Türkiye Jeoloji Bülteni
Geological Bulletin of Turkey
60 (2017) 665–699
doi:10.25288/tjb.370637

Dünya'da ve Türkiye'de Kuvaterner Jeolojisi Haritalarının Hazırlanması ve Karşılaşılan Sorunlar

Quaternary Geological Mapping in the World and Turkey, and Encountered Problems

Alper Gürbüz[1,3], Nizamettin Kazancı[2,3]

[1] Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 51240, Niğde
[2] Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06830, Gölbaşı, Ankara
[3] Kuvaterner Araştırma Grubu (KAG), P.K. 10, 06100, Maltepe, Ankara

Geliş/Received : 31.10.2017 • 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: Ondokuzuncu yüzyılın ortalarına doğru yerbilimciler arasında, özellikle Kuzey Avrasya ve Kuzey Amerika'da oldukça geniş alanlar kaplayan ve çoğunlukla pekişmemiş halde gözlenen kırıntılı çökeller başlıca tartışma konusuna dönüşmüştür. 'Kuvaterner' teriminin bir zaman dilimi olarak ortaya atılması her ne kadar bu dönemlere rastlasa da, bu zaman dilimine ait birimler haritalarda çoğunlukla 'dilüvyon-alüvyon' ya da 'eski/yeni alüvyon' başlıkları altında gösterilmiştir. Kuvaterner yaşlı bu birimlerin kökenlerinin anlamlandırılmaları oldukça hararetli tartışmalar eşliğinde sürmüş, fakat önemlerini en baştan beri hissettirmişlerdir. Zaman içerisinde daha yaşlı jeolojik birimlerin haritalanmasında büyük aşamalar kaydedilmiş, ancak Neojen ve Kuvaterner birimlerinin uzun yıllar detaylandırılmadığı ve genelde birer yaş birimi olarak kabaca haritalanmış oldukları görülmektedir.

Dünya genelinde yerleşim yerlerinin çok büyük bir kısmı, düzlük alanlara tekabül etmeleri ve su kaynaklarıyla etkileşimli olmaları gibi taşıdıkları coğrafi cazibelerden ötürü, Kuvaterner yaşlı çökellerce kaplanmış olan ova alanlarda konumlanmaktadır. Hızla artan insan nüfusu ve buna koşut gelişen şehirleşmeler neticesinde, bu devre ait birimlerin 'alüvyon' nitelemesinin ötesinde detaylı olarak haritalanmalarına duyulan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Yirminci yüzyılın başlarından itibaren, özellikle Kuvaterner birimlerinin Avrupa ölçeğinde haritalanmasına dönük girişimler olmuş, ancak İkinci Dünya Savaşı'ndan ötürü bu girişimler askıya alınmıştır. Kuvaterner birimlerinin haritalamalarında, ilk başlarda yalnızca jeomorfolojik ve litolojik özellikler dikkate alınarak işlenmiş olsalarda günümüzde birçok ülke esas itibariyle bu özelliklerinin ön planına birimlerin yaşları ve depolanma ortamlarını almışlardır. Bu ölçütün yanı sıra bazı ülkelerde; tane boyu, tane ve mineral bileşeni, eski kıyı ve buzul izleri, hatta mühendislik özellikleri de Kuvaterner haritalarında dikkate alınan diğer parametrelerdir.

Ülkemizde, özellikle 1999 depremlerinin ardından yerleşim yerlerinin üzerinde hızla geliştiği Kuvaterner birimlerinin haritalanması en başta mühendislik amaçlı olarak ihtiyaç haline dönüşmüştür. Aynı zamanda iklim ve aktif tektonik gibi konularda taşıdıkları büyük bilimsel değerleri açısından da önem taşımaları bu birimlerin haritalanmalarına olan ihtiyacı arttırmaktadır. Bu çalışmada, Kuvaterner Jeolojisi haritalarının hazırlanmasında izlenen yaklaşımlar ve karşılaşılan başlıca sorunlara dair mevcut durum değerlendirmesi, dünyanın çeşitli bölgelerinden ve ülkemizden örnekler temelinde yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kuvaterner haritalaması, jeoloji haritası, jeomorfoloji haritası, çökelme ortamları, Pliyosen sorunu.

Abstract: *Towards the mid-nineteenth century, the unconsolidated deposits, which are mostly occupy quite large areas particularly in North Eurasia and North America, have become the main argument among the geoscientists. Although the term 'Quaternary' has been suggested as a time unit in that century, this period had often been shown*

*Yazışma / *Correspondence: agurbuz@nigde.edu.tr*
© 2017 JMO Her hakkı saklıdır/All rights reserved

in the maps under the headings of 'diluvium-alluvium' or 'old/new alluvium'. While the origins of these Quaternary aged units had been discussed under hot debate, these units have felt their importance from the beginning. However, during the mapping studies, the Neogene and Quaternary units have not been elaborated for many years on geological maps and are generally seen to be roughly mapped only as age units.

A large part of the settlements around the world are located in plain areas that covered by the Quaternary deposits because of the attraction of geographical conditions, such as transportation suitability and interaction with water resources. Due to the rapidly increasing human population and urbanization, there is a growing need for detailed mapping of these units beyond their characterization as only 'alluvium'. From the beginning of the twentieth century, attempts have been made to map the Quaternary units, particularly on the European scale, but these attempts have not resulted because of the Second World War. Although the lithology was considered firstly in the early Quaternary geological maps, it is observed that the ages and depositional environments of the units are taken into account in the world generally. In addition to this criterion, grain size, grain and mineral composition, coastal and glacial lines, and engineering characteristics are also considered in the geological mapping of Quaternary in some countries.

In Turkey, the mapping of Quaternary plains, where the settlements developed rapidly on, has become a necessity firstly for engineering purposes, especially after the 1999 earthquakes. At the same time, in terms of their great scientific value for climate and active tectonics researches, their importance also increases the need for mapping of these units. In this study, the evaluation of current approaches in the preparation of Quaternary geological maps and encountered major problems have been made on the basis of examples from various parts of the world and from Turkey.

Keywords: *Quaternary mapping, geological map, geomorphological map, depositional environments, Pliocene problem.*

GİRİŞ

Kuvaterner jeolojisi ve jeomorfolojisi, Yerküre'nin 2,588 my'lık geçmişindeki buzul, akarsu, göl, deniz ve rüzgâr sistemlerinde meydana gelen değişimlerin incelenmesi ve kaynak mekanizmalarının anlaşılması için başvurulan temel disiplini temsil etmektedir (örn. Wright ve Frye, 1965; Flint, 1971; Ehlers, 1996; Forman ve Stinchcomb, 2015). Yerküre üzerinde insan yaşam alanlarının büyük çoğunluğu fizyografik özelliklerinden ötürü doğrudan Kuvaterner birimlerinin üzerinde ya da kenarında konumlanmıştır. Buna karşın bu döneme ait jeolojik birimlerin özellikleri yerel ölçeklerde detaylandırılmalarına rağmen genel ölçekte iyi bilinmemektedir. Bu eksikliğin en önemli sebebi ise diğer jeolojik dönem ürünlerinin aksine bu döneme ait birimlerin haritalanmalarının çoğu zaman göz ardı edilmesidir. Artan dünya nüfusunun ihtiyaçlarının en başında gelen su ve gıda kaynakları ile ulaşım olanaklarına dönük sahip olduğu imkânlardan ötürü, Kuvaterner birimlerinin göz ardı edilmeleri artık mümkün değildir. Özellikle yerleşim yerlerinin büyük ölçüde bu döneme ait tortullar üzerinde gelişmesi, deprem, sel ve heyelan gibi doğal afetler açısından da bu alanların jeolojik özelliklerinin daha ayrıntılı ele alınmasını gerekli kılmaktadır. Tam da bu noktada eksik olan ise bu döneme ait birimlerin Uluslararası Stratigrafi Komisyonu (ISC) veya Uluslararası Kuvaterner Birliği (INQUA) gibi kurumlarca tanımlanmış belli kurallara bağlı haritalamalarının eksik olmasıdır (Kazancı, 2012a). Dolayısıyla, ilerleyen bölümlerde de ele alınacağı gibi, bu haritaların hazırlanmasında bir çok ülke ihtiyaçları ve sahip oldukları jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri temelinde bağımsız haritalama uygulamaları gerçekleştirmektedirler (örn., Knudsen vd., 2000; Lee ve Booth, 2006). Bu çalışmada Kuvaterner teriminin ortaya atılmasından günümüze değin Dünya'nın farklı bölgelerinden örneklerle Kuvaterner birimlerinin haritalanmalarına dönük yaklaşımlar ve sorunlar irdelenmiş, ülkemiz jeolojisi temelindeki yansımaları ve bu alana katkılar aynı çerçevede değerlendirilerek çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

TARİHSEL ÇATI

Kuvaterner kavramının ortaya atılması 18.yy'ın sonlarına tekabül etmekle beraber, Kuvaterner jeolojisi ve jeomorfolojisinin gelişmesi 19.yy'da sağlanmış, Kuvaterner stratigrafisi ve haritalaması gibi konuların oturması ise büyük ölçüde 20.yy'da meydana gelmiştir.

Dördüncü Çağ kavramı İtalyan bir yerbilimci olan Giovanni Arduino (1714-1795) tarafından tüm Dünya tarihini İtalya'da bölgesel olarak gözlemlediği 'Atesin Alpleri', 'Alpin dağ eteği tepeleri', 'alt-Alpin tepeleri' ve 'Po Nehri Ovası' özelinde dört evre halinde sıralamasına dayanmaktadır (Elias, 2013). Bu yaklaşımla bölge istifini Birinci (Primary), İkinci (Secondary) ve Üçüncü (Tertiary) sıra kayaçlar olarak kullanmış ve bunların üstündeki gevşek tutturulmuş birimleri de "dördüncü sıra katman" olarak ifade etmiştir (Ell, 2011, 2012). Bu sıralama aynı zamanda Jeolojik Zaman Tablosu'nun da başlangıcı olmuştur (Şengör, 2000). Arduino'ya göre "dördüncü sıra" birimlerini kolüvyonlar, alüvyon yelpaze çökelleri ve düzlüklerdeki akarsu veya eşdeğeri genç tortullar temsil etmiştir (Pillans ve Naish, 2004; Kazancı, 2012b). Fransız bir jeolog olan Jules Pierre François Stanislas Desnoyers (1800-1887; Şekil 1a) ise Paris Havzası'ndaki Genç Tabakaları, alttaki Tersiyer birimlerinden ayırmak için *Kuvaterner* terimini ilk kez kullanmıştır (Desnoyers, 1829) (Şengör, 2000; Ell, 2011; Elias, 2013). Günümüz stratigrafisinin çerçevesi bu şekilde çizilirken, bu süreçten bağımsız olarak kullanılan ve Nuh Tufanı'nın denetiminde çökeldiği düşünülen ova alanlardaki gevşek ve iri taneli tortullar 'dilüvyon' (*diluvium*; su baskını kayaları) terimi, taşkın ardından karalarda akarsular tarafından meydana getirilen tortulları ifade etmek içinde 'alüvyon' (*alluvium*) ifadesi kullanılmıştır (bakınız Kazancı, 2012b). Eski çalışmalarda zaman zaman Dilüvyon ifadesi Pleyistosen ve Buzul Çağı terimleri yerine, Alüvyon da Holosen ile eş anlamlı olarak kullanılmıştır (Erol, 1979).

Kuvaterner periyodunun Pleyistosen katı ise İskoç jeolog Charles Lyell (1797-1875; Şekil 1b) tarafından ortaya atılmış bir terimdir (Lyell, 1839) (Oldroyd ve Grapes, 2008). 1833 yılında yine kendisi tarafından tanımlanan '*Daha yeni Pliyosen*' (Newer Pliocene; Lyell, 1833) teriminin yerine 1839 yılında kendi önermiştir (Elias, 2013). Lyell'ın bu önermesi ile hemen hemen aynı dönemde '*Buzul Çağı*' (Ice Age) tanımlaması yapılmış (Forbes, 1846), Miyosen ve Pliyosen'i kapsayacak şekilde Neojen terimi önerilmiştir (Hörnes, 1853). 1873 yılında ise Lyell, Pleyistosen'in 'Pliyosen sonrası' olarak Buzul dönemi için kullanılması gerektiğini ve bu dönemin Buzul sonrası dönem olan 'Güncel' (Recent)'den ayrılması gerektiğini ifade etmiştir (Lyell, 1873). Fransız paleontolog ve entomolog François Louis Paul Gervais (1816-1879; Şekil 1c) ise sonradan bahsi geçen 'Güncel' terimi yerine günümüzde kullanılan 'Holosen' terimini kullanmıştır (Gervais, 1848-1852) (Elias, 2013).

Yukarıda özetlenen çerçevede daha 19. yy sona ermeden günümüz Kuvaterner stratigrafisinin fosillere dayalı olarak büyük ölçüde şekillendiği görülmektedir (Kazancı, 2012b). 20. yy'da ise yeni bir tartışma Neojen ve Kuvaterner arasındaki sınırın tanımlanmasında ortaya çıkmıştır (bakınız van Couvering, 1997; Gibbard vd., 2005; Suguio vd., 2005). Önceden radyometrik tarihlendirmeler kapsamında 1,806 my'lık bir zaman dilimini temsil ettiği kabul edilen Kuvaterner'in (örn. Aguirre ve Pasini, 1985) 2009 yılında Uluslararası Stratigrafi Komisyonu'nun kararı gereğince zaman aralığı 2,588 my'a genişletilmiştir (Mascarelli, 2009; Kazancı, 2009). Bu çerçevede önceden Pliyosen'in üst katını temsil eden Gelasiyen'in Pleyistosen'e katılması kabul edilmiştir (bakınız Cita vd., 2006; Kazancı, 2009; Gibbard vd., 2010). Stratigrafik tanımlamalarındaki bu tartışmalara ve gelişmelere benzer şekilde, Kuvaterner birimlerinin bölgesel olarak oldukça zengin çeşitlilik sunmasından ötürü haritalardaki durumu ve tanımlamalarında da zamansal ve mekânsal olarak daha kapsamlı şekilde tartışmalar ve gelişmeler olmuştur.

Şekil 1. Sırasıyla Kuvaterner, Pleyistosen ve Holosen terimlerini ortaya atan yerbilimciler; **a)** Jules Pierre François Stanislas Desnoyers (1800-1887), **b)** Charles Lyell (1797-1875) ve **c)** François Louis Paul Gervais (1816-1879).

Figure 1. *Geoscientists who have put forth the terms Quaternary, Pleistocene and Holocene, respectively;* ***a)*** *Jules Pierre François Stanislas Desnoyers (1800-1887),* ***b)*** *Charles Lyell (1797-1875) and* ***c)*** *François Louis Paul Gervais (1816-1879).*

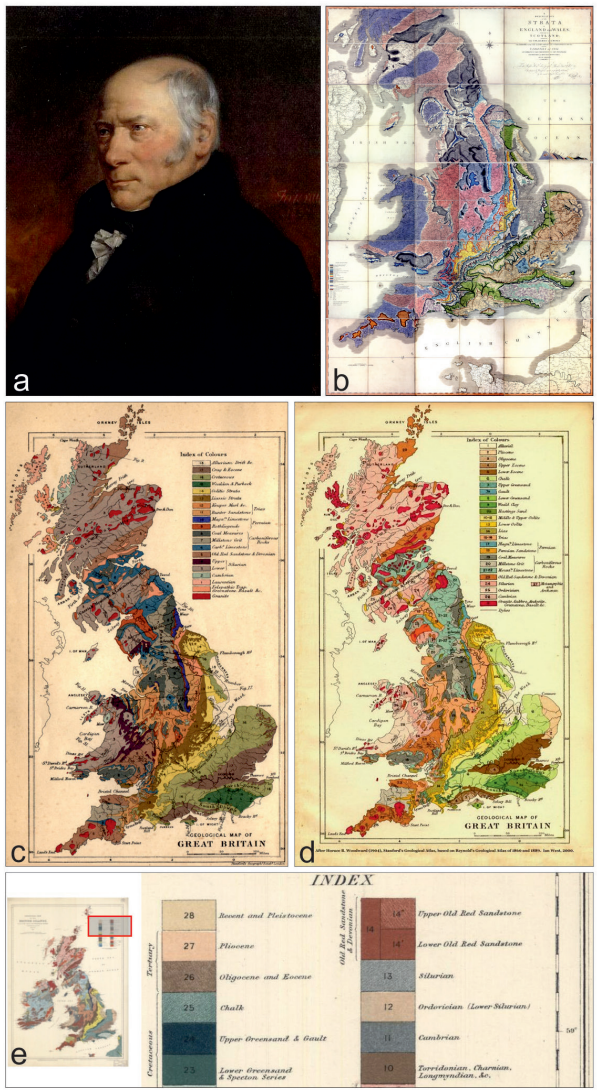
DÜNYA'DAN ÖRNEKLER

Girişte de belirtildiği gibi Kuvaterner jeolojisine dönük haritaların hazırlanmasında birçok ülke sahip oldukları Kuvaterner dönemi ürünlerini temel alarak başlıca jeolojik ve jeomorfolojik özellikler ışığında çoğun birbirilerinden bağımsız haritalama yöntemleri benimsemişlerdir. Bu sebepten ötürü bu kısımda başta Avrupa kıtası ülkeleri olmak üzere Amerika, Asya ve Avustralya kıtalarından örnekler tarihsel gelişimleri göz önünde bulundurularak sunulmuş, böylece bu bölgelerdeki ülkelerin Kuvaterner haritalamalarında izledikleri yaklaşımlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilebilmiştir.

