015; Saraç, 2003, 2012).



**Şekil 5.** 1:500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritasında geç Neojen–Kuvaterner çökellerinin dağılımı ve Kuvaterner yaşlı 37 lokaliteden küçük memeliler paleontolojisi üzerine yapılmış/yapılmakta olan 20 çalışmanın yer bulduru noktaları (Gürbüz ve Kazancı, 2017'den uyarlanarak). Lokalite referansları: (1) Storch, 1988; (2) Sen vd. 1991; Montuire vd. 1994; (3) Hir, 1992, 1993; (4) Ünay vd., 1995; Ünay ve de Bruijn, 1998; Ünay ve Göktaş, 1999; (5) Ünay vd. 1995; Ünay ve de Bruijn, 1998; (6) Ünay ve de Bruijn, 1998; (7) Erdal vd., hazırlık safhası; (8) Ünay ve de Bruijn, 1998; Erdal vd., hazırlık safhası; (9) Ünay ve de Bruijn, 1998; Erdal vd., hazırlık safhası; (10–15) Ünay ve de Bruijn, 1998; (16) Ünay vd., 2001; (17) Suata-Alpaslan, 2011a; (18) Suata-Alpaslan, 2011b; (19) van den Hoek Ostende vd., 2015; (20) Erten vd., 2015; Erten, 2017a,b; (21) Vasiyan vd., 2014; (22) Erdal vd., teslim safhası; (23) Erturaç, 2009; Erturaç vd., hazırlık safhası; (24) Erdal vd., teslim safhası. Detaylar için metne bakınız.

**Figure 5.** Dispersal of late Neogene–Quaternary deposits on the Geological Map of Turkey at 1:500,000 scale and location spots concerning 37 localities where 20 studies (completed or ongoing) are conducted for micromammalian paleontology of Quaternary in Anatolia (modified after Gürbüz and Kazancı, 2017). References of localities: (1) Storch, 1988; (2) Sen et al., 1991; Montuire et al., 1994; (3) Hir, 1992, 1993; (4) Ünay et al., 1995; Ünay and de Bruijn, 1998; Ünay and Göktaş, 1999; (5) Ünay et al., 1995; Ünay and de Bruijn, 1998; (6) Ünay and de Bruijn, 1998; (7) Erdal et al., in prep.; (8) Ünay and de Bruijn, 1998; Erdal et al., in prep.; (9) Ünay and de Bruijn, 1998; Erdal et al., in prep.; (10–15) Ünay and de Bruijn, 1998; (16) Ünay et al., 2001; (17) Suata-Alpaslan, 2011a; (18) Suata-Alpaslan, 2011b; (19) van den Hoek Ostende et al., 2015; (20) Erten et al., 2015; Erten, 2017a,b; (21) Vasiyan et al., 2014; (22) Erdal et al., in submission; (23) Erturaç, 2009; Erturaç et al., in prep.; (24) Erdal et al., in submission. For further details see text.

Ülkemizdeki memeli paleontolojisi çalışmaları temel alınrsa, 1950'lilerden 2012'ye kadar Kuvaterner Devri fosil lokaliteleri Saraç (2012) raporuna göre 37'dir. Toplamda üretilen yayın sayısı 19 ile sınırlıdır ve bunlardan 11 tanesi küçük memelileri konu eder. 2012 sonrasında ise beş verimli yayın daha literatüre kazandırılmıştır (Vasilyan vd., 2014; van den Hoek Ostende vd., 2015; Erten vd., 2015; Erten, 2017a,b; Şekil 5). Bunlara ek olarak, yazarın doktora tezi kapsamında yürütülen Kuzey Anadolu Fay zonlarında gelişmiş Niksar, Suluova ve Tosya havzalarından elde edilen materyaller ile Tepecik-Çiftlik Neolitik dönem arkeoloji kazısından toplanmış küçük memeli kalıntıları da yayına hazırlanmaktadır. Görece kısa zaman aralığında bu kadar çalışmanın olması, Kuvaterner bilimi için umut verici gözükmetedir. Zira literatüre bir bütün olarak bakılırsa, Avrupa, Afrika ve hatta Uzak Doğu'da bu konu üzerine birçok çalışma yapıldığı görülür. Bu çalışmalar bir noktada canlıların evrimsel süreçlerine, filogenetik bağlarına, göç yollarına ve atasal kökenlerine değinir. İşte bu noktada Anadolu'nun coğrafi konumu ve bölgemizde yapılacak çalışmalar, global ölçekteki bu yap-bozun parçasını zamanla tamamlayabilecek seviyeye gelebilmesi açısından önemlidir. Aksi takdirde, körfareler gibi atasal kökeni ülkemize uzanan spesifik taksonlar gibi konular haricinde, bilgi azlığı ve dağınıklığı sebebiyle araştırmacılar tarafından Anadolu, önemi bilinmesine rağmen göz ardı edilebilmektedir.

Türkiye'nin yüz ölçümünün yaklaşık yüzde elliden fazlası Neojen ve Kuvaterner çökelleriyle kaplıdır (Şen, 2003). Potansiyel fosil bulguları açısından bu denli zengin bir coğrafyadaki araştırmaların azlığı, ilgi eksikliği ve araştırmacı sayısındaki yetersizlik ile açıklanabilir (Saraç, 2012). Örneğin birçok ilimizin üniversitelerindeki jeoloji bölümleri, ekseriyetle mikropaleontoloji uzmanları yetiştirip, denizel çökellerin yaşlandırılması ve ortam-iklim koşulları üzerine çalışan elemanları bünyelerine kazandırmaya

çalışır. Hiç şüphesiz mikropaleontoloji gibi paleontolojinin her uzmanlığı çok önemlidir. Fakat, jeolojik süreçler boyunca canlıların geçmişini ve evrimini anlamak bir yana, jeolojide oldukça önem arz eden yaş sorularına da katkı sağlayabilecek omurgalı, memeli veya küçük memeli paleontolojisinde uzmanlaşma pek teşvik edilmemektedir. Bunun sebeplerinden biri de muhtemelen paleontolojinin, jeolojinin bir alt dalı olarak görülmesi ve genelde jeoloji temelli öğrencilerin yetiştirilmeye çalışılmasıdır. Hâlbuki birçok Avrupa eğitim kurumunda paleontoloji, jeoloji ve biyoloji gibi iki farklı bilimden gelen insanları ortak bir noktada buluşturmaktadır. Sonuç olarak ülkemizde omurgalı veya memeli paleontolojisine ilgi duyan birçok genç araştırmacı, ne yazık ki başvuracak enstitü, fakülte veya yardım isteyebilecek uzman bulmakta zorlanmaktadır.