Birleşik Krallık

Jeolojik haritalamanın tarihçesi kuşkusuz İngiltere'de William Smith'in (1769-1839; Şekil 2a) öncü çalışmalarıyla başlamıştır. Bu çalışmalar günümüz haritalarının hazırlanmasına uzanan süreçteki haritalama yaklaşımlarında da esas belirleyici unsur olmuştur. Birleşik Krallık'ın 1815 yılındaki haritası Smith'in litostratigrafik tanımlamasına göre hazırlanmış ve günümüzde kullanıldığı anlamıyla jeoloji haritalarının ilk örneğini temsil etmektedir (Şekil 2b). Bu çerçevede jeolojik zaman terimlerinden uzak hazırlanan bu Birleşik Krallık haritasının izleyen yüzyıl içerisindeki sürümlerinde Jeolojik Zamanların da kullanılmaya başlandığı dikkat çekmektedir (Şekil 2c-e). Smith'in haritasını izleyen ilk örneklerde 'alüvyon' olarak ifade edilen Kuvaterner çökelleri 1906 yılındaki jeoloji haritasında 'Güncel ve Pleyistosen' olarak tanımlanmıştır. 20. yy'ın başında bu genellenmiş yaklaşımın izlendiği Birleşik Krallık'ta 1977 yılına gelindiğinde kara alanının tamamını kapsayacak şekilde detaylı bir Kuvaterner haritasının yayımlandığı görülmektedir (Şekil 3). 1:625.000 ölçekli ve 2 pafta halinde (kuzey ve güney) hazırlanan bu harita 1:50.000 ölçeğinde hazırlanan haritalardan derlenerek oluşturulmuş ve genel olarak litolojik tanımlamalara dayalı yapılmıştır. Depolanma ortamlarının kısmen belirtildiği bu 1977 haritası üzerinde arkeolojik yerleşimler de kronolojik olarak gösterilmiştir (örn., Bronz Çağı, Neolitik vb.). 1994 yılında ise bu sefer adanın çevresinde denizel alanların tabanlarının Kuvaterner çökellerini gösterir bir harita yayımlanmıştır (Şekil 4). Bu haritada yine kuzey ve güney paftalar

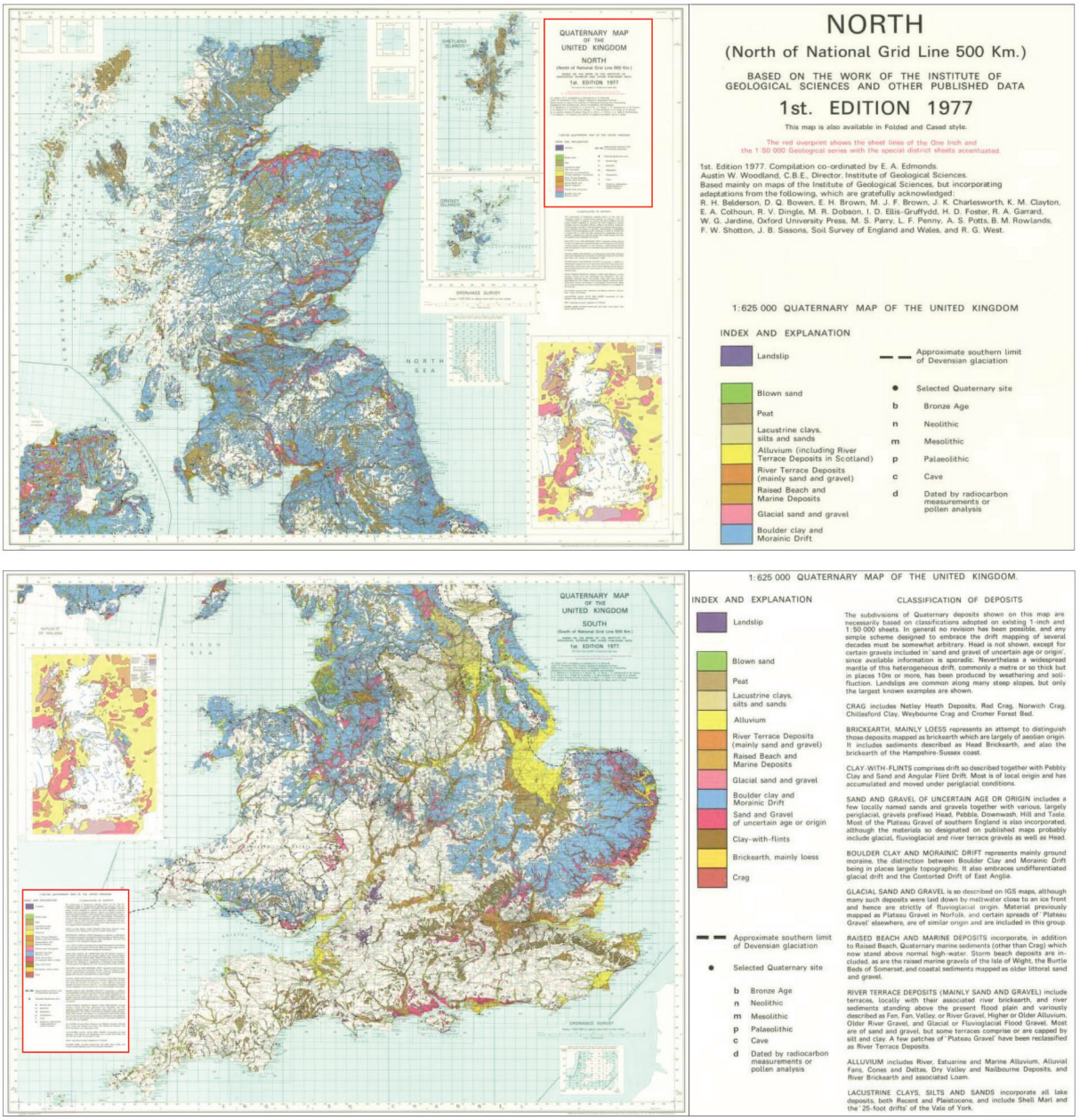
olmak üzere iki parça halinde hazırlanmıştır. İngiliz Jeoloji Servisi'nin (British Geological Survey) 1:250.000 ölçekli Kuvaterner Jeolojisi Harita Serisi'nden derlenerek üretilmiş olan bu harita da kronoloji ve litoloji beraber sunulmuştur (Şekil 4). Son dönemde İngiliz Jeoloji Servisi'nin Kuvaterner birimlerinin haritalanmasına dönük olarak yayınlar hazırlaması ve kurslar vermesi yukarıda bahsi geçen Kuvaterner haritalarının mevcut olmasına rağmen özellikle İngiltere'de konuya verilen önemi yansıtması açısından oldukça önemlidir (bakınız Lee ve Booth, 2006; Cooper vd., 2014).



Şekil 2. a) Jeolojik haritalama konusunda büyük ölçüde günümüzdeki sistemi geliştiren William Smith (1769-1839), **b)** litoloji temelli hazırladığı 1815 tarihli İngiltere haritası, **c-e)** Birleşik Krallık'ın farklı araştırmacılarca kısmen litoloji kısmen de yaş esaslı hazırlanmış 1878, 1904, 1906 tarihli jeoloji haritaları. Sırasıyla bu haritalarda Kuvaterner birimleri '*Alüvyon ve Sürüklenim (drift)*' **(c)**, '*Alüvyal*' **(d)** ve '*Güncel ve Pleyistosen*' **(e)** olarak gösterilmiştir.

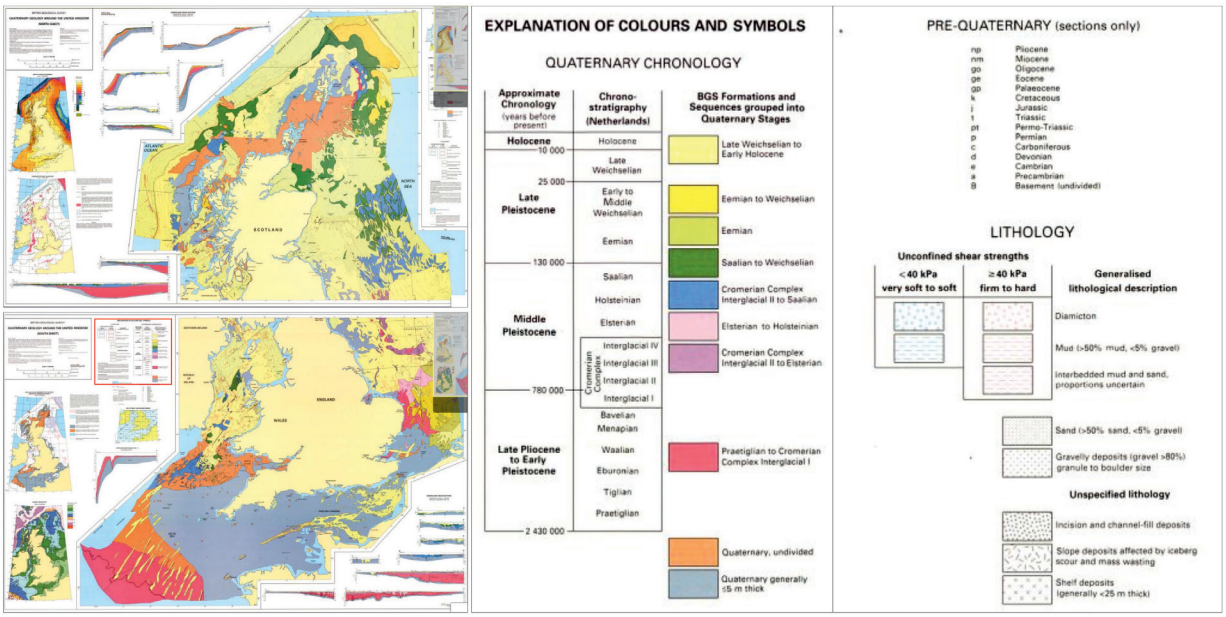
Figure 2. a) *William Smith (1769-1839), who majorly developed the current system of geological mapping,* ***b)*** *the 1815 map of Great Britain, based on lithology,* ***c-e)*** *The geology maps of the United Kingdom in 1878, 1904, 1906*

prepared by different researchers partly based on lithology and age. Quaternary units are shown in these maps as 'Alluvium and drift' ***(c)****, 'Alluvial'* ***(d)*** *and 'Current and Pleistocene'* ***(e)****, respectively.*



Şekil 3. Jeolojik Bilimler Enstitüsü tarafından 1977 tarihinde iki pafta halinde yayımladığı 1:625.000 ölçekli Birleşik Krallık Kuvaterner Haritası.

Figure 3. *The 1: 625,000 scaled Quaternary Map of the United Kingdom, published by the Institute of Geological Sciences in 1977 as two sheets.*



Şekil 4. İngiliz Jeoloji Dairesi'nce 1994 yılında iki pafta halinde yayımlanan 'Birleşik Krallık Çevresinin Kuvaterner Jeolojisi' haritası.

Figure 4. *Map of 'Quaternary Geology around the United Kingdom' published in 1994 by the British Geological Survey as two sheets.*

İrlanda

İrlanda'da Kuvaterner araştırmaları 1831 yılında kurulan Dublin Jeoloji Cemiyeti ve 1845 yılında kurulan İrlanda Jeoloji Servisi'nin öncü çalışmalarıyla 19. yy'ın ilk yarısından itibaren başlamıştır. Daha 19. yy'ın ortalarına gelindiğinde doğa tarihçilerinin, akademideki jeologların ve jeoloji servislerinin oluşturduğu ciddi bir Kuvaterner bilgi birikimi ortaya çıkmıştır (Coxon vd., 2017). Kinahan (1865), Close (1867), Kilroe (1888) ve Sollas (1896)'ın haritalama çalışmaları büyük ölçüde İrlanda'nın buzul ve buzularası dönem ürünlerini yansıtmaları bakımından büyük önem taşımaktadırlar. 19. yy'ın sonlarına doğru İrlanda'nın Kuvaterner jeolojisi önemli ölçüde haritalanmış, sınıflanmış ve tanımlanmış olarak 1:10000 ve 1:60000 ölçeklerinde derlenmiştir (Coxon vd., 2017). 20. yy'ın başlarında az miktardaki akademik yerbilimcinin yanı sıra amatör bilimcilerin büyük katkılar sağladığı İrlanda Kuvaterner'i oldukça ilgi çekmeye başlamış, dünyanın farklı yerlerinden gelen birçok Kuvaterner jeoloğunun araştırmalarında önemli yer tutmuştur. Kuvaterner bilimi tarihinde önemli bir dönemeci ifade eden 1914 tarihli "The Quaternary Ice Age" (Wright, 1914) kitabının yazarı William Bourke Wright, 1903 yılında Howth ve Dublin Dağları bölgesinde haritalamalar yapmış (Wright ve Muff, 1904), bu çalışmalarıyla Kuvaterner jeologları üzerinde oldukça etkili olmuştur (Coxon vd., 2017). 1950'lilere kadar Kuvaterner haritalamaları genel olarak buzul morfolojilerinin haritalara yansıtılması şeklinde olmuş, ancak bu tarihten itibaren sedimantolojik veriler de jeomorfoloji kadar haritalarda yer bulmaya başlamıştır (örn. Synge, 1950). 1970'lere gelindiğinde buzul tarihçesi, vejetasyon tarihçesi ve arkeolojiye dönük veriler bir arada değerlendirilmeye başlanmış (örn. Mitchell, 1976); 1980'lerde sedimantoloji, stratigrafi ve jeomorfoloji alanlarındaki araştırmacılar İrlanda Kuvaterner'ini artık tüm boyutlarıyla ele alır

olmuşlardır (örn. Dardis ve McCabe, 1983; Dardis vd., 1984, McCabe, 1987). Eyles ve McCabe (1989)'in depolanma sistemleri yaklaşımını izleyerek günümüze kadarki süreçte Kuvaterner çalışmalarında depolanma ortamlarının tanımlanması önem kazanmıştır (Coxon vd., 2017). Ülke çapında sistematik haritalamalar 1990'lı yıllarda İrlanda Jeoloji Servisi bünyesinde yürütülen 'Yeraltı suyu Koruma Planı Haritalaması' projesi kapsamında 1:50.000 ölçekli olarak başlamış ve temel kaya, toprak ve Kuvaterner çökel haritalamaları temelinde yürütülmüştür (Meehan, 2013). Son olarak 2011 yılının sonunda başlatılan 'Kuvaterner Harita Veri Setlerinin Birleştirilmesi' başlıklı çalışma kapsamında 1:25.000 ölçekli Kuvaterner çökel haritaları morfolojik, sedimantolojik ve çökel kalınlığı verileri temelinde sayısal ortamda hazırlanmaya başlanmıştır (bakınız Meehan, 2013).

İskandinav ülkeleri

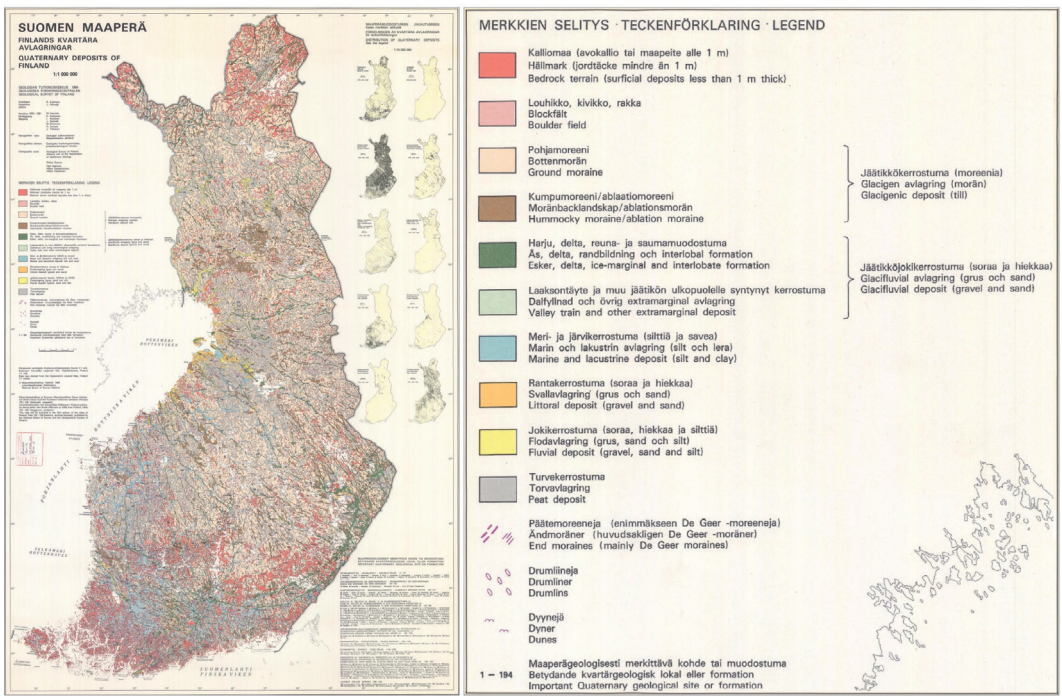
İskandinav ülkelerinin jeolojik haritalarında Kuvaterner birimlerine yer verilmesi birçok ülkeden önce olmuştur. İsveç, Finlandiya ve Norveç uzun zamana yayılmış bir Kuvaterner araştırmaları tarihçesine sahip ve haritalama konusunda da önemli tecrübeleri olan ülkeleri temsil etmektedirler. Belli bir sistematik dâhilinde olmasa da bu bölgenin özellikle buzul süreçleri ile ilgili çökelme ve aşınma ürünlerine ev sahipliği yapıyor olması kuşkusuz bunda en önemli etkendir. Bahsi geçen ülkelerden Finlandiya Jeoloji Servisi'nin (Geologian Tutkimuskeskus) 1984 yılında tüm Finlandiya 1:1.000.000 ölçekli Kuvaterner haritasını, birimlerin depolanma ortamlarının haritalanması temelinde tamamladığı görülmektedir (Şekil 5).

İsveç Jeoloji Dairesi (Sveriges Geologiska Undersökning) ise Kuvaterner birimlerine ülkenin ilk jeoloji haritalarını da kapsayan ve 1861-1974 arasında yayınlanan Aa serisi paftalarında önemli bir yer vermiş, izleyen süreçte 1964-2015 yılları arasında ise doğrudan Kuvaterner haritaları üretmeye başlamıştır. 1:50.000 (Ae serisi - 1964-2003) ve 1: 50.000-1:100.000 (Ak serisi - 1985-2015) ölçekli Kuvaterner haritalarında, Kuvaterner çökellerinin haritalanması esas alınmış, diğer yandan Kuvaterner ve daha eski birimlerin barındırdıkları buzul süreçleriyle ilgili yapılar ve dağılım özellikleri de haritalara işlenmiştir (Şekil 6).

Jeoloji servisi 1858 yılında kurulan Norveç'in jeolojik haritalarının yapılması ise biraz daha öncesine 1840'lı yılların başına rastlamaktadır (Keilhau, 1840-1845). Norveç Jeoloji Dairesi kurulduktan sonra haritalama konusu hemen ele alınmış ve temel kayaçlar ile kısmen de yüzey çökellerinin bulunduğu ilk haritalar ülkenin güney ve güneydoğu kesimlerini kapsayacak şekilde 1:400.000 ölçekli olarak 1860'lı yılların sonuna yetiştirilmiştir (Kjerulf ve Dahll, 1866). Bu haritada Kuvaterner dönemi ürünleri kabaca denizel killer, kum ve çakıl depoları, tiller ve büyük buzul-kontağı ürünleri olarak başlıca üç grup halinde işlenmiştir (Bargel, 2003). 1870'lerden 1950'li yıllara kadar farklı ölçeklerde ülke çapında haritalamalar sürmüş, bunlar gerek Norveç Jeoloji Dairesi gerekse de bağımsız araştırmacılar tarafından yayınlanmışlardır. Ancak genelde temel birimlere ve buzullaşmalara dönük olan bu haritalarda Kuvaterner jeolojisine dönük ürünler ilk harita sürümlerindeki üç-dört grup birimi geçememiştir (Tanner, 1915; Rekstad, 1922; Holtedahl, 1929; Grønlie, 1940; Undås, 1942; Şekil 7a). Ancak unutmamak gerekir ki, bu haritalarda izlendiği şekliyle yüzey çökellerinin kökensel olarak sınıflandırılarak haritalanmasına birçok ülke çok sonra geçmiştir. Norveç'in seri halindeki ilk Kuvaterner haritalarına dönük arazi çalışmaları 1936 yılında başlamış olmakla beraber, 1:250.000 ölçekli hazırlanan haritalar 1951-1960 yılları arasında yayınlanmışlardır (örn. Holmsen, 1951, 1960). 1970'li yıllarda 1:50.000 ölçekli hazırlanan Kuvaterner haritaları aynı seri halinde 1990'lara kadar ise 1:20.000 ölçeğinde basılmış ve yayımlanmıştır (Thoresen, 1990; Bargel, 2003; Olsen vd., 2013; Şekil 7b-e).

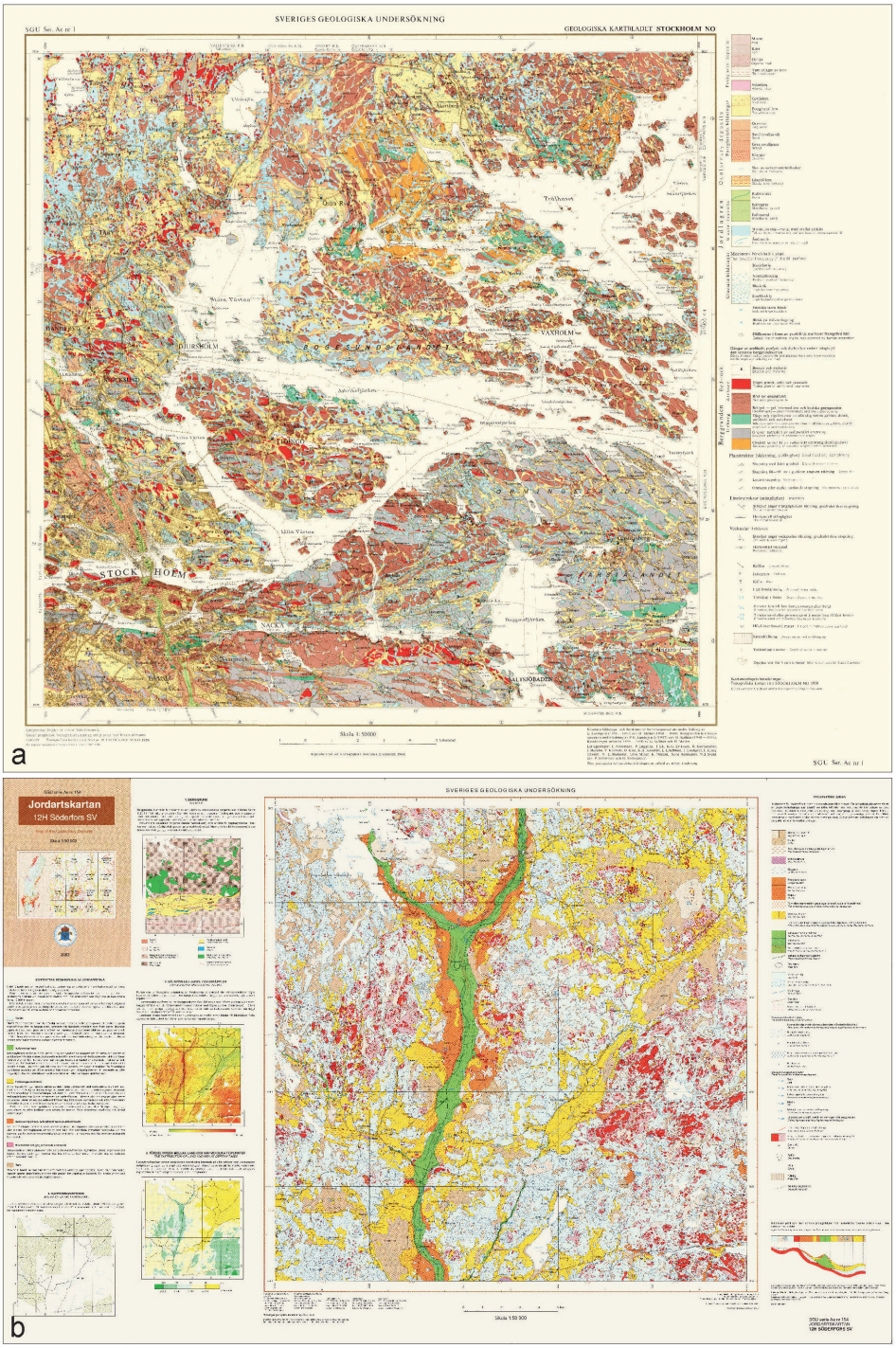
Baltık ülkeleri

Baltık bölgesi ülkeleri (Estonya, Letonya ve Litvanya) doğa bilimleriyle 1579 yılında kurulan Vilnius ve 1632'de kurulan Tartu üniversiteleri sayesinde uzun bir zaman öncesinde tanışmış olmalarına karşın, jeolojinin doğa felsefesinin bir parçası olduğunun anlaşılması ve Kuvaterner jeolojisinin gelişmesi birçok Avrupa ülkesindeki gibi 1700'lü yılların sonlarına doğru olmuştur (Gaigalas, 2008). Kuvaterner jeolojisine dönük ilk araştırmaların temelleri bölgede sıkça karşılaşılan eratik blokların kökenleri üzerine geliştirilen hipotezlerle atılmıştır. 17. yy'da bu blokların kökenleri Ay'daki volkanik patlamalara ya da patlamış başka gezegen kalıntılarına atfedilmekteyken (bakınız Raukas, 1971), konuya ilişkin ilk yayımlanmış bilgilere, bu blokları oldukça geniş bir alanda gözlemlemiş olan Vasiliy Severgin'in (1765-1826) çalışmalarında rastlamak mümkündür (Gaigalas, 2008). Severgin (1803), blokların farklı litolojilere sahip olduklarını ifade ederek, bunların farklı bölgelerden taşındıkları fikrinin benimsenmesini sağlamıştır. Kıtasal buzullaşma teorisinin geliştirilmesiyle bu blokların gelişimleri ve taşınımlarına dair görüşlerde ancak 19. yy'un başında Kuvaterner jeolojisi kapsamında yer bulmuştur (Gaigalas, 2008). 1940'lı yıllarda Jeoloji Servisi'nin kuruluşuna kadar bu birimlere ait çalışmalar bağımsız araştırmacılarca yürütülmüş, bu yıllardan itibaren bölgenin politik değişimi çerçevesinde jeolojik ve jeomorfolojik haritalamanın önem kazanması bu süreçle olmuştur. Baltık bilim insanları Avrupa ölçeğinde bir Kuvaterner haritası üretmek üzere eldeki malzemenin bir araya getirilmesinde aktif rol almalarına rağmen İkinci Dünya Savaşı'nın patlak vermesiyle bu çalışma yayımlanamamıştır (Gaigalas, 2008).



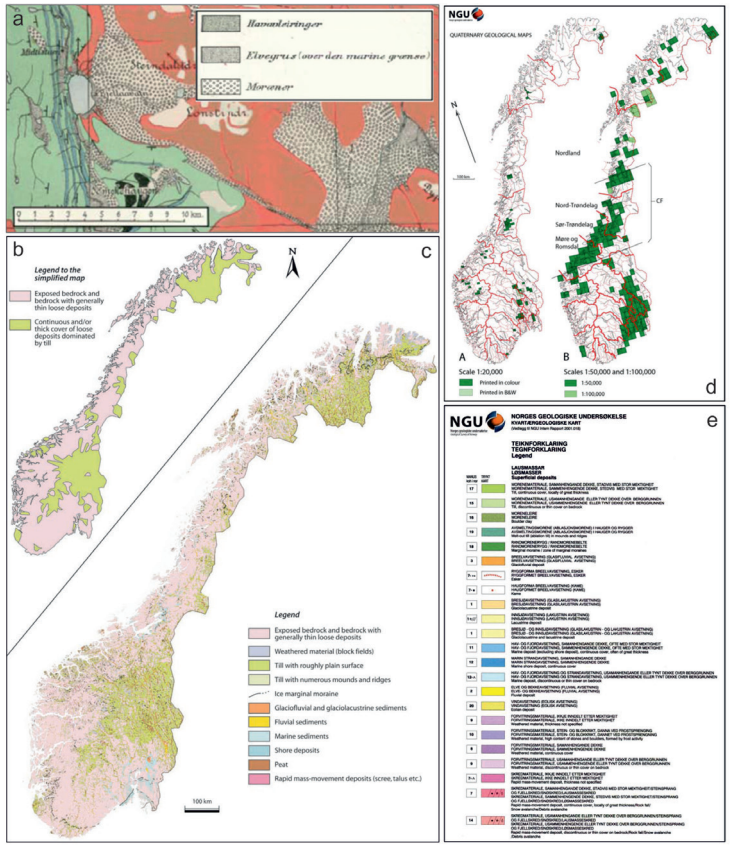
Şekil 5. Finlandiya Jeoloji Dairesi'nce 1984 yılında basılan 1:1.000.000 ölçekli Finlandiya Kuvaterner Çökel Haritası ve lejandı.

Figure 5. *1:1.000.000 scaled map of 'Quaternary Deposits of Finland' and legend published by the Geological Survey of Finland in 1984.*



Şekil 6. İsveç Jeoloji Dairesi'nce hazırlanan 1:50.000 ölçekli İsveç Kuvaterner haritalarına ait Ae serisinin **a)** ilk basılan (No:1, 1964) ve **b)** son basılan (No:154, 2003) iki paftası.

Figure 6. a) *The first (No. 1, 1964) and* ***b)*** *the last sheets (No. 154, 2003) of the Ae series of 1: 50.000 scaled Map of the Quaternary Deposits prepared by the Geological Survey of Sweden.*



Şekil 7. a) Kuzey Norveç'in Saltdalen ve Dunderlandsdalen bölgelerinin Kuvaterner jeolojisi haritası (Rekstad, 1913), **b)** Norveç'in genellikle 1 metreden kalın birimlerce örtülmüş alanlarının basitleştirilmiş haritası (Olsen vd., 2013) **c)** 1:1.000.000 ölçekli Kuvaterner Çökel Dağılım haritası (Thoresen 1990; Olsen vd., 2013), **d)** Norveç Jeoloji Servisi'nin günümüzde tamamlanmış olan 1:20.000, 1:50.000 ve 1:100.000 Kuvaterner haritalarına ait pafta dağılımları, **e)** Norveç Jeoloji Dairesi'nin günümüz Kuvaterner haritalarında kullandığı lejand **(**Bergstrøm et al., 2001).