Bu eksiklik, kültürel ve jeolojik miras anlamında da ele alınabilir. Mesela bir ülke coğrafyasının belleğini oluşturan tabiat tarihi müzelerine verilen önem ne kadar fazla olursa, onun işlevi ve bilimsel açıdan üretkenliği de o kadar güçlü olur. Böylece biyolojik, arkeolojik, paleontolojik ve jeolojik anlamda toplumsal ve kültürel hafıza da, bilinç de arttırılmış olur. Ne yazık ki bu hususta ülkemizin bulunduğu durum pek iç açıcı değildir.

Bu çalışmayla, hem yukarıda sözedilen eksikliklere dikkat çekilmeye çalışılmış, hem de Kuvaterner Devri küçük memeliler paleontolojisi üzerine bugüne kadar yapılmış çalışmalar derlenmiştir. Ayrıca konunun gerektirdiği temel bilgileri Türkçe kaynak olarak bir nebze sağlayabilmek amacıyla genel kavramlar, tanımlamalar, sınıflandırmalar ve kullanım amaçları hakkında bilgiler sunulmaya çalışılmıştır.

## KATKI BELİRTME

70'inci Türkiye Jeoloji Kurultayı Kuvaterner özel oturumuna konuşmacı ve Türkiye Jeoloji Bülteni'nin bu özel sayısına katkıda bulunmak için



beni davet eden ve bana bu şansı veren Nizamettin Kazancı (Ankara Üniversitesi) ve konuk editör M. Korhan Erturaç'a (Sakarya Üniversitesi) teşekkür ederim. Bu çalışmanın daha verimli, eksiksiz ve paleontolojik bilgiler açısından daha doyurucu hale gelmesine katkısı için doktora tezi eş danışmanım Şevket Şen'e (Paris Tabiat Tarihi Müzesi, Fransa) ve değerli eleştirileriyle gözümünden kaçan önemli noktalara dikkatimi çeken hakemler Canan Çakırlar (Groningen Üniversitesi, Hollanda) ve Hakan Gür'e (Ahi Evran Üniversitesi) teşekkürü borç bilirim. Yazar, bu metinde doktora çalışmasının bir parçasını sunmuştur ve TÜBİTAK 115Y132 numaralı proje ile desteklenmiştir.

### **EXTENDED ABSTRACT**

*The present paper is a consequence of a special session organized during the 70th Geological Congress of Turkey. It aims to deal with the state of the art in Quaternary studies of micromammal paleontology in Turkey.*

*In this regard, the importance of Quaternary Period is briefly underlined (i.e. climatic oscillations and its effect on mammalian dispersal events, adaptive radiations, evolutionary trends), and micromammals are defined by means of general morphology (Figure 1). In addition, some systematic classification examples as a result of several morphological and molecular phylogenetic analysis are illustrated (Figure 2). Afterwards, some extant rodent species from Turkey are illustrated by their molar occlusal morphology (Figure 3) in order to draw attention how they are diversified during their course of evolution. We have to note that rodents represent the most abundant taxon among the class Mammalia by 42% (Musser & Carleton, 2005). As a biostratigraphical tool, arvicolids and their evolutionary lineages are described and their evolutionary process is reported on a chronostratigraphic chart with "classical" *Mimomys*–*Arvicola* lineage evolution (Figure 4).*

*Besides, concepts of mammal ages, super zones, rodent zones and MN-MNQ biozones are discussed. Also, many exemplary studies are mentioned for diverse aims of micromammal paleontology: evolutionary trends, radiations and origins (e.g. Chaline et al., 1999; Fejfar et al., 2011); biostratigraphy (e.g. Sala and Masini, 2007); biochronology (e.g. Mein, 1975; Fejfar et al., 1997; Maul and Markova, 2007); paleoclimate and paleoenvironment (e.g. Escudé et al., 2013; Popov et al., 2014; Bennasar et al., 2016; Lopez-Garcia et al., 2017) and taphonomic investigations (e.g. Jenkins, 2012). Hence, a general knowledge on micromammal paleontology as well as its fields of application are exemplified at once and in Turkish. The necessity of such a work is based on the fact that the mammal paleontology in Turkey is rather less developed than in European countries, despite its potentially rich deposits in fossils.*

*The Anatolia is considered as a bridge between Africa, Europe and Asia, and is known by its important role in the evolution of small and large mammals (Ünay, 1996; Sen 2013; Albayrak 2016; Erdal et al., 2016). Historically, first geographical and geological observations within the Ottoman Empire territories date back to 1800s, made by European explorers and researchers thanks to their "voyages d'études" (e.g. Edward Forbes, Petr Alexandrovich Tchihatchef and much later, Ernest Chaput; see Sen, 2016). The first study of mammal paleontology undertook by Calvert and Neumayr (1880) on large mammals from the Late Miocene of Dardanelles (Sen, 2003). Finally, the first detailed vertebrate paleontology study conducted by Turkish scholars, Malik and Nafiz (1933), deals with the Late Miocene Küçükçekmece locality (Istanbul; see Sen, 2003, 2016 for further details).*