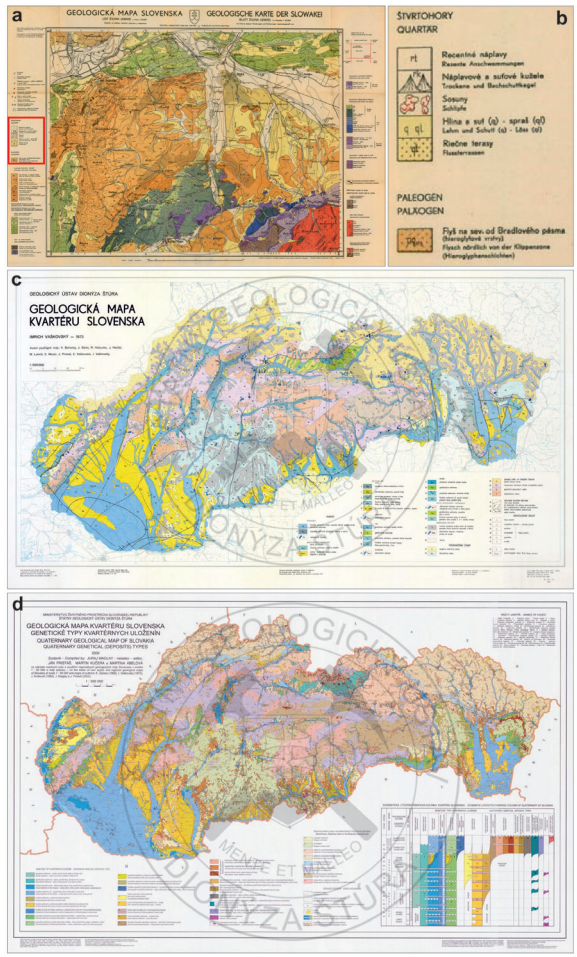
Figure 7. a) *Quaternary geology map of northern Norway's Saltaalen and Dunderlandsdalen regions (Rekstad, 1913);* ***b)*** *simplified map of covered areas of Norway, by usually 1 meter thickness (Olsen et al., 2013),* ***c)*** *1:1,000,000 scaled distribution map of Quaternary sediments (Thoresen 1990; Olsen et al., 2013),* ***d)*** *sheet distributions of 1:20,000, 1:50,000 and 1:100,000 scaled Quaternary maps of the Geological Survey of Norway,* ***e)*** *the legend used by the Geological Survey of Norway in current Quaternary maps (Bergstrøm et al., 2001).*

1940'lı yıllarda tarım ve toprak haritalamaları sırasında Kuvaterner çökellerinin plaser özelliklerine dönük haritalamalar bölgeyi işgal eden ülkelerin denetiminde yapılmış, ancak 1970'li yıllardan itibaren 1:50.000 ve 1:200.000 ölçekli jeolojik ve jeomorfolojik haritalamalarla Kuvaterner birimlerine dair detaylı bilgiler toplanabilmiştir (Gaigalas, 2008). Bu bilgiler ışığında Baltık ülkelerinin 1:500.000 ölçekli Kuvaterner ve jeomorfoloji haritaları açıklamalı notlarıyla beraber ancak 1978 yılında derlenebilmiş ve Grigelis (1980a,b) tarafından yayımlanmıştır (Gaigalas, 2008). Bu haritalar, Kuvaterner çökellerinin dağılımları, buzul ve buzulsonrası çökelleri gibi kronolojik ve litolojik tanımlamalar ile buzul ve deniz seviyesi değişimlerinin morfolojilerine dönük bilgiler içermektedir (Gaigalas, 2008). 1990'lı yıllarda

yeniden bir dönüşüm geçiren Baltık ülkelerinde yapılmakta olan güncel Kuvaterner haritaları klimatostratigrafik bölümlemeler (Kuvaterner buzul, buzularası ve eoliyen dönemleri) yaklaşımını izleyen orta (1:200.000) ve büyük ölçekli (1:25.000 ve 1:50.000) haritalardır (Gaigalas, 2008).

Slovakya

Bir orta Avrupa ülkesi olan Slovakya Kuvaterner jeolojisine dönük haritalamalar konusunda dikkat çekici bir geçmişe sahiptir. Jeoloji haritalarının yayınlanması 1940'lı yıllarda, Çekoslavakya bünyesindeki zamanlarına tekabül eden Slovakya'nın erken dönem haritalarında dahi Kuvaterner dönemi birimlerini detaylandırma çabaları hemen fark edilmektedir (Şekil 8a,b). Ülkeye ait jeoloji haritalarını hazırlayarak yayımlayan Slovakya Jeoloji Servisi (Geological Institute of Dionýz Štúr) 1950'li yıllarda, Kuvaterner birimlerini kapsamayan ancak Avrupa'nın Jeoloji haritalarıyla bütünlük sağlayacak şekilde hazırlanan o zamanki Çekoslavakya'nın 1:200.000 ölçekli jeoloji haritasının yapımını sağlamıştır. 1966 yılında ülkenin özel olarak ilk Kuvaterner haritası hazırlanmıştır (Žebera, 1966). 1:500.000 ölçeğinde hazırlanan bu harita yalnızca Kuvaterner birimlerini içermenin ötesinde aynı zamanda temel kayaların günlenmesi neticesinde oluşan kalıntı örtü birimleri de kapsamaktadır. 1973 yılında hazırlanan Kuvaterner Jeolojisi Haritası'nda (Şekil 8c) önceki sürümündeki yaklaşım izlenerek Holosen ve Pleyistosen dönemlerinin haricinde genel kabul gören 4 buzul evresi ve buzularası dönemler haritalara işlenmeye çalışılmıştır (Vaškovský, 1973). Slovakya'nın güncel Kuvaterner Jeoloji Haritası ise 2009 yılında yine 1:500.000 ölçekli olarak basılmıştır (Maglay vd., 2009; Şekil 8d). Bu haritayı önceki sürümlerinden ayıran en önemli nokta, Kuvaterner birimlerinin daha detaylı bir kökensel tanımlama dâhilinde haritalanmış olmalarıdır.



Şekil 8. a-b) Slovakya'nın 1943 yılına ait 1:25.000 ölçekli jeoloji haritalarında Kuvaterner birimlerinin gösterilişi (Andrusov ve Kuthan, 1943), **c)** 1973 yılına ait 1: 500.000 ölçekli Kuvaterner haritası (Vaškovský, 1973), **d)** Slovakya'nın 2009 tarihli 1:500.000 ölçekli Kuvaterner Jeolojisi Haritası (Maglay vd., 2009).

Figure 8. **a-b)** *Presentation of Quaternary units in 1:25,000 scaled geological maps of Slovakia in 1943 (Andrusov and Kuthan, 1943),* **c)** 1:500,000 scaled Quaternary map of 1973 (Vaškovský, 1973), **d)** 1:500,000 scaled Quaternary Geology Map of Slovakia published in 2009 (Maglay et al., 2009).

İsviçre

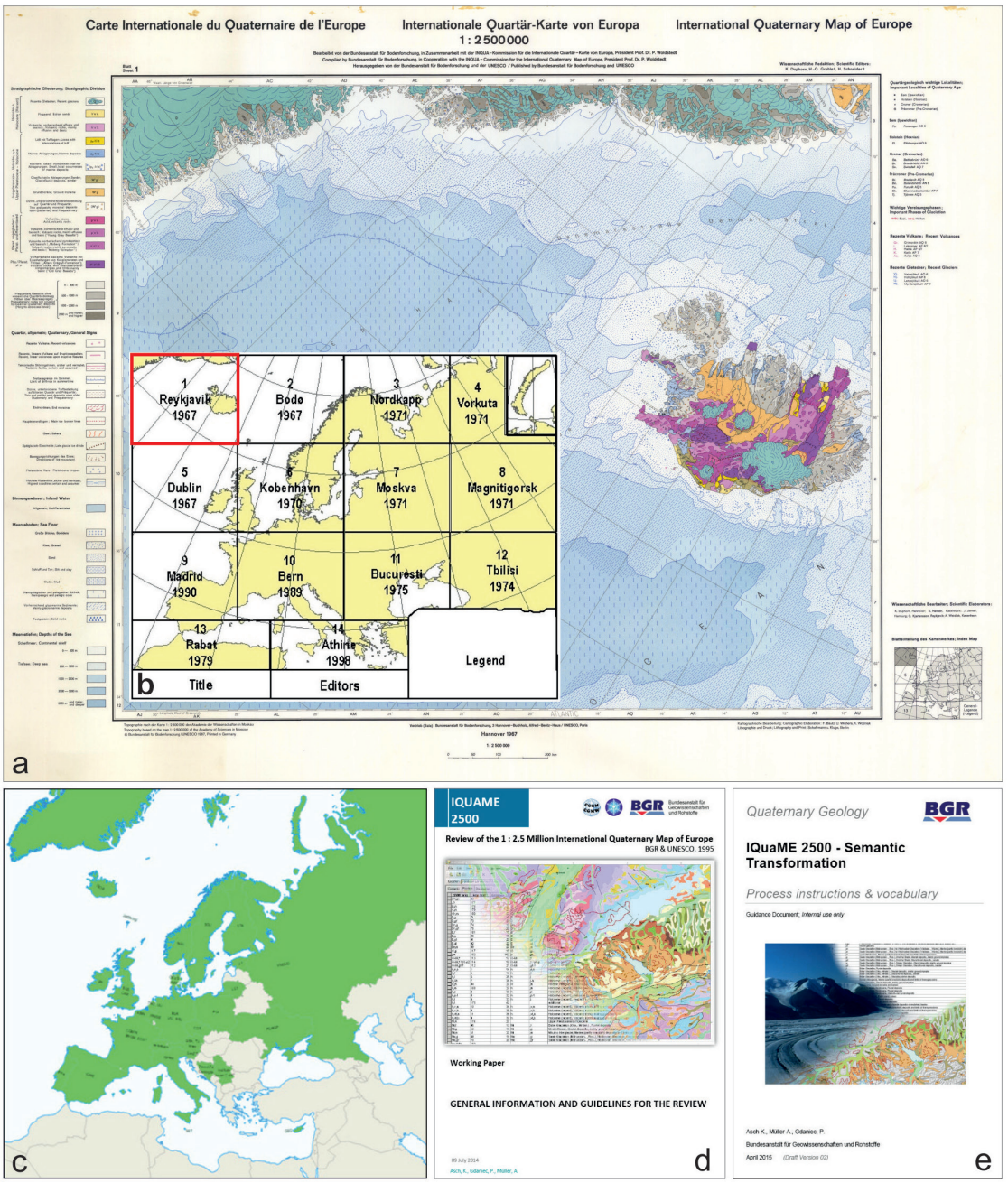
Birçok Avrupa ülkesinde buzul dönemlerinin jeoloji ve jeomorfoloji üzerindeki etkisinin haritalamalar sırasında ciddi anlamda hissedilmesi, Albrecht Penck (1858-1945) ve Eduard Brückner'in (1862-1927) dört buzul evresi yaklaşımının oldukça popüler olmasını sağlamıştır. Neticede Penck ve Brückner (1901-1909)'in güney Almanya özelinde yaptıkları gözlemlerle Günz, Mindel, Riss ve Würm isimlerini vererek sedimantolojik ve morfostratigrafik temelde yapmış oldukları tanımlamalar, tüm Alplerde yaygın kullanım bulmuş ve birçok ülkenin jeoloji haritalarında Kuvaterner birimlerinin gösterilmesinde klasik bir yaklaşım olmuştur. Kuvaterner birimlerini özellikle bu çerçevede değerlendirerek sunan ülkelerin başında ise İsviçre gelmektedir.

İsviçre Jeoloji Atlası'nın eski haritalarında buzul çakıllarının morfostratigrafik olarak belirgin seviyeleri (taraçalar) yerel isimlerle anılmakla beraber Penck ve Brückner (1901-1909)'un dört buzul evresine karşılık olarak tanımlanmışlardır (örn., Höhere Deckenschotter – Günz; Tiefere Deckenschotter – Mindel; Hochterrase – Riss; Niederterrase – Würm; Graf ve Burkhalter, 2016). Fakat güncel çalışmalarda (örn., Schlüchter ve Kelly, 2000; Graf, 2009a, b) bu geleneksel karşılaştırmalardan farklı yorumlamalar da gözlenmektedir (Graf ve Burkhalter, 2016). İsviçre'de Kuvaterner birimlerinin 1:25.000 ölçekli İsviçre Jeoloji Atlası haritalarına işlenmeleri konusunda izlenen güncel yaklaşım yukarıda değinilen 4 temel taraça gelişim kronolojisi altında ve kronostatigrafik, morfostratigrafik ve litostratigrafik özellikleri temelindedir (Graf ve Burkhalter, 2016). Bu çerçevede hazırlanan haritalarda Kuvaterner devresi "q" harfi ile gösterilirken bu harfi baskın litoloji ve ait olduğu birimin ismini ifade eden harflerle yapılan kısaltmalar izler (örn., q_{mB} – Beringen Buzul çökelleri; $q_{sW_}$ Wettingen Çakılları; Graf vd. 2006).

Avrupa Kuvaterner Haritası

Avrupa kıtası ölçeğinde Kuvaterner devresinin ana özelliklerinin ortaya koyulması fikri ilk kez 1932'de Leningrad'da (St. Petersburg) düzenlenen İkinci Uluslararası Kuvaterner Araştırmaları Birliği (INQUA) Kongresinde tartışılmıştır. Almanya'daki Federal Yerbilimleri ve Doğal Kaynaklar Enstitüsü (BGR) ve INQUA işbirliği içinde derlenmeye başlanan 1:2.500.000 ölçekli Avrupa Uluslararası Kuvaterner Haritası'nın ilk paftaları 1967'de basılmış ve hedeflenen tüm alan 1997 yılında bitirilmiştir (Şekil 9a-c). Haritalar BGR ve UNESCO ortaklığıyla yayımlanmışlardır. Haritada, uç morenler, taban moreni, kama, hörgüç kaya, eskerler ve buz sınır çizgileri gibi birçok buzul özelliği temsil edilmektedir. Ayrıca buzul hareketlerinin yönleri, denizdeki transgresyonların sınırları ve faylar gibi diğer birçok Kuvaterner yapısına ve olayına da yine bu haritalar kapsamında yer verilmiştir. Hem jeolojiye dönük hem de tarih öncesi dönemlere ilişkin önemli Kuvaterner keşiflerine ait lokaliteler, batimetrik çizgiler ve deniz tabanını kaplayan son güncel çökellere dönük bilgilerde yine bu haritada yer bulan özelliklerdir. 14 harita paftasının her birinde yer alan lejantlar kapsadıkları bölgelerde göz önünde bulundurularak; Almanca, İngilizce, Fransızca veya Rusça olarak hazırlanmış, genel lejand ise 15 numaralı paftaya yerleştirilmiştir.

2011 yılında Bern'de düzenlenen INQUA toplantısında tartışılan Avrupa Kuvaterner Haritası'nın Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında sayısallaştırılmasına karar verilmiştir. '*IQuaME 2500 Semantik Dönüşüm*' başlığında yürütülen sayısallaştırma işlemleri sırasında gerek paftalar arasında daha iyi bir uyum sağlanması, gerekse de uluslararası kullanımlar ışığında ortak bir terminoloji ve sözlük geliştirmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda günümüze kadar IQuaME başlığı altında beş çalıştay düzenlenmiş ve varılan fikir birlikleri çerçevesinde kılavuzlar yayınlanmıştır (Şekil 9d,e).



Şekil 9. 1:2.500.000 ölçekli Uluslararası Avrupa Kuvaterner Haritası'nın**; a)** İzlanda'yı içeren 1967 tarihli Reykjavik paftası**, b)** bütün paftaları gösterir pafta anahtarı, **c)** harita projesine doğrudan katkı sağlayan ülkeler, **d-e)** harita projesinin 2014 tarihli bilgilendirme kitapçıklarının kapakları.