*Actually, more than 400 fossil mammal localities are known from Anatolia (Saraç, 2003, 2012), discovered between 1950 and 2012. On the other hand, many studies in Turkey are focused rather on Paleogene and mostly Miocene, whereas Pliocene and Quaternary studies are relatively*

few. Note also that more than half of the country is covered by Neogene and Quaternary deposits. Despite this, when the micromammal paleontology is concerned, the studies are unfortunately much scarce. For instance, for 37 Quaternary mammal localities discovered between 1975–2012 (Saraç, 2012), 20 publications are produced and 11 of them deal with micromammals (e.g. Storch, 1988; Sen et al., 1991; Montuire et al., 1994; Hir, 1992, 1993; Ünay et al., 1995; Ünay and de Bruijn, 1998; Ünay and Gökteş, 1999; Ünay et al., 2001; Suata-Alpaslan, 2011a, b; see also Figure 5).

Since 2012, five important works are published (e.g. Vasilyan et al., 2014; van den Hoek Ostende et al., 2015; Erten et al., 2015; Erten, 2017a, b). In addition, four ongoing studies of which three are concerned with three basins developed along the North Anatolian Fault Zone such as Niksar (Erdal et al., in submission), Suluova (Erturaç et al., in prep) and Tosya (Erdal et al., in prep). The fourth deals with the rodent remains from Tepecik-Çiftlik (Niğde) which constitutes one of the oldest human settlements in Anatolia during the Neolithic period (Bıçakçı et al., 2017).

In conclusion, some future perspectives are provided. For example, the mammal and hopefully the micromammal paleontology studies in Turkey seem to increase in the last few years. However, it is also pointed out that universities, institutions or even individuals (not need to mention natural history museums which are already few) seem to have neglected this science, except micropaleontology of marine deposits. Turkish territory probably preserves many unearthed vertebrate fossils, and they need peculiar attention and general awareness in order to increase the number of researchers, quality of the studies as well as support of young and motivated students.

## ORCID

Ozan Erdal  <https://orcid.org/0000-0003-3622-5546>

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Adkins, R.M., Gelke, E.L., Rowe, D., Honeycutt, R.L. 2001. Molecular phylogeny and divergence time estimates for major rodent groups: evidence from multiple genes. *Molecular Biology and Evolution* 18: 777–791.
- Agusti, J. 1991. The *Allophaiomys* complex in southern Europe. *Geobios*, 25(1), 133-144.
- Aktimur, T., Ateş, S., Yurdakul, E., Tekirli, E. Keçer, M. 1992. Niksar-Erbaa ve Destek Dolayının Jeolojisi. *MTA Dergisi* 114, 25-37.
- Albayrak, E. 2016. A new primitive elephantid from Turkey. *Quaternary International*, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.09.029>
- Albayrak, E., Lister, A. M. 2012. Dental remains of fossil elephants from Turkey. *Quaternary International*, 276, 198-211.
- Barka, A.A. 1985. Kuzey Anadolu Fay Zonundaki bazı Neojen-Kuaterner havzalarının jeolojisi ve tektonik evrimi. *Ketin Simpozyumu Kitabı, Türkiye. Jeoloji Kurumu, Ankara*, sf. 209–27.
- Barka, A.A., Akyüz, S.H., Cohen, H.A. Watchorn, F. 2000. Tectonic Evolution of the Niksar and Tasova-Erbaa pull-apart basins, North Anatolian Fault Zone: their significance for the motion of the Anatolian block. *Tectonophysics*, 322, 243-264.
- Bennásar, M., Cáceres, I., Cuenca-Bescós, G. 2016. Paleocological and microenvironmental aspects of the first European hominids inferred from the taphonomy of small mammals (Sima del Elefante, Sierra de Atapuerca, Spain). *Comptes Rendus Palevol*, 15(6), 635-646.
- Benton, M. 2015. *Vertebrate palaeontology*. 4th eds. John Wiley Sons.
- Benton, M. J., Harper, D. A. T. 2009. *Introduction to paleobiology and the fossil record*. Chichester, West Sussex, UK: Wiley-Blackwell.
- Bıçakçı, E., Godon, M. Çakan, Y.G. 2012. Tepecik-Çiftlik. In: M. Özdoğan, N. Başgelen and P. Kuniholm (eds.), *The Neolithic in Turkey* 3:89–134. İstanbul: Archaeology and Art Publications.
- Bogicevic, K., Nenadic, D., Mihailovic, D. 2012. Late Pleistocene voles (Arvicolinae, Rodentia) from the Baranica Cave (Serbia). *Geologica Carpathica*, 63(1), 83–94. <https://doi.org/10.2478/v10096-012-0006-6>
- Bogicevic, K., Nenadic, D., Milosevic, S., Mihailovic, D., Vlastic, S., Tosovic, R. 2017. A Late Pleistocene

- rodent fauna (Mammalia: Rodentia) from Hadži Prodanova Cave near Ivanjica (Western Serbia). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 123:1.
- Brandt, J.F. 1855. Beiträge zur nähern Kenntniss der Säugetheire Tussland's. Memoir Adademic, Imperial Science St. Petersburg (6):1–365.
- Calvert, F. ve Neumayr, M., 1880. Die Jungen Ablagerungen am Hellespont. *Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften / MathematischNaturwissenschaftliche Klasse* 40: 357–378.
- Carleton, M. D., Musser, G. G. 2005. Order rodentia. In: D. E., Wilson, DA. M. Reeder, (eds.) *Mammal species of the World. A taxonomic and geographic reference*. 3rd ed., 2: 745–2142. John Hopkins University Press, Baltimore.
- Carls, N., Rabeder, G. 1988. Die Arvicoliden (Rodentia, Mammalia) aus dem Ältest-Pleistozän von Schernfeld (Bayern). *Beiträge zur Paläontologie von Österreich*, 14, 123-237.
- Carroll, R. L. 1988. *Vertebrate paleontology and evolution*. Freeman and Company, New York, xiv, 698 p.
- Chaline, J. 1987. Arvicoline data (Arvicolinae, Rodentia) and evolutionary concepts. — *Evolutionary Biology* 21: 237–310.
- Chaline, J., Brunet-Lecomte, P., Montuire, S., Viriot, L. Courant, F. 1999. Anatomy of the arvicoline radiation (Rodentia): palaeogeographical, palaeoecological history and evolutionary data. — *Ann. Zool. Fennici* 36: 239–267.
- Chaline, J., Mein, P., 1979. *Les rongeurs et l'évolution*. Edition Doin, Paris, 235 pp.
- Clementz, M. T. 2012. New insight from old bones: stable isotope analysis of fossil mammals. *Journal of Mammalogy* 93:368–380.
- Cordy, J. M. 1982. Biozonation du Quaternaire postvillafanchiencontinental d'Europe occidentale à partir des grands mammifères. *Annales de la Société géologique de Belgique*. (105)2: 303–314.
- de Bruijn, H. 1984. Remains of the mole-rat *Microspalax odessanus* Topachevski, from Karaburun (Greece, Macedonia) and the family Spalacidae. In: *Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen. Series B. Palaeontology, geology, physics and chemistry* (Vol. 87, No. 4, pp. 417-425). North-Holland.
- de Bruin, H., Daams, R., Daxner-Höck, G., Fahlbusch, V., Ginsburg, L., Mein, P., Morales, J. 1992. Report of the RCMNS Working Group on fossil mammals, Reisenburg 1990. *Newslett. Stratigr.* 26, 65-118.
- Emre Ö., Erkal T., Tchepalyga A., Kazancı N., Keçer M., Ünay E. 1998. Neogene–Quaternary Evolution of the Eastern Marmara Region, Northwest Turkey, *Bull. Min. Res. Expl. Turkey* 120, 119–145.
- Erdal, O., Antoine, P. O., Sen, S. 2016. New material of Palaeoamasia kansui (Embrithopoda, Mammalia) from the Eocene of Turkey and a phylogenetic analysis of Embrithopoda at the species level. *Palaeontology*, 59(5), 631–655. <https://doi.org/10.1111/pala.12247>
- Erten, H. 2017a. A new genus and species of Muridae (Rodentia) from the Quaternary deposits of the Denizli Basin, South-Western Turkey. *Palaeontologia Electronica* 20.1.12A: 1-7.
- Erten, H. 2017b. *Spalax denizliensis* sp. nov. (Spalacidae, Rodentia) from an Early Pleistocene-aged locality in the Denizli Basin (southwestern Turkey). *Turkish Journal of Zoology*, 41.
- Erten, H., Sen, S. Sagular, E. K. 2015. Miocene and early Pleistocene rodents (Mammalia) from Denizli Basin (southwestern Turkey) and a new species of fossil Mus, *Journal of Vertebrate Paleontology*, doi: 10.1080/02724634.2015.1054036
- Erturaç, M.K. 2009. Amasya ve çevresinin morfolotektonik evrimi. *Doktora Tezi, İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü*, 360 sf.
- Erturaç, M.K. Tüysüz, O. 2012. Kinematics and Basin Formation Along the Ezinepazar-Sungurlu Fault Zone, NE Anatolia, Turkey. *Ezinepazar-Sungurlu Fayının Evrimi, Kinematığı ve Havza Oluşumu, KD Anadolu, Türkiye*. *Turkish Journal of Earth Sciences* Vol.21 pp 497-520.
- Escudé, É., Renvoisé, É., Lhomme, V., Montuire, S. 2013. Why all vole molars (Arvicolinae, Rodentia) are informative to be considered as proxy for Quaternary paleoenvironmental reconstructions. *Journal of Archaeological Science*, 40(1), 11-23.
- Fabre, P. H., Hautier, L., Dimitrov, D., Douzery, E. J. 2012. A glimpse on the pattern of rodent diversification: a phylogenetic approach. *BMC evolutionary biology*, 12(1), 88.
- Fejfar O., Heinrich. W.-D., Pevzner M.A. Vangengeim E.A. 1997. Late Cenozoic sequences of mammalian sites in Eurasia: an updated