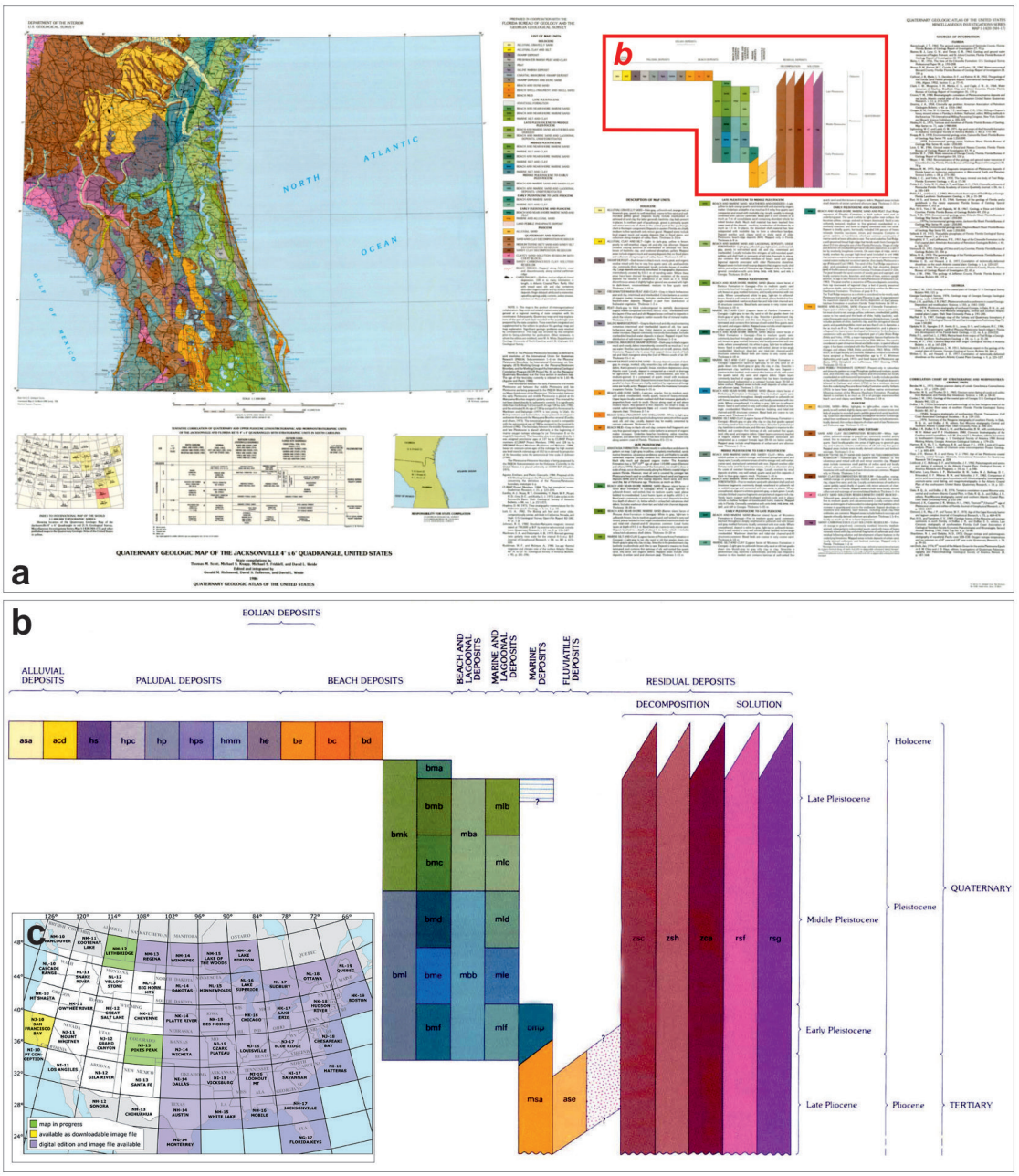
Figure 9. *1:2,500,000 scaled International Quaternary Map of Europe* ***a)*** *the Reykjavik sheet of 1967 including Iceland,* ***b)*** *sheet index showing all sheets* ***c)*** *countries directly contributing to the map project,* ***d-e)*** *covers of the information booklets for the map project, published in 2014.*

Amerika Birleşik Devletleri

Kuvaterner jeolojisi haritalarının hazırlanmasında en hızlı yol alan ülkelerin başında Birleşik Devletler gelmektedir. Birleşik Devletler'in Kuvaterner Jeolojisi'ne dönük hazırlamış olduğu haritalar genel olarak Birleşik Devletler Jeoloji Servisi (USGS) bünyesinde, eyalet jeoloji servisleri ve üniversitelerin katkılarıyla hazırlanmıştır (Şekil 10a, b). Aynı zamanda bir kıta olduğu gerçeği de göz önünde bulundurulursa Kuzey Amerika'nın yarısından fazlasına ait Kuvaterner jeolojisi haritalarının tamamlanmış olması kuşkusuz konunun öneminin anlaşılmasındandır (Şekil 10c).

Kuzey Amerika'da Kuvaterner haritalamaları büyük ölçüde buzul haritalamalarına dayalı olarak gelişmiştir. Bunda kuşkusuz Kuvaterner döneminin tamamen buzul gelişimlerinin denetiminde olduğu düşüncesinin filizlendiği erken dönem çalışmacılarının Avrupa'nın akabinde Kuzey Amerika'da da benzeri oluşumları keşfetmeleri etkili olmuştur. Avrupa'da Jean de Charpentier (1786-1855) ve Ignace Venetz'in (1788-1859) geliştirdiği 'buzul teorisi' Louis Agassiz'in (1807-1873) 1840 tarihli '*Études sur les glaciers'* eseriyle yaygınlaşmaya başlamış, Agassiz 1846 yılında Harvard Üniversitesi'nde çalışmak üzere gidince de Kuzey Amerika'da hızla popüler olmuştur. Bu zamandan itibaren hararetli tartışmalar eşliğinde yapılan haritalamalar buzul dönemlerinin birden çok olabileceğine işaret etmiştir. Bulgular, bahsi geçen dönemler arasındaki zamanlarda neler olup bittiğinin sorgulanmasına yol açmıştır. Ancak yine de Kuvaterner çalışmaları uzun yıllar yalnızca buzul gelişimleri çerçevesinde değerlendirilmiştir. 1965 yılında Denver'da yapılan INQUA kongresi için hazırlanan "Birleşik Devletler'in Kuvaterner'i" (Wright ve Frey, 1965) başlıklı kitap konunun ele alındığı kapsamın bu çerçevede kaldığına işaret etmektedir (Mickelson ve Colgan, 2004). Bu kitapla çerçevesi somutlaşan Kuzey Amerika Kuvaterner'i, kitabın basılmasını izleyen zamanda ivme kazanarak çalışılmaya devam etmiştir. Nihayetinde ülkenin Kuvaterner yaşlı oldukça geniş alanlar kaplayan lös ve plüviyal göl gibi buzul kökenli olmayan birimleri dikkat çekmiştir. 1970'li yıllarda Kuvaterner birimlerinin çeşitliliği ve bunların iklimle ilişkilerinin daha detaylı ortaya konması amacıyla haritalama çalışmalarına dönük disiplinlerarası ve çok ortaklı CLIMAP (Climate/Long range Investigation Mapping and Prediction) ve COHMAP (Cooperative Holocene Mapping Project) projeleri geliştirilmiştir (Wright ve Bartlein, 1993). Bu çalışmaları USGS'in 1980'li yıllarda başlattığı 'Birleşik Devletler Kuvaterner Jeoloji Atlası' başlıklı haritalama projesi izlemiştir. 2016 yılı itibariyle 1:1.000.000 ölçekli 33 pafta tamamlanarak yayımlanmış, 2 pafta ise basım aşamasındadır (Şekil 10c).

Birleşik Devletler Kuvaterner Jeolojisi Atlası haritaları genel olarak başlıca iki unsur temelinde hazırlanmaktadır: yaşlar ve depolanma ortamları (Knudsen vd., 2000; Şekil 10b). Litolojik ve jeomorfolojik unsurlar da bu kapsamda değerlendirilerek işlenmektedir. Oldukça geniş bir alanı temsil eden bu paftalar kapsadıkları alanların jeolojik ve jeomorfolojik özelliklerine göre fasiyesleri bağlamında farklılıklar içerebilmekle beraber, genel olarak karşılaştırılabilir olmalarına dikkat edilerek haritalanmaktadırlar. Uzun bir zamanda bitirilebilecek bu atlasın tamamlanması sürecinde meydana gelen resmi değişiklikler (örn. Kuvaterner'in zaman aralığının genişletilmesi), haritalama yapan personel çeşitliliği ve değişiklikleri, altlık güncellemeleri gibi sebeplerle paftalar arasında uyumsuzluklar kaçınılmaz olarak gözlenmektedir. Haritalamalarda genel olarak yüzey haritalaması yapılmasına rağmen (litoloji, depolanma ortamları ve jeomorfolojik unsurlar çerçevesinde), mümkün olan alanlarda Kuvaterner birimlerine ait kalınlık ve yüzey altı haritaları da aynı paftalar üzerinde gösterilmeye çalışılmakta, bu şekilde üç boyutta veri sağlanması amaçlanmaktadır. (bakınız Soller, 1992; Soller vd., 2012).



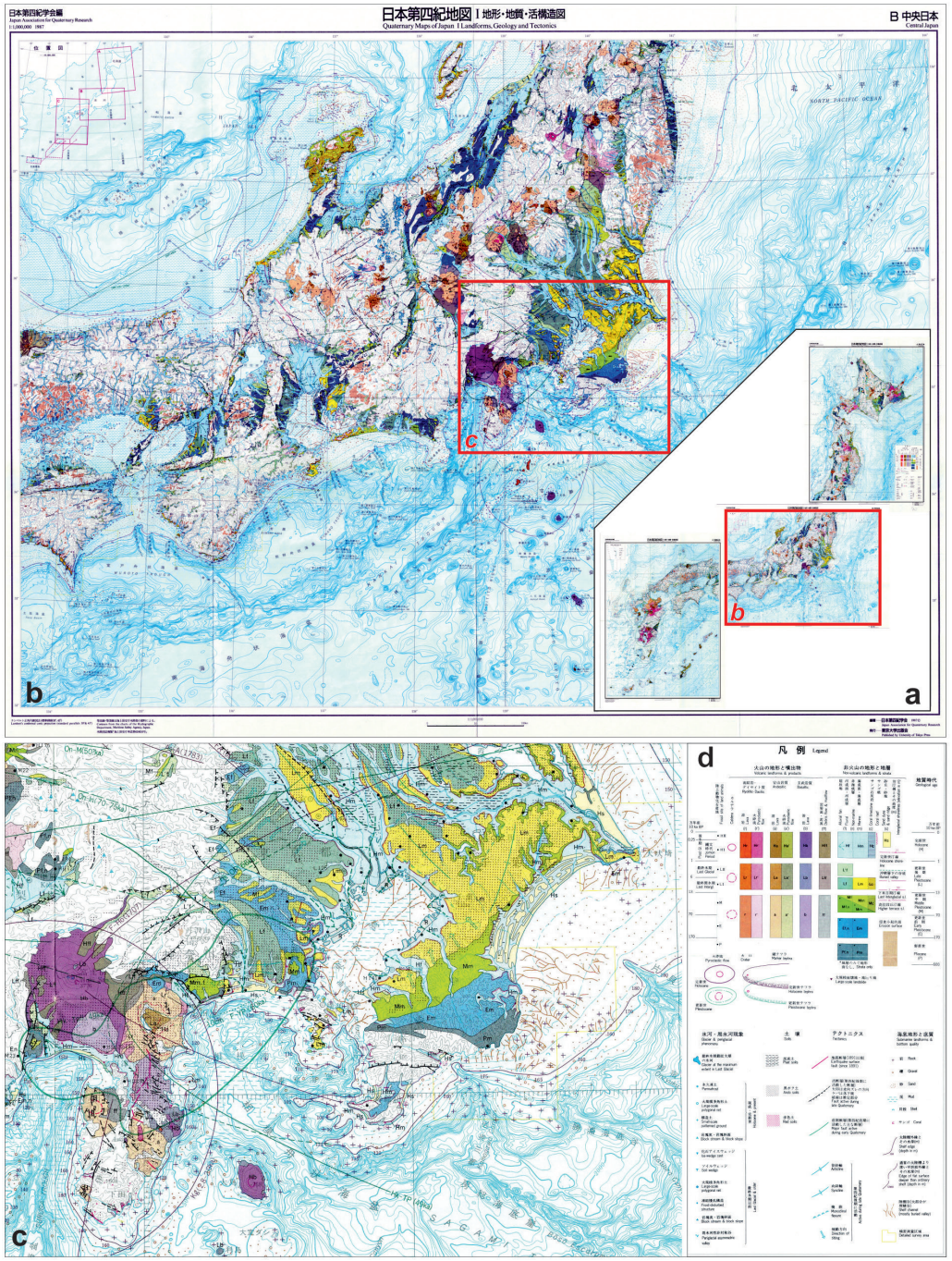
Şekil 10. a) Birleşik Devletler Kuvaterner Jeoloji Atlası'na ait 1986 tarihinde basılmış olan NH-17 no'lu Jacksonville paftası (Scott vd., 1986). **b)** Jacksonville paftasında yeralan Kuvaterner birimlerinin karşılaştırma tablosu. **c)** Birleşik Devletler Kuvaterner Jeoloji Atlası'nın 2016 yılı itibariyle 1:1.000.000 ölçekli yayınlanmış 33 paftası ve basım aşamasındaki 2 paftasına ait pafta anahtarı.

Figure 10. **a)** *NH-17 Jacksonville sheet of the Quaternary Geologic Atlas of the United States, published in 1986.* **b)** *Correlation chart of Quaternary units shown in Jacksonville sheet.* **c)** *Sheet index of the Quaternary Geologic Atlas of the United States showing 1:1,000,000 scaled 33 published and 2 in press sheets as in 2016.*

Japonya

Japonya'da Kuvaterner araştırmalarının tarihçesi yaklaşık 140 yıl öncesine kadar uzanmaktadır (Saito vd., 2016). İlk incelemeler genelde ülkeye davet üzerine gelen yabancı araştırmacılarca gerçekleştirilmiştir. Kuvaterner birimlerinin jeoloji haritalarında gösterildiği en eski çalışma Japonya'nın Hokkaido (Yesso) adasının haritasını hazırlayan ve bir maden mühendisi olan Benjamin Smith Lyman tarafından hazırlanmıştır (Lyman, 1876). Bu haritada Kuvaterner çökel birimleri '*Eski Alüvyon*' ve '*Yeni Alüvyon*' olarak haritalanmışlardır. '*Kuvaterner*' teriminin Japonya'da ilk kez bir yayında kullanılması Brauns (1881) tarafından '*Tokyo çevresinin jeolojisi*' başlıklı çalışmasında olmuşken, bu birimlerin ülkenin jeolojik haritalarının hazırlanmasından sorumlu Japonya Jeoloji Dairesi'nce (Geological Survey of Japan) jeolojik etüt raporlarına yansımaları 1880/1882 yıllarından itibaren sağlanmıştır (Saito vd., 2016).

Japonya'nın doğrudan Kuvaterner birimlerine dönük 'Japonya Kuvaterner Haritaları' ise 1956 yılında kurulan Japonya Kuvaterner Araştırma Birliği'nin (Japan Association for Quaternary Research) 30. yıldönümünde yayımlanmıştır (Kaizuka, 1991). Bu haritalar 2 ayrı formatta ve ölçekte hazırlanmışlardır. Bunlardan ilki 3 pafta halinde hazırlanan ve yüzey şekilleri, jeoloji ve tektonik bilgileri içeren 1:1.000.000 ölçeklidir (Şekil 11a-d). İkincisi ise 1:4.000.000 ölçekli tek pafta halinde yayınlanmış ve tarih öncesi kalıntılar ve paleocoğrafyaya dönük bilgileri kapsamaktadır. Hazırlanan haritalarda volkanik ve volkanik olmayan yüzey şekilleri ve birimler fasiyesleri (yanal yönde) ve jeolojik yaşları (düşey yönde) göz önünde bulundurularak düzenlenmiştir. Jeolojik yaşlar; Holosen, Geç Pleyistosen, Orta Pleyistosen ve Erken Pleyistosen şeklinde ayrılmışken, Geç Pleyistosen dönemi de kendi içinde Son Buzul ve Son Buzularası olarak ayrılmıştır. Ayrıca haritalar üzerinde bu dönemlerdeki kıyı çizgileri ve deniz altı aktif fayları dahi gösterilmiştir. Japonya'da volkanik kökenli olmayan Kuvaterner birimler ülkenin toplam yüzölçümünün %20'sini, tefra kaplı alanlar hariç volkanik birimler ise %10'nu kaplamaktadır (Kaizuka, 1991). Ülkenin neredeyse 1/3'ünü kaplayan Kuvaterner birimlerinin oldukça detaylı hazırlanan haritalarına bakıldığında ayrıca radyometrik yaşların da sunulmaya çalışıldığı görülmektedir. Eldeki mevcut yaş verileri ışığında Holosen'in başlangıcı (~10000 y), Geç Buzul döneminin başlangıcı (~60000 y), Geç Buzularası'nın başı (~130000 y), Brunhes-Matuyama sınırı (~700000 y) ve Olduvai olayı (~1700000 y) gibi bilinen dönemler de lejantlarda gösterilmiştir (Kaizuka, 1991).