- correlation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 133, 259–288, 5 text-figs., Amsterdam.
- Fejfar, O., Heinrich, W.-D. 1989. Muroid Rodent Biochronology of the Neogene and Quaternary in Europe. In: Lindsay, E. H., Fahlbusch, V. Mein, P. (eds): *European Neogene Mammal Chronology*, NATO ASI Series, (A) 180: 91–117. New York: Plenum Press.
- Fejfar, O., Heinrich, W.-D., Kordos, L. Maul, L. C. 2011. Microtoid cricetids and the early history of arvicolids (Mammalia, Rodentia). *Palaeontologia Electronica* Vol. 14, Issue 3; 27A:38p.
- García-Alix, A., Minwer-Barakat, R., Suárez, E. M., Freudenthal, M. 2009. Small mammals from the early Pleistocene of the Granada Basin, southern Spain. *Quaternary Research*, 72(2) 265–274.
- Gibbard P.L., Head M.J., Walker M.J.C. the Subcommittee on Quaternary Stratigraphy 2010. Formal ratification of the Quaternary System/Period and the Pleistocene Series/Epoch with a base at 2.58 Ma. *Journal of Quaternary Science* 25: 96–102.
- Gibbard, P. L. Head, M. J. 2009a. The Definition of the Quaternary System/Era and the Pleistocene Series/Epoch, *Quaternaire*, 20(4), 125–133.
- Gibbard, P. L., Head, M. J. 2009b. IUGS ratification of the Quaternary System/Period and the Pleistocene Series/Epoch with a base at 2.58 Ma. *Quaternaire* 20(4), 411–412.
- Guérin, C. 1989. Biozones or Mammal Units? Methods and limits in biochronology In: Lindsay, E. H., Fahlbusch, V. Mein, P. (eds): *European Neogene Mammal Chronology*, NATO ASI Series, (A) 180: 119–130. New York: Plenum Press.
- Gür, H. 2013. The effects of the Late Quaternary glacial–interglacial cycles on Anatolian ground squirrels: range expansion during the glacial periods?. *Biological Journal of the Linnean Society*, 109(1), 19–32.
- Gürbüz, A. Kazancı, N. 2017. Dünya’da ve Türkiye’de Kuvaterner Jeolojisi Haritalarının Hazırlanması ve Karşılaşılan Sorunlar, *Türkiye Jeoloji Bülteni, Kuvaterner Araştırmaları Özel sayı*, Şekil 18.
- Hartenberger, J.L. 1998. Description de la radiation des Rodentia (Mammalia) du Paléocène supérieur au Miocène; incidence phylogénétiques. *Comptes Rendus Académie des Sciences Paris, Sciences de la terre et des planètes*, 326:439–444.
- Hautier, L., Lebrun, R., Saksiri, S., Michaux, J., Vianey-Liaud, M. Marivaux, L. 2011. Hystricognathy vs sciurognathy in the rodent jaw: a new morphometric assessment of hystricognathy applied to the living fossil *Laonastes* (Diatomyidae). *PloS one*, 6(4), e18698.
- Hautier, L., Michaux, J., Marivaux, L. Vianey-Liaud, M. 2008. The evolution of the zygomatic construction in Rodentia, as revealed by a geometric morphometric analysis of the mandible of *Graphiurus* (Rodentia, Gliridae). *Zoological Journal of the Linnean Society* 154: 807–821.
- Hillson, S. 2005. *Teeth*. 2nd ed. Cambridge Manuals in Archaeology.: Cambridge University Press, Cambridge.
- Hir, J. 1992. Sufossil *Mesocricetus* population from the Toros Mountains (Turkey) (Mammalia). *Folia Historico Naturalia Musei Matraensis* 17: 107–130.
- Hir, J. 1993. *Cricetulus migratorius* (PALLAS 1773) (Rodentia, Mammalia) population from the Toros Mountains (Turkey) (With a special reference to the relation of *Cricetulus* and *Allocricetus* genera). *Folia Historico Naturalia Musei Matraensis*, 18, 17–34.
- Hordijk, K. de Bruijn, H. 2009. The succession of rodent faunas from the Mio/Pliocene lacustrine deposits of the Florina-Ptolemais-Servia Basin (Greece). *Hellenic Journal of Geosciences*, 44, 21–103.
- Huchon, D., Madsen, O., Sibbald, M.J.J.B., Ament, K., Stanhope, M.J., Catzeflis, F., de Jong, W.W., Douzery, E.J.P. 2002. Rodent phylogeny and a timescale for the evolution of Glires: evidence from an extensive taxon sampling using three nuclear genes. *Molecular Biology and Evolution* 19: 1053–1065.
- Irritz, W. 1972. Lithostratigraphie und tektonische Entwicklung des Neogens in Nordostanatolien (Kanozoikum und Braunkohlen in der Türkei. 6. Beih. *Geol. Jahrb.*, No. 120, 111 pp.+10 plates.
- Jenkins, E. 2012. Mice, scats and burials: unusual concentrations of microfauna found in human burials at the Neolithic site of Çatalhöyük, Central Anatolia. *Journal of Social Archaeology* 12(3): 380–403.
- Kalthoff, D. C., Mörs, T., Tesakov, A. 2007. Late Pleistocene small mammals from the Wannenköpfe volcanoes (Neuwied Basin, western



- Germany) with remarks on the stratigraphic range of *Arvicola terrestris*. *Geobios* 40(5): 609–623.
- Kappelman, J., Alçiçek, M.C., Kazancı, N., Schultz, M., Özkul, M., Sen, S. 2008. First *Homo erectus* from Turkey and implications for migrations into temperate Eurasia. *American Journal of Physical Anthropology* 135, 110–116.
- Kayseri, M.S. Akgün, F. 2008. Palynostratigraphic, Palaeovegetational and Palaeoclimatic Investigations on the Miocene Deposits in Central Anatolia (Çorum Region and Sivas Basin), *Turkish Journal of Earth Sciences*, Vol. 17, 2008, pp. 361–403.
- Kazancı, N. 2012. Kuvaterner Bilimi; Kapsamı ve Gelişimi. In: N. Kazancı, A. Gürbüz (eds), *Kuvaterner Bilimi*, Ankara Üniversitesi Yayınları, 350: 1–16.
- Kiessling, W., Nützel, A., Korn, D., Kröger, B., Müller, J. 2010. German Paleontology in the early 21st century. *Palaeontologica Electronica*, 13(1-2010).
- Koenigswald, W., von Kolfshoten, T. van 1996. The *Miomys*–*Arvicola* boundary and the enamel thickness quotient (SDQ) of *Arvicola* as stratigraphic markers in the Middle Pleistocene. In: Turner C (ed.) *The early Middle Pleistocene of Europe*, pp. 211–226. Rotterdam: Balkema.
- Kohn, M. J., McKay, M. P. 2012. Paleocology of late Pleistocene–Holocene faunas of eastern and central Wyoming, USA, with implications for LGM climate models. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 326–328.
- Kolfshoten, T. van. 1992. Aspects of the migration of mammals to northwestern Europe during the Pleistocene, in particular the re-immigration of *Arvicola terrestris*. *Courrier Forschung Senckenberg*, 153: 213–220.
- Kolfshoten, T. van. 2013. Continental Biostratigraphy. In: Elias, Scott A., and Mock, Cary J., (eds.) *Encyclopedia of Quaternary Science*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, pp. 206–214.
- Kretzoi, M. 1965. Die Nager und Lagomorphen von Voigtstedt in Thüringen und ihre chronologische Aussage. *Palaontologische Abhandlungen* 2(3): 587–660.
- Kryštufek, B., Vohralik, V. 2001. Mammals of Turkey and Cyprus. Introduction, Checklist, Insectivora. *Annales Majora, Koper*.
- Kryštufek, B., Vohralik, V. 2005: Mammals of Turkey and Cyprus. Rodentia I: Sciuridae, Dipodidae, Gliridae, Arvicolinae. *Annales Majora, Koper*.
- Kryštufek, B., Vohralik, V. 2009: Mammals of Turkey and Cyprus. Rodentia II. Cricetinae, Muridae, Spalacidae, Calomyscidae, Capromyidae, Hystricidae, Castoridae. *Annales Majora, Koper*.
- Lazzari, V., Aguilar, J., Michaux, J. 2010. Intraspecific variation and micro-macroevolution connection : illustration with the late Miocene genus *Progonomys* ( Rodentia , Muridae ), *Society*, 36(4), 641–657.
- Lindsay, E. H. 1989. The setting. In: Lindsay, E. H., Fahlbusch, V. Mein, P. (eds): *European Neogene Mammal Chronology*, NATO ASI Series, (A) 180: 1–14. New York: Plenum Press.
- Lister, A. M. 2004. The impact of Quaternary ice ages on mammalian evolution. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* (359): 221–241.
- López-García, J. M., Luzi, E., Peresani, M. 2017. Middle to Late Pleistocene environmental and climatic reconstruction of the human occurrence at Grotta Maggiore di San Bernardino (Vicenza, Italy) through the small-mammal assemblage. *Quaternary Science Reviews*, 168, 42–54.
- Lowe, J. J. Walker, M. J. C. 2015. *Reconstructing Quaternary Environments*. Third edition, New York: Routledge.
- Lozano-Fernández, I., Agustí, J., Cuenca-Bescós, G., Blain, H. A., López-García, J. M., Vallverdú, J. 2013. Pleistocene evolutionary trends in dental morphology of *Miomys savini* (Rodentia, Mammalia) from Iberian peninsula and discussion about the origin of the genus *Arvicola*. *Quaternaire*, 24(2), 179–190.
- Malik, A. & Nafiz, H. 1933. Vertébrés fossiles de Küçük Çekmece. *Bulletin de la Faculté des Sciences de l'Université d'Istanbul*, 8: 1–119.
- Marivaux, L., Vianey-Liaud, M. Jaeger, J.-J. 2004. High-level phylogeny of early Tertiary rodents: dental evidence. *Zoological Journal of the Linnean Society* 142:105–132.
- Marivaux, L., Welcomme, J.-L., Vianey-Liaud, M. Jaeger, J.-J. 2002. The role of Asia in the origin and diversification of hystricognathous rodents. *Zoologica Scripta* 31:225–239.