Şekil 11. a) Japonya'nın 1987 yılında 3 pafta halinde hazırlanan ve yüzey şekilleri, jeoloji ve tektonik bilgileri içeren 1:1.000.000 ölçekli Kuvaterner haritası, **b)** bu üç paftadan ülkenin orta kesimini temsil eden orta Japonya paftası, **c)** aynı paftadan detaylı bir bölgenin görünümü ve **d)** haritanın lejandı.

Figure 11. a) *1:1,000,000 scaled Quaternary map of Japan prepared as 3 sheets in 1987 showing landforms, geology and tectonics,* ***b)*** *central Japan sheet of these three sheets representing the central part of the country,* ***c)*** *a detailed view from the same sheet and* ***d)*** *legend of the map.*

Avustralya

En eski anakaralardan birini temsil eden Avustralya'da Kuvaterner birimleri ülkenin üzerinde geniş alanlar kaplamaktadır. Ülkenin eski jeoloji haritalarında genelde 'alüvyon' olarak gösterilmiş olan Kuvaterner birimleri, 1:1.500.000 ölçekli en güncel jeoloji haritası üzerinde ise oldukça detaylı bir sunum bulmuştur (Raymond, 2009; Şekil 12a). 2009 yılında 'Avustralya Yüzey Jeolojisi Haritası' adıyla basılmış bu harita üzerinde Kuvaterner birimleri 14 ayrı başlıkta gösterilmiştir (Şekil 12b). Ancak bu ayırtlama belli bir sistematik izlenmeden yeri geldiğinde litolojik, yeri geldiğinde ortamsal olarak sunulmuştur. Bu genel harita yaklaşımının ötesinde son yıllarda ülkenin özelikle kıyı kesimlerinin Kuvaterner jeolojisine dönük ciddi haritalama çabaları da mevcuttur.

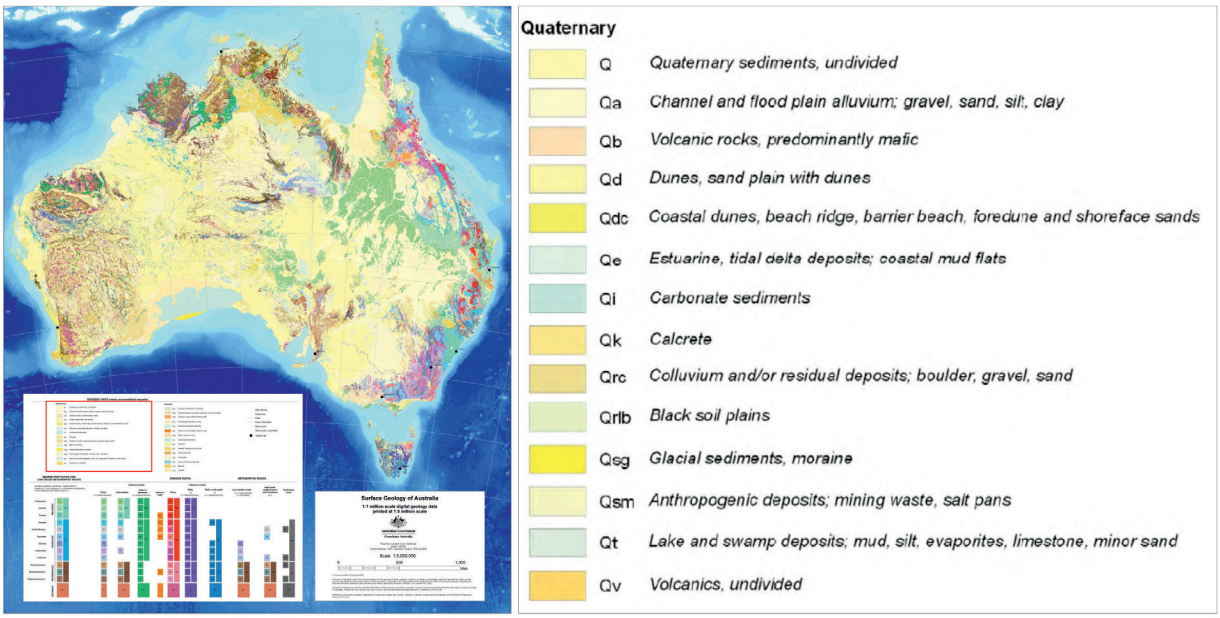
Avustralya'nın kıyı kesimleri gerek yoğun yerleşime maruz kalması, gerek turizm açısından önem taşıması, gerekse de plaser özelliklerinden ötürü jeolojik açıdan detaylandırılmada önem taşımaktadır. Bu çerçevede 2005 yılında Yeni Güney Wales'in temsil ettiği ülkenin güneydoğu kesiminin "Kıyı Kuvaterner'i Haritalaması" başlıklı yürütülen proje kapsamında bu kesimin detaylı Kuvaterner Jeolojisi haritaları yapılmaya başlanmıştır (Şekil 13a-d). Kıyı Kuvaterner Jeolojisi Projesi kapsamında hazırlanan haritalarda farklı bir yaklaşım olarak CBS ortamında ayrı paftalar halinde yüzey ve yüzeyaltı haritaları ayrı ayrı hazırlanmaktadır. Haritalanan birimlerin gösterimi yüksek çözünürlüklü LİDAR görüntülerinden (1-2 m) oluşturulan sayısal yükseklik modelleri üzerine giydirilerek yapılmaktadır. Ülkenin bu kesiminde Kuvaterner birimleri başlıca flüviyal ve denizel fasiyeslerde gelişmiş olmakla beraber (Roy ve Crawford, 1977; Roy vd., 1980) bu depolanma ortamları 50'ye yakın alt birimle haritalanmıştır (Troedson ve Deyssing, 2015; Şekil 13e).

TÜRKİYE'DE KUVATERNER HARİTALARI

"Türkiye gibi geniş ve jeolojik bakımdan oldukça karışık alanlar kaplayan bir haritanın en küçük detaylarına dek eksiksiz ya da kusursuz olması beklenemeyeceği gibi bu mümkün de değildir. ... . Bundan ötürü, yersiz, zamansız ve yıkıcı ya da kuru bir kritik yapmak için değil, büyük emeklerle hazırlanan bu haritaların ileride daha da iyileşmesini arzuladığımız için bazı düşüncelerimizi işaret etmeği uygun bulduk."

İlhan ve Barutoğlu (1963) bu satırlarla Türkiye 1:500.000 ölçekli jeoloji haritalarının tanıtım yazısında, gerek ülkemiz jeolojisinin zenginliğine gerekse de bu zengin jeolojinin karmaşıklığının çözümünde bir eşik olan bu haritalama çalışmasının arkasında yatan emeğin önemine dikkat çekmeye çalışmışlardır. 18 pafta olarak yayınlanan bu harita çalışmasının öncesinde ülke ölçeğinde jeoloji haritalarının ilk örneği Pierre de Tchihatcheff tarafından 140 yıl kadar önce yayımlanmış (Tchihatcheff, 1867-1869) ve bu harita sonradan Uluslararası Avrupa Jeoloji Haritasının Türkiye bölümü olarak kullanılmıştır. Ardından ülke ölçeğinde diğer bir jeoloji haritası 1941-1945 yılları arasında 1:800.000 ölçekli olarak 8 pafta halinde MTA Enstitüsü'nce yayımlanmıştır (İlhan ve Barutoğlu, 1963).

Çalışmanın bu kısmında ülkemizde Kuvaterner birimlerinin jeoloji haritalarında işlenmeye başladıkları sürecin tanıtılmasına çalışılacaktır. Bu haritalamalarının gerçekleştirildiği uzun süreç burada üç ana dönem başlığı altında değerlendirilmiştir.

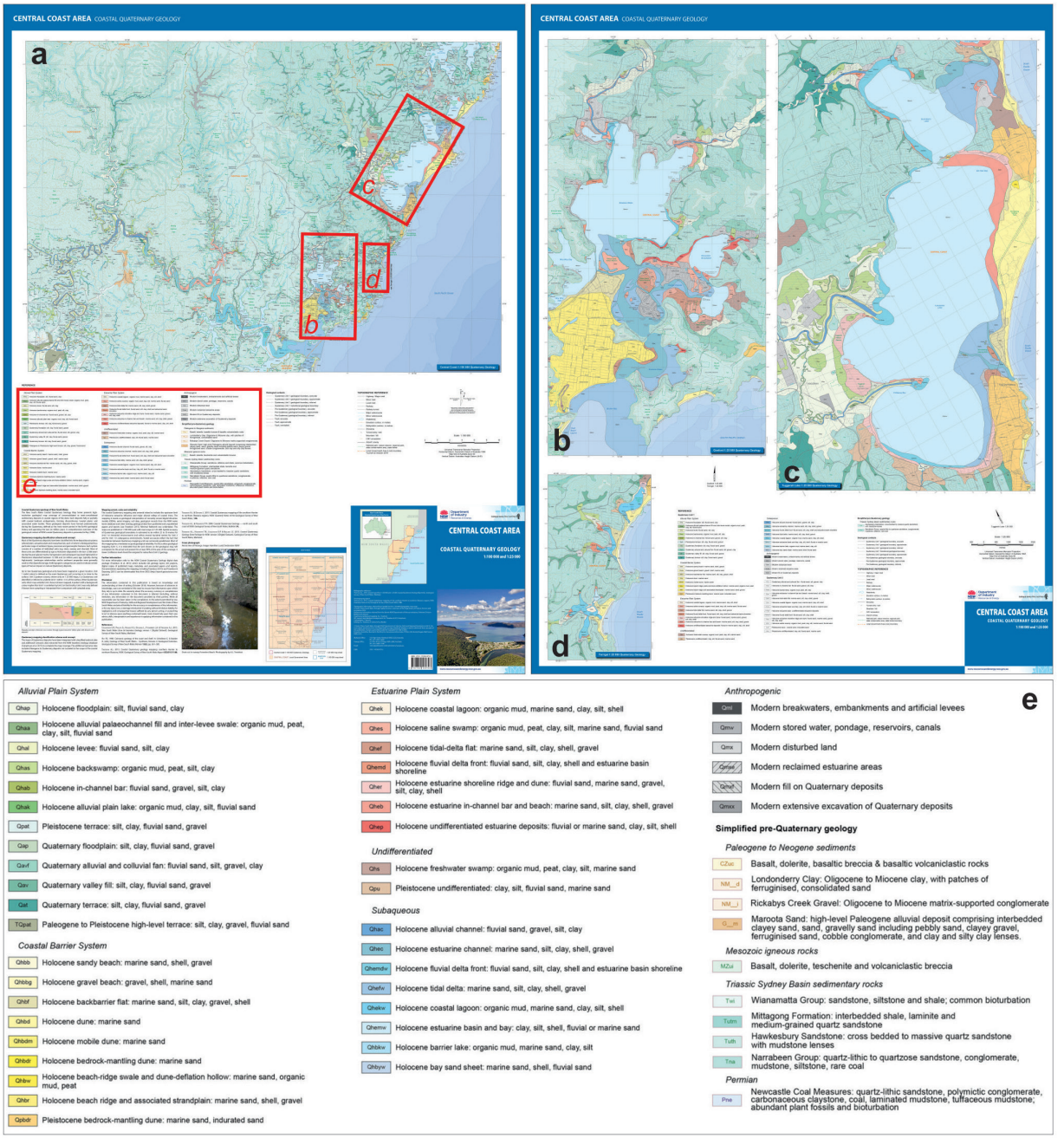


Şekil 12. Avustralya'nın 2009 tarihinde yayımlanan 1:5.000.000 ölçekli Yüzey Jeolojisi Haritası (Raymond ve Retter, 2010) **(a)** ve bu harita üzerinde detaylı sunulmuş Kuvaterner birimlerine ait lejand **(b)**.

Figure 12. *1:5,000,000 scaled Surface Geology Map of Australia published in 2009 (Raymond and Retter, 2010)* ***(a)*** *and the lejand of detailed Quaternary units on this map* ***(b)***.

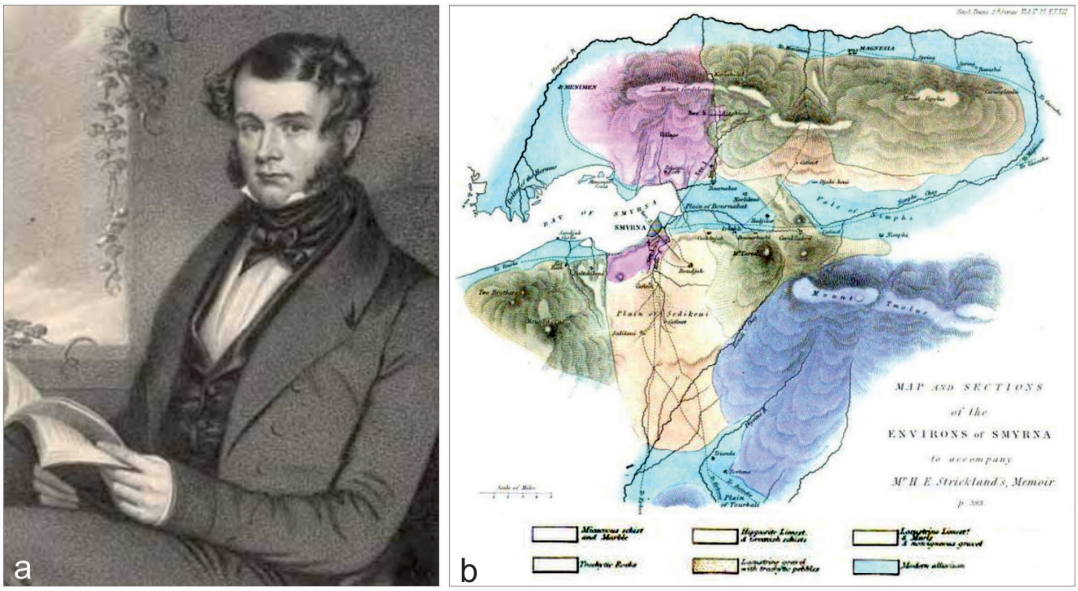
1990'lara kadar ki süreç

Ülkemiz jeoloji haritalarının ilk örnekleri, yabancı doğa bilimcilerin çabalarıyla 19. yy'ın sonlarında ortaya çıkmıştır (Erguvanlı, 1979; JMO, 1979; Ketin, 1979; Pamir, 1979; Çakmak vd., 1987; Bayraktaroğlu, 2003; Konak, 2004). Bu çerçevede Kuvaterner birimlerinin gösterildiği en eski harita örneklerinden biri ise Hugh Edwin Strickland'in (1811-1853; Şekil 14a) "On the Geology of the Neighbourhood of Smyrna" başlıklı eserinin ekinde verilmektedir (Strickland, 1840; Şekil 14b). Bu harita, özellikle İzmir Körfezi doğusu, Kemalpaşa Havzası'nın batı ucu ve Gediz'in delta dolgusu ile alüvyon düzlükleri "Modern alluvium" şeklinde göstermekte ve olasılıkla bir jeoloji haritasında alüvyonun renkli olarak ayırtlandığı dünyadaki ilk örneklerden birini temsil etmektedir (Ö. Sümer, 2017 - yazılı iletişim). Özellikle Pierre de Tchihatcheff (Pyotr Alexandrovich Chikhachyov – 1808-1890; Şekil 15a), Alfred Philippson (1864-1958; Şekil 15b), Ernest Chaput (1882-1943; Şekil 15c)'un hazırladıkları haritalar gerek ülkemizin yaygın olarak bilinen ilk jeoloji harita örneklerini teşkil etmeleri, gerekse de Kuvaterner yaşlı birimlerin bu haritaların yapıldıkları dönemde nasıl algılandıklarını yansıtmaları açısından diğer önemli örnekleri yansıtmaktadırlar. Ancak bugün Kuvaterner yaşlı olarak haritalanmış birçok birimin Tchihatcheff'in ve Philippson'un haritalarında Tersiyer ve Neojen olarak gösterildikleri anlaşılmaktadır (Şekil 16a,b). Ayrıca Tchihatcheff'in haritasında Kuvaterner olarak belirtilen birimlerin içeriğinin o dönemki anlayışla 'dilüvyon've 'alüvyon' olarak nitelendikleri görülmektedir. Ayrıca, Strickland'in haritasındaki yaklaşıma benzer şekilde, Chaput (1931)'in haritasında da uzun yıllar süregelen ve güncel jeoloji haritalarında dahi kendine yer bulan 'eski alüvyon' ve 'yeni alüvyon' kavramlarının Kuvaterner tortulları için kullanıldığı dikkat çekmektedir (Şekil 16c).



Şekil 13. Avustralya'nın orta kıyı kesiminin Kıyı Kuvaterner Jeolojisi projesi kapsamında hazırlanan **a)** 1:100.000, **b-d)** 1:25.000 ölçekli Kuvaterner Jeolojisi haritaları ve **e)** lejandı (Troedson, 2016).

Figure 13. *Quaternary Geology maps of Australia's central coastal part prepared under the Coastal Quaternary Geology project* **a)** *1:100.000,* **b-d)** *1:25.000 scaled maps and* **e)** *the legend (Troedson, 2016).*

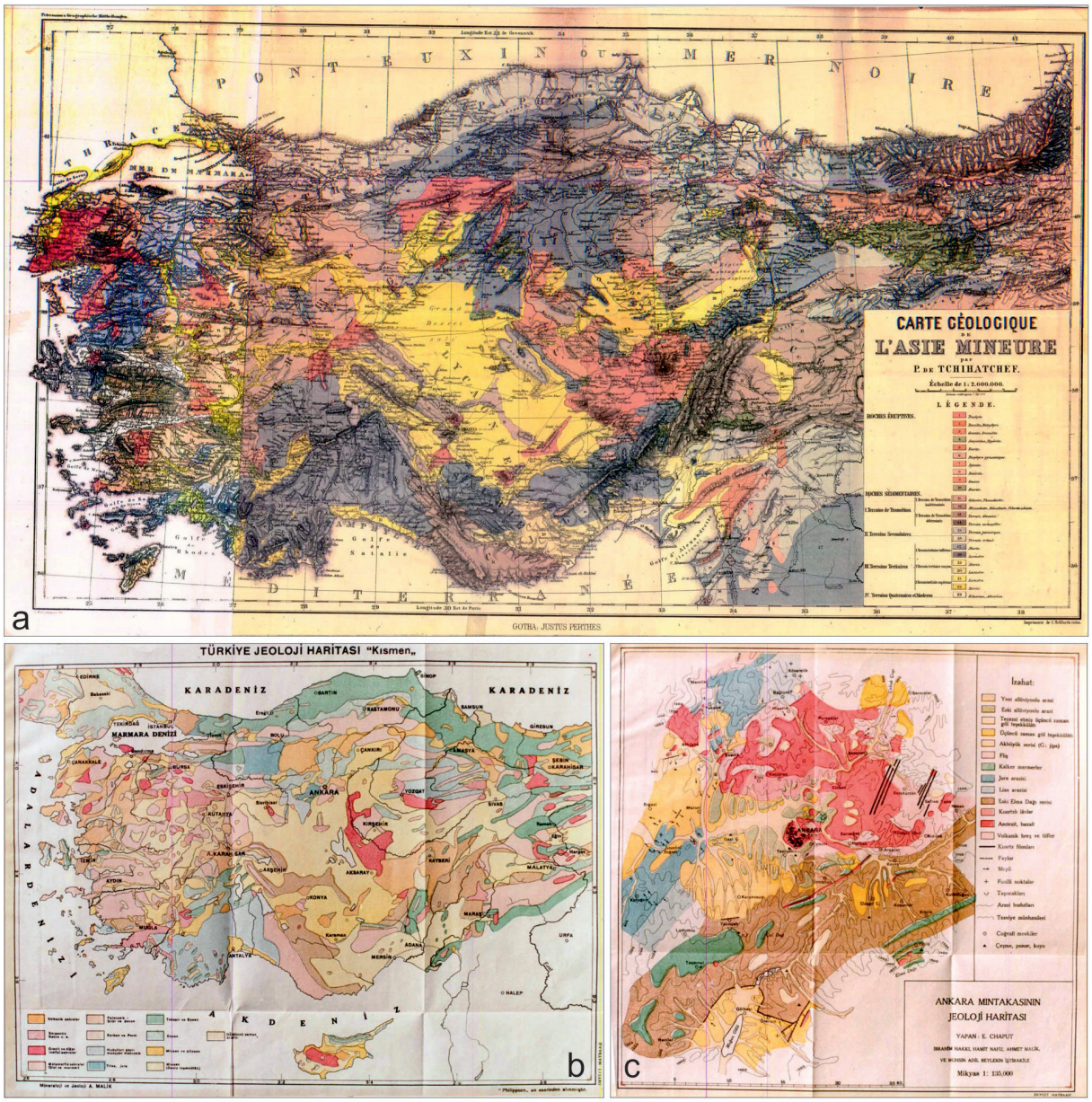


Şekil 14. a) Ülkemizin ilk jeoloji harita örneklerinden birini hazırlayan Hugh Edwin Strickland (1811-1853), **b)** Strickland (1840)'in İzmir ve yakın çevresini kapsayan jeoloji haritası. Haritada Kuvaterner birimleri açık mavi renkle 'modern alüvyon' olarak gösterilmiştir.

Figure 14. a) *Hugh Edwin Strickland (1811-1853) who prepared one of the examples of Turkey's early geological maps,* ***b)*** *Strickland (1840)'s geological map of İzmir (Smyra) and surroundings. Quaternary units coloured with light blue in the map are represented as 'modern alluvium'.*

Şekil 15. Türkiye jeolojisine yaptıkları önemli katkılarla yaygın olarak tanınan yerbilimcilerden; **a)** Pierre de Tchihatcheff (Pyotr Alexandrovich Chikhachyov – 1812-1890), **b)** Alfred Philippson (1864-1958) ve **c)** Ernest Chaput (1882-1943).

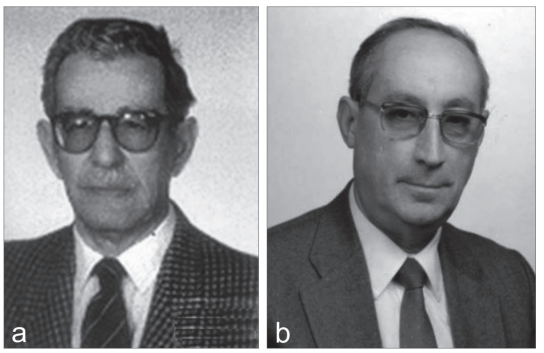
Figure 15. *Geoscientists who commonly known for their important contributions to the geology of Turkey;* ***a)*** *Pierre de Tchihatchef (Pyotr Alexandrovich Chikhachyov - 1812-1890),* ***b)*** *Alfred Philippson (1864-1958) and* ***c)*** *Ernest Chaput (1882-1943).*



Şekil 16. Sırasıyla; Tchihatcheff **(a),** Philippson **(b)** ve Chaput **(c)**'nun jeoloji harita örnekleri. Philippson'un haritası Ahmet Malik (Sayar) tarafından aktarıldığı şekliyledir (Malik, 1932) . Bu haritalarda Kuvaterner birimlerinin nasıl gösterildiklerine dikkat ediniz.

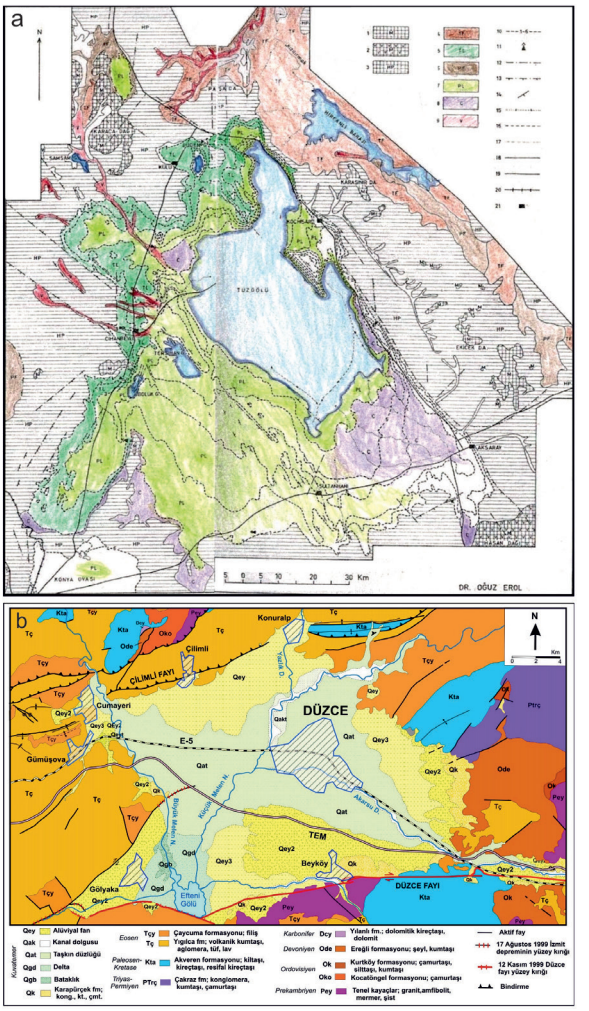
Figure 16. *Geological map examples of Tchihatcheff* ***(a)****, Philippson* ***(b)*** *and Chaput* ***(c)****, respectively. Philippson's map is as quoted by Ahmet Malik (Sayar) (Malik, 1932). Note how the Quaternary units are represented on these maps.*

Jeoloji haritalarının ilk sürümlerindeki genel kullanımlarının ötesinde, Kuvaterner birimlerini detaylı olarak ele alan örneklere genel olarak jeomorfoloji haritalarında rastlanmaktadır. Ülkemizin önemli jeomorfologlarının başında gelen Sırrı Erinç (1918-2002; Şekil 17a) ve Oğuz Erol'un (1926-2014; Şekil 17b) jeomorfoloji haritaları bu birimlerin gösterimleri açısından önem taşımaktadır. Erinç'in buzullar özelindeki çalışmalarında buzul süreçlerinin ürünleri olan Kuvaterner çökellerini haritaladığı görülür (örn. Erinç, 1949, 1955, 1978). Benzeri ve daha yaygın şekilde ise Erol'un çalışmalarında Kuvaterner birimlerinin oldukça detaylandırılarak haritalara işlendiği göze çarpmaktadır (örn. Erol, 1969, 1978; Şekil 18a). Özellikle Erol'un çalışmalarında bu yaklaşımla paleocoğrafyanın kurulmasına dönük oldukça önemli veriler sunulmuştur. Bu süreçte Kuvaterner birimlerinin haritalanması büyük ölçüde jeomorfologların çabalarıyla yapılagelmiş, ancak zamanla bu birimlerin çoğu bölgede benzeri jeomorfolojik özelliklere sahip olmasına rağmen jeolojik niteliklerinin önemli farklılıklar sunduğunun gözlemlenmesinden ötürü fasiyes özellikleri bağlamında detaylandırılarak haritalanmalarına ihtiyaç artmaya başlanmıştır.



Şekil 17. Türkiye'de Kuvaterner haritalamalarına katkısı olan iki önemli bilim insanımız; **(a)** Sırrı Erinç (1918-2002) ve **(b)** Oğuz Erol (1926-2014).

Figure 17. *Two important scientists who contributed to Quaternary mapping in Turkey;* **(a)** *Sırrı Erinç (1918-2002) and* **(b)** *Oğuz Erol (1926-2014).*



Şekil 18. Ülkemizde Kuvaterner Jeolojisi haritalamalarına iki örnek; **(a)** Erol (1969)'un Tuz Gölü Havzası'nın Kuvaterner çökellerine dair haritası. Orjinal harita renksiz olup, buradaki renklendirme tarafımızca yapılmıştır. **(b)** Emre vd. (1999)'un Düzce Havzası Kuvaterner Jeolojisi haritası.

Figure 18. *Two examples for Quaternary geological mapping in Turkey;* ***(a)*** *Quaternary deposits map of the Lake Tuz Basin by Erol (1969). Original map has published as B/W, this version coloured by us.* ***(b)*** *Quaternary geology map of the Düzce Basin by Emre et al. (1999).*

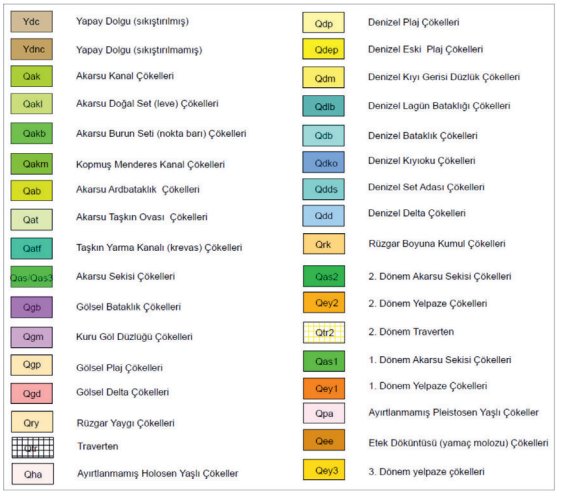
1990'lı yıllarda ki durum

1990'lı yıllara değin özellikle ülkemizin önde gelen jeomorfologlarının özverileriyle haritalanmalarına

özen gösterilen Kuvaterner birimlerine 1990'lı yıllardan itibaren jeomorfoloji haritalarının yanı sıra Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü araştırmacılarının hazırladıkları jeoloji haritalarında da ayrıntılı yer verilmeye başlandığı görülmektedir (bakınız Hakyemez vd., 1992, 1999; Ulu vd., 1994; Emre vd., 1997, 1999; Şekil 18b). Bahsi geçen çalışmalar kapsamında hazırlanan haritalar ülkemizde Kuvaterner tortullarının en yaygın gözlendiği Orta ve Batı Anadolu ile Marmara bölgeleri özelinde hazırlanmışlardır. Elde benzer örneklerinin neredeyse yok denecek kadar az olduğu bir dönemde büyük emeklerle hazırlanan bu haritaların yapılmasında bölgenin göz ardı edilemeyecek ölçüde geniş alanlara yayılmış Kuvaterner çökelleri barındırması ve bu sebeple detaylandırılmalarının zaruriyet oluşturması kuşkusuz etkili olmuştur. Nitekim yapılan çalışmalarda oldukça zengin tanımlamalar sunulmuş, birçok birimin gerek paleontolojik gerekse de radyometrik yöntemlerle tarihlendirilmeleri yapılmış, yine bunların saha ilişkileri ve yayılımları da 1:25.000 ölçeğinde hazırlanan haritalarla ortaya konulmaya çalışılmıştır.

2000'li yıllarda ki gelişmeler

Ülkemizde, özellikle 17 Ağustos ve 12 Kasım 1999 Kocaeli ve Düzce depremlerinde meydana gelen yıkımın büyük ölçüde Kuvaterner yaşlı ve genel ifadesiyle '*alüvyon'* olarak haritalanan tortullar üzerinde meydana gelmesi, bu birimlerin daha yakından tanınmalarının gerekliliğini açık bir şekilde ortaya koymuştur. Nitekim bu depremler sırasında yalnızca 'alüvyon' terimiyle nitelenen zeminlerde meydana gelen bölgesel sıvılaşmalardan ötürü hasarın büyük olması, bu zeminleri temsil eden Kuvaterner birimlerinin detaylı haritalanması ihtiyacını öne çekmiştir. Bu çerçevede yeni yerleşim yerlerinin sıvılaşma kriterleri kapsamında seçilmesi üzere Kuvaterner birimlerinin bir sistematik dâhilinde haritalanması ilk olarak Düzce ovasında yapılmıştır (bakınız Emre vd., 1999; Kazancı vd., 2000). Yine bu depremler sonrasında yapılan jeolojik ve jeofiziksel incelemelerin olası bir İstanbul depremine işaret etmesinden ötürü (örn. Parsons vd., 2000) öncelikli olarak İstanbul için sıvılaşma potansiyeli haritalarının hazırlanması gündeme gelmiş, bu haritalar için en önemli altlığı oluşturan detaylı Kuvaterner haritalamalarına da bu bağlamda başlanmıştır (bakınız Duman vd., 2004). Bahsi geçen uygulamalarda elde edilen bilgi ve tecrübeler 2013 yılından itibaren MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Daire Başkanlığı bünyesinde yürütülen '*Türkiye Bölgesel Ölçekli Sıvılaşma Yatkınlık Haritaları*' projesi kapsamında ülke genelinde uygulanmaya başlanmıştır (Bulut-Üstün vd. 2014a,b, 2015, 2017). İlgili proje bünyesinde, sıvılaşma haritalarına altlık olarak kullanılacak Kuvaterner Jeolojisi Haritaları arazide 1:25.000 ölçekli olarak hazırlanmakta, bölgesel haritalar ise sonradan bu haritalar temelinde 1:250.000 ölçekli olarak Coğrafi Bilgi Sistemleri tabanında sayısallaştırılmaktadır. Mevcut durumda ülkemizin batı yarısının bölgesel Kuvaterner haritaları tamamlanmış olup, doğu yarısına ait haritalamaların da yakın dönem içerisinde bitirilmesi hedeflenmektedir (Bulut-Üstün, 2017 - sözlü görüşme). Hazırlanmakta olan Türkiye Kuvaterner Haritaları'nda başvurulan haritalama yöntemi; litolojik nitelikleri, depolanma evreleri ve jeomorfolojik durumları göz önünde bulundurularak temelde depolanma ortamlarının haritalanmasına dayanmaktadır (Şekil 19). Önceki bölümlerde de değinildiği üzere Dünya'nın farklı bölgelerinde özellikle son yarım asırlık süreçte Kuvaterner birimlerinin haritalanmasında da benzeri yaklaşımlar genel olarak kullanılmaktadır. Özellikle Avrupa Kuvaterner Haritası'nı oluşturan bölgesel haritalarda da bu parametrelerin kullanılıyor olması, ülkemiz haritalarının da bu çerçevede karşılaştırmalı olarak kullanılabilmesine imkân sağlayacaktır.