- Maul, L. C. 1996. Biochronological implications of the arvicolid (Mammalia: Rodentia) from the Pliocene and Pleistocene faunas of Neuleiningen (Rheinland-Pfalz, southwest Germany). *Azc*, 39(1), 349–356.
- Maul, L. C., Markova, A. K. 2007. Similarity and regional differences in Quaternary arvicolid evolution in Central and Eastern Europe. *Quaternary International*, 160(1), 81–99. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2006.09.010>
- Maul, L. C., Masini, F., Parfitt, S. A., Rekovets, L., Savorelli, A. 2014. Evolutionary trends in arvicolids and the endemic murid *Mikrotia*. New data and a critical overview. *Quaternary Science Reviews*, 96, 240–258. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2013.09.017>
- Maul, L. C., Rekovets, L., Heinrich, W. D., Keller, T., Storch, G. 2000. *Arvicola mosbachensis* (Schmidtgen 1911) of Mosbach 2: a basic sample for the early evolution of the genus and a reference for further biostratigraphical studies. *Senckenbergiana lethaea*, 80(1), 129–147.
- Mein, P. 1975. Résultats du groupe de travail des vertébrés. Report on activity of the RCMNS working groups (1971–1975), 78–81. Bratislava.
- Mein, P. 1989. Updating of MN Zones. In: Lindsay, E. H., Fahlbusch, V. Mein, P. (eds): *European Neogene Mammal Chronology*, NATO ASI Series, (A) 180: 73–90. New York: Plenum Press.
- Mein, P., Freudenthal, M., 1971. Les Cricetidae (Mammalia, Rodentia) du néogène moyen de Vieux-Collonges. Partie 1 : le genre *Cricetodon* Lartet, 1851. *Scripta Geol.* 5, 1–51.
- Meulen, van der, A.J. 1974. On *Microtus* (*Allophaiomys*) *deucalion* (Kretzoi, 1969), (Arvicolidae, Rodentia), from the Upper Villányian (Lower Pleistocene) of Villány-5, S. Hungary. Hungary. *PN Ned Akad B Phys*, 77, 259–266.
- Meulen, van der, A.J. 1973. Middle Pleistocene smaller mammals from the Monte Peglia (Orvieto, Italy) with special reference to the Phylogeny of *Microtus* (Arvicolidae, Rodentia). *Quaternaria* 17: 1–144.
- Michaux, J., Reyes, A., Catzeflis, F. 2001. Evolutionary history of the most speciose mammals: molecular phylogeny of muroid rodents. *Molecular Biology and Evolution*, 18(11), 2017–2031.
- Montuire, S., Sen, S., Michaux, J. 1994. The middle Pleistocene mammalian fauna from Emirkaya-2, Central Anatolia (Turkey): Systematics and Paleoenvironment. *N. Jb. Paläont. Abh.*, 193(1), 107–144.
- Musser, G. G., Carleton, M. D. 2005. Superfamily Muroidea. In: D. E. Wilson, D. A. M. Reeder (eds.) *Mammal species of the World. A taxonomic and geographic reference*. 3rd ed., (2): 894–1531. John Hopkins Univ. Press, Baltimore.
- Nazik, A., Özer, S. 2013. Paleontoloji çalışma konularının ve uzmanlarının Türkiye’deki dağılımları. 14. Paleontoloji-Stratigrafi Çalıştayı (tebliğ).
- Neraudeau, D., Viriot, L., Chaline, J., Laurin, B., Kolfshoten, T. V. 1995. Discontinuity in the Plio-Pleistocene Eurasian water vole lineage. *Palaeontology*, 38(1), 77–86.
- Pasquier, L. 1974. Dynamique évolutive d’un sous-genre de Muridae, *Apodemus* (*Sylvaemus*). Etude biométrique des caractères dentaires de populations fossiles et actuelles d’Europe occidentale. Unpublished Ph.D. Thesis, University of Montpellier.
- Popov, V. V. 2017. Early Pleistocene small mammals (Eulipotyphla, Chiroptera, Lagomorpha and Rodentia) from Futjova Cave, North Bulgaria. *Acta Zoologica Bulgarica*, 69(2), 263–282.
- Popov, V. V., Di Canzio, E., Giaccio, B. 2014. Late Quaternary Small Mammals and Paleotemperatures in Bulgaria and Italy. *Acta Zoologica Bulgarica*, 66(1), 89–108.
- Rabeder, G. 1981. Die Arvicoliden (Rodentia, Mammalia) aus dem Pliozän und dem älteren Pleistozän von Niederösterreich. *Beiträge Zur Paläontologie von Österreich*, 8, 1–373.
- Rekovets, L., Čermák, S., Kovalchuk, O., Prisyazhniuk, V., Nowakowski, D. 2014. Vertebrates from the Middle Pleistocene locality Lysa Gora-1 in Ukraine. *Quaternary International*, 326–327, 481–491. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2013.10.016>
- Rekovets, L., Nadachowski, A. 1995. Pleistocene voles (Arvicolidae) of the Ukraine. *Paleontologia i evolucion*, (28–29): 145–245.
- Renfrew, C., Bahn, P. 2012. *Archaeology: theories, methods, and practice*. 6th ed. Thames and Hudson. New York, pp. 656.
- Rook, L., Delfino, M., Ferretti, M. P. Abbazzi, L. 2013. Early Pleistocene. In: Elias, Scott A., and Mock, Cary J., (eds.) *Encyclopedia of Quaternary*

- Science. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, pp. 599–604.
- Royer, A., Lécuyer, C., Montuire, S., Escarguel, G., Fourel, F., Mann, A., Maureille, B. 2013. Late Pleistocene (MIS 3–4) climate inferred from micromammal communities and  $\delta^{18}O$  of rodents from Les Pradelles, France. *Quaternary Research*, 80(1), 113–124.
- Sala, B. Masini, F. 2007. Late Pliocene and Pleistocene small mammal chronology in the Italian peninsula. *Quaternary International* (160) 4–16.
- Saraç G. 2003. Türkiye omurgalı fosil yatakları (Fossil vertebrate localities of Turkey). MTA Report No 10609, 218 p. (unpublished).
- Saraç, G. 2012. Kuvaterner Memeli Faunaları ve Türkiye Örnekleri. In: N. Kazancı, A. Gürbüz (eds), *Kuvaterner Bilimi*, Ankara Üniversitesi Yayınları, 350: 103–138.
- Sarıca, N. Sen, S. 2003. Spalacidae. In: M. Fortelius, J. Kappelman and S. Sen, (eds.), *Geology and Paleontology of the Miocene Sinap Formation, Turkey*: 141–162. Columbia University Press, New York.
- Schmidt-Kittler, N. (1987). International symposium on mammalian biostratigraphy and Paleocology of the European Paleogene-Mainz, February 18–21 1987. *Munchner Geowissenschaftliche Abhandlungen, Reihe A*, 10, 1–312.
- Schreve, D. C. 2013. Vertebrate overview. In: Elias, Scott A., and Mock, Cary J., (eds.) *Encyclopedia of Quaternary Science*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, pp. 590–597.
- Şen S., Bouvrain G. Geraads D. 1998. - Paleocology, biogeography and biochronology, in Sen S. (ed.), *Pliocene vertebrate locality of Çalta, Ankara, Turkey*. 12, *Geodiversitas* 20 (3) : 497–510.
- Şen, S. 2003. History of Paleontologic Research in Neogene Deposits of the Sinap Formation, Ankara, Turkey. In: Mikael Fortelius, John Kappelman, Sevket Sen Raymond Bernor (eds). *Geology and Paleontology of the Miocene Sinap Formation, Turkey*: Columbia University Press. 1–22.
- Şen, S. 2013. Dispersal of African mammals in Eurasia during the Cenozoic: ways and whys. *Geobios*, 46(1), 159–172.
- Şen, S. 2016. Historical background. In: Sen S. (ed.), *Late Miocene mammal locality of Küçükçekmece, European Turkey*. *Geodiversitas*, 38 (2): 153–173.
- Şen, S., de Bonis, L., Dalfes, N., Geraads, D., Jaeger, J.J. Mazin, J-M. 1991. Première découverte d'un site à mammifères pléistocènes dans une fissure karstique en Anatolie centrale C. R. Acad. Sri. Paris, t. 313, Série H, p. 127–132.
- Şen, S., Delfino, M., Kazancı, N. 2017. Çeştepe, a new early Pliocene vertebrate locality in Central Anatolia and its stratigraphic context. *Annales de Paléontologie*. Elsevier Masson.
- Şen, S., Sarıca, N. 2011. Middle-Late Miocene Spalacidae (Mammalia) from western Anatolia, and the phylogeny of the family. *Yerbilimleri*, 32(1), 21–50.
- Servais, T., Antoine, P. O., Danelian, T., Lefebvre, B., Meyer-Berthaud, B. 2012. Paleontology in France: 200 years in the footsteps of Cuvier and Lamarck. *Palaeontologia Electronica*, 15(1), 2E.
- Sickenberg, O., Becker-Platen, J. D., Benda, L., Berg, D., Engesser, B., Gaziry, W., Heissig, K., Hünermann, K. A., Sondaar, P. Y., Schmidt-Kittler, N., Staesche, U., Steffens, P., Tobien, H. 1975. Die Gliederung des höheren Jungtertiärs und Altquartärs in der Türkei nach Vertebraten und ihre Bedeutung für die internationale Neogen-Stratigraphie. *Geologische Jahrbuch B*, 15: 1–167, Hannover.
- Storch, G. 1988. Eine jungpleistozäne/alholozäne Nager-Abfolge von Antalya, SW-Anatolien (Mammalia, Rodentia). *Z. Säugetierkunde*, 53, 76–82.
- Suata-Alpaslan, F. 2011a. Paleoenvironment and age of the Middle Pleistocene site of Gölbaşı (near Adıyaman, southeastern Turkey): a reconstruction based on rodents. *Eurasian J. Anthropol.* 2(1):48–53.
- Suata-Alpaslan, F. 2011b. Some small mammal fossils of Üçağızlı Cave (Hatay, Turkey). *Turkish Journal of Zoology*, 35(5), 755–768.
- Tesakov, A. S. 1998. Voles of the Tegelen fauna. *Mededelingen Nederlands Instituut Voor Toegepaste Geowetenschappen*, 60, 71–134.
- Toker V., Şengüler, İ. 1995. Nannoplanton, Flora of the Quaternary sequence in the Gulf of İzmit, In: Meriç E. (Ed.), *Quaternary Sequence in the Gulf of İzmit, İzmit Valiliği, İzmit*, pp. 173–178.
- Topachevski, V. A. 1969. Fauna of the U.S.S.R.: Mammals, mole rats, Spalacidae. *Akad. Nauk U.S.S.R. New Ser.* 99, 3, 3, 1–29. (Translated in