Şekil 19. MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Daire Başkanlığı bünyesinde yürütülen 'Türkiye Bölgesel Ölçekli Sıvılaşma Yatkınlık Haritaları' kapsamında hazırlanmakta olan Türkiye Kuvaterner Jeolojisi Haritaları'nda haritalanan Kuvaterner birimleri için kullanılan lejantlardan bir örnek (Bulut-Üstün vd., 2015).

Figure 19. *An example from the legends used for the Quaternary units mapped in 'Quaternary Geological Maps of Turkey' under the scope of 'Regional Scaled Liquefaction Prediction Maps of Turkey' carried out within the Department of Geological Etudes of MTA General Directorate (Bulut-Üstün et al., 2015).*

TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Kuvaterner haritalarının olmazsa-olmazları

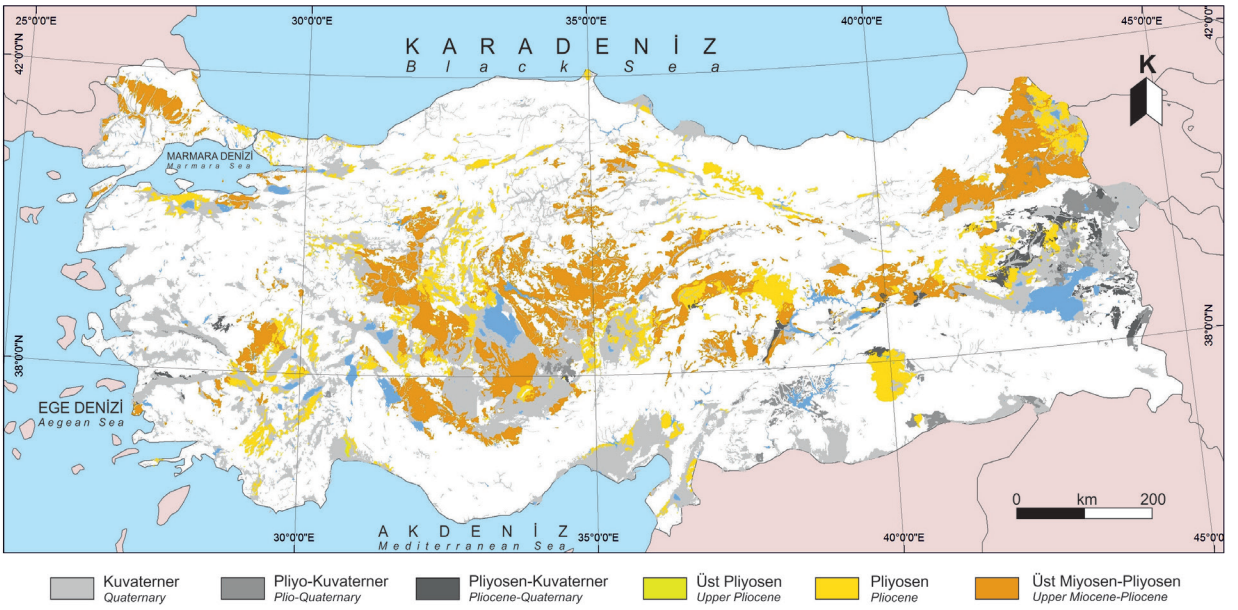
Kuvaterner jeolojisine dönük olarak yapılacak haritalamalarda da tıpkı diğer tüm jeoloji haritalarındaki gibi temel yaklaşımların başında haritalanacak birimlerin yüzeylemiş olması gelmektedir. Dolayısıyla su altında kalan ancak tortul içerdiği bilinen lagün, göl ve nehir gibi alanlar su alanı olarak bırakılırken, bataklık alanların haritalamaya dâhil edilmesi önemlidir. Kuvaterner jeolojisine dönük haritalar temel birimlerden bağımsız ayrıca haritalanabileceği gibi (genelde tüm ülke örneklerinde olduğu gibi), geniş alan yüzeylemeleri söz konusu ise diğer jeolojik birimlerle beraber aynı jeoloji haritalarında da gösterilebilir. İster ayrı haritalar olarak isterse de diğer jeoloji haritaları üzerinde gösterilsin, Kuvaterner birimlerinin sınır-işaret ve notasyon-simgeleme gibi özellikleri de klasik jeoloji haritaları ile benzer olmalıdır.

Jeoloji haritalarında temel olarak formasyon haritalaması yaklaşımı izlenmektedir. Kuvaterner jeolojisine dönük haritalarda ise litoloji ve kronoloji göz önünde bulundurulmakla beraber genel olarak depolanma ortamları esas alınmaktadır. En nihayetinde 'formasyon' terimi stratigrafik olarak altındaki ve üstündeki birimlerden ayrılan ve 1:25000 ölçekli haritalarda gösterilebilecek ölçüde yüzeyleyen birimleri karşılamaktayken, Kuvaterner birimleri halihazırda alt kesimlerinden sınırlanmalarına rağmen, üst kesimlerinden henüz sınırlanmadıkları için bu tanımlamaya uymamaktadır (örn. Kazancı, 2012a). Bu çerçevede jeolojik birimlerin haritalanmasında varılması hedeflenen en önemli çıkarım paleocoğrafyanın kurulması olduğundan çökel alanlarının haritalanması esası Kuvaterner haritalarında en çok başvurulan yaklaşımı temsil etmektedir.

Pliyosen sorunu

2009 yılında Uluslararası Stratigrafik Zaman Çizelgesi'nde yapılan değişiklikle zaman aralığı 1,8 my'dan 2,58 my'a genişletilen Kuvaterner periyoduna ait birimlerinin bu tarih öncesinde yapılan ölçümlere göre yerküre üzerinde % 0,05'lik bir alan kapladığı bilinmektedir (bakınız van Loon, 2000). Bahsi geçen değişiklik öncesinde jeolojik zaman cetvelindeki en kısa zaman aralığını temsil eden Kuvaterner devresi bu değişiklikle 2,745 my'lık zaman aralığına sahip Pliyosen devresiyle (5,333-2,588 my) hemen hemen aynı zaman genişliğine kavuşmuştur. Önceden Geç Pliyosen'e karşılık gelen Gelasiyen döneminin Kuvaterner'e katılması aynı zamanda mevcut birçok haritada Geç Pliyosen ya da Pliyo-

Kuvaterner olarak ifade edilen birimlerin doğrudan Kuvaterner'e dâhil edilmelerini gerektirmektedir. Bu çerçevede birçok ülkenin Kuvaterner Jeolojisi Haritaları'nın 1,8 my'lık eski zaman aralığına göre yapıldığı göz önünde bulundurulursa belki de birçok haritanın yenilenmesi gündeme gelecektir. Mevcut 1:500.000 ölçekli jeoloji haritalarına göre ülkemizin 783800 km^2'lik yüzölçümünün % 14,74'lik kesimi doğrudan Kuvaterner olarak haritalanmıştır (Şekil 20). Bu alanlara 'Pliyo-Kuvaterner' ve 'Pliyosen-Kuvaterner' olarak tanımlanan alanlar da dâhil edildiğinde Kuvaterner birimlerinin kapladığı alan ülkemizin yaklaşık % 17'lik bir bölümüne karşılık gelmektedir. MTA Genel Müdürlüğü'nce hazırlanmakta olan Türkiye Kuvaterner Jeolojisi Haritaları, bahsi geçtiği şekilde, Kuvaterner'in güncellenen genişlemiş zaman aralığı dikkate alınarak hazırlanmaktadır (örn. Bulut-Üstün vd., 2015). Ancak, gerek ülkemiz gerekse de Dünya genelinde hazırlanan Kuvaterner haritalarının (daha geniş kapsamda da tüm jeoloji haritalarının) sağlıklı jeokronolojik ve kronostratigrafik veriler ışığında kontrol edilmeleri ve güncellenmeleri gerekmektedir. Ülkemiz jeolojisi açısından özellikle Orta ve Batı Anadolu bölgelerimizde oldukça geniş sahalar kaplayan Pliyosen ve Kuvaterner birimlerinin alansal dağılımlarının doğru bir şekilde haritalanması öncelik taşımaktadır.



Şekil 20. 1:500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası temelinde ülkemizde Kuvaterner ve geç Neojen birimlerinin dağılımları (MTA, 2002'den değiştirilerek hazırlanmıştır).

Figure 20. *Distribution of Quaternary and Late Neogene units in Turkey on the base of 1:500,000 scaled Geological Maps of Turkey (modified from MTA, 2002).*

Diğer sorunlar ve çözüm önerileri

Kuvaterner birimlerinin geniş ölçekte karşılaştırılabilmeleri jeolojik formasyonlara göre daha zordur. Bu zorluğun temel kaynağını kısa bir zaman aralığındaki zengin iklimsel çeşitliliğin ve jeomorfolojik ve sedimantolojik özelliklerinin karmaşık sonuçlar sunması, bunların yanı sıra jeomekanik özellikleri açısından da farklı değerlere sahip olmaları oluşturmaktadır. Örneğin, kuzey enlemlerde bulunan ülkelerde Kuvaterner çökelleri üzerinde kalın buzul örtülerinin gelişmesinin ve/veya hareket etmesinin neticesinde daha güneyde yer alan ülkelerin çökellerine nazaran daha pekişmişlerdir (konsolide olmuşlardır) (örn. Boulton ve Dobbie, 1993). Aynı zamanda termal farklılıklar buzulaltı yüzeylerde erimeye yol açarken, sürtünmeye bağlı mekanik özelliklerde de farklılıklar oluşmasına sebep olmuştur.

Yukarıda örnekleri sunulan ülkelerin yerel ve bölgesel ölçekli haritalarında Kuvaterner Jeolojisi'nin haritalanmasına dönük yaklaşımlar temelde yaş, sedimantoloji ve jeomorfoloji özelliklerinin bir arada sunumu şeklindedir. Bu bağlamda ülkemiz haritaları açısından özellikle yaş konusunun daha net şekilde ortaya konulması büyük önem taşımaktadır. Türkiye'de Neojen-Kuvaterner sınırının en kolay anlaşılabileceği bölgelerin başında Orta Anadolu bölgesi gelmektedir. Gerek Miyo-Pliyosen çökellerinin fosil toplulukları, gerekse de bölgedeki volkanizmaya ait detaylı tarihlendirme bu konuda en önemli katkıyı sağlayabilecektir. Benzeri şekilde Neojen çökellerinin detaylı fosil yaşlarının her geçen gün arttığı Batı Anadolu'da ve volkanizmanın yaygın olduğu Doğu Anadolu bölgelerinden de bu konunun aydınlatılması üzere gerek paleontolojik gerekse de radyometrik yaş verilerinin sağlanması en önemli ihtiyaç konumundadır.

Uzun yıllar jeolojik haritalamalarda geri plana itilmiş ve büyük ölçüde pekişmemiş bu birimler hakkında bilgilerimizin oldukça az olmasına karşın, insanla etkileşimi en fazla olan jeolojik birimleri temsil etmeleri büyük bir çelişki oluşturmaktadır. Kuvaterner birimlerinin kapladığı alanlar yerleşim ve diğer insan faaliyetleri (tarım vb.) açısından yoğun olarak kullanıldığından bu alanlarda yapılacak haritalamaların öncelikli olarak hızla tamamlanmaları oldukça önemlidir.

Birçok ülkede başlanmış olsa da henüz tam anlamıyla yaygınlaşmamış olan yüzeyaltı Kuvaterner birimlerinin belli derinlikler referans alınarak hazırlanması özellikle mühendislik çalışmaları için ayrı önem taşımaktadır. Türkiye'nin Kuvaterner Jeolojisi'ne dönük olarak bahsedilen haritalamalar ise hemen hemen tüm ülke örneklerinde de görüldüğü gibi yüzeydeki birimlerin esas alınmasına dayanarak hazırlanmaktadır. Bu yüzey haritalarının tamamlanmaları hızla artan nüfus ve kentleşmeden dolayı öncelik taşımaktayken, sonraki aşamada ise bu alanlara ait yüzeyaltı verilerinin de (örn. sondaj, araştırma çukurları gibi doğrudan jeolojik gözlem ve sismik, rezistivite, GPR gibi jeofizik veriler) dikkate alındığı ve belli derinliklere kadar Kuvaterner birimlerinin durumlarını yansıtan yüzeyaltı haritalarının hazırlanması da gündeme gelmelidir.

KATKI BELİRTME

Bu çalışmanın özet bir sunumu Uluslararası Katılımlı 70. Türkiye Jeoloji Kurultayı Kuvaterner Araştırmaları Oturumu'nda yapılmıştır. Yazarlar, bu yazının hazırlanması davetinde bulunan misafir editör Mehmet Korhan Erturaç'a; Kuvaterner birimlerinin haritalanmaları konusunda arazi ve ofis çalışmaları sırasındaki tartışmalarından dolayı Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü araştırmacılarından Ömer Emre, Yavuz Hakyemez, Ayla Bulut-Üstün, Adem Özata, Orhan Cem Özerk ve Refahat Osmançelebioğlu'na; Japonya'nın Kuvaterner araştırmalarına dönük sağladığı bilgi ve belge katkılarından dolayı Koji Okumura'ya; ayrıca oldukça detaylı değerlendirilmeleriyle

çalışmanın gelişmesine katkı sağlayan hakemler Gürsel Sunal ve Ökmen Sümer'e teşekkürü bir borç bilirler.

EXTENDED SUMMARY

Due to their physiographic characteristics, the vast majority of human settlements are located directly on or near the Quaternary units. However, characteristics of the geological units of this period are not well known on regional scales, although they are elaborated on local scales. The most important reason for this lack is that, unlike pre-Quaternary units, the mapping of these units is often ignored. It is no longer possible to ignore the Quaternary units because of the possibility that the increasing world population has access to water and food resources and transport facilities at the forefront of their needs. In particular, the development of the settlements on the deposits of this period reaches to great necessitates for more detailed examination of the geological characteristics of these regions in terms of natural disasters, such as earthquakes, floods and landslides. In this study, approaches and problems in the mapping of the Quaternary units with examples from the European countries (i.e. UK, Ireland, Scandinavian countries, Baltic countries, Slovakia, Switzerland), North America, Asia (Japan) and Australia were examined. In addition, the reflections of these mapping approaches on geology of Turkey and their contributions to this area have been evaluated and various suggestions have been made.

In geological mapping of Quaternary units, the main approach is the outcropping of units to be mapped, as in all other geological maps. Therefore, areas such as lagoons, lakes and rivers that are under water but contain sediment should be left as water areas. However, swamp areas can be included in the mapping. Quaternary geology maps can be prepared on their own (as is often the case for all countries), if they extend in very wide areas they can be shown in the same geological maps with other units. Whether they are shown as separate maps or on other geological maps, it is important that the features such as boundary-sign and notation-representation of the Quaternary units are similar to the classical geological maps. In geological maps, formation mapping approach is mainly observed. In Quaternary geological maps, lithology and chronology are taken into account, and generally their depositional environments are taken as basis. Ultimately, the 'formation' does not comply with this definition. Because, while the term of 'formation' corresponds the units that can be represented in the 1:25000 scale maps