- English, Amerind Publ. Co Pvt Ltd. New Delhi, 1976).
- Tougaard, C. 2016. Did the Quaternary climatic fluctuations really influence the tempo and mode of diversification in European rodents?. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 55(1), 46–56.
- Tullberg, T. 1899. Über das system der Nagetiere. Eine phylogenetische studie. *Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsaliensis*, Ser. 3, 18:1–514.
- Ünay E. de Bruijn H. 1998. Plio-Pleistocene rodents and lagomorphs from Anatolia. *Meded. Ned. Inst. Toegepaste Geowetenschappen TNO*, 60, 431–66.
- Ünay, E. 1996. On Fossil Spalacidae (Rodentia). R. Bernor, V. Fahlbush H.-W. Mittmann, 246-252.
- Ünay, E., de Bruijn, H., Saraç, G. 2003. A preliminary zonation of the continental Neogene of Anatolia based on rodents. *Deinsea*, 10(35), 539–548.
- Ünay, E., Emre, Ö., Erkal, T. Keçer, M. 2001. The Rodent fauna from the Adapazarı pull-apart basin (NW Anatolia): its bearing on the age of the North Anatolian Fault. *Geodinamica Acta*, 14, 169–75.
- Ünay, E., Göktaş, F. 1999. Söke çevresi (Aydın) geç Erken Miyosen ve Kuvaterner yaşlı küçük memelileri: ön sonuçlar. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 42(2), 99-113.
- Ünay, E., Göktaş, F., Hakyemez, Y. Avşar, M. 1995. Dating the sediments exposed at the northern part of the Büyük Menderes Graben (Turkey) on the basis of Arvicolidae (Rodentia, Mammalia). *Geol. Bull. Turkey*, 38, 2, p. 63–68.
- Vasilyan, D., Schneider, S., Bayraktutan, M. S., Şen, Ş. 2014. Early Pleistocene freshwater communities and rodents from the Pasinler Basin (Erzurum Province, north-eastern Turkey). *Turkish Journal of Earth Sciences*, 23(3), 293–307. <https://doi.org/10.3906/yer-1307-16>
- Vianey-Liaud, M., Marivaux, L. 2016. Autopsie d'une radiation adaptative: Phylogénie des Theridomorpha, rongeurs endémiques du Paléogène d'Europe-histoire, dynamique évolutive et intérêt biochronologique. *Palaeovertebrata* (40):3-el, 1–68.
- Wicander, R., Monroe, J. S. 2010. *Historical geology: Evolution of earth and life through time*. 6th ed. pp. 463. Thompson, USA: Brooks/Cole.
- Wolff, J., Sherman, P. W. 2007. *Rodent societies: An ecological evolutionary perspective*. Chicago: University of Chicago Press.
- Wood, A. E. 1965. Grades and clades among rodents. *Evolution* 19: 115–130.
- Wu, S., Wu, W., Zhang, F., Ye, J., Ni, X., Jimin, S., Edwards, S. V., Meng, J. Organ, C. L. 2012. Molecular and Paleontological Evidence for a Post-Cretaceous Origin of Rodents. *PLoS ONE* 7(10): e46445. doi:10.1371/journal.pone.0046445.
- Zachos, J.C., Pagani, M., Sloan, L., Thomas, E., Billups, K. 2001. Trends, rhythms and aberrations in global climate 65 Ma to present. *Science* 292, 686–693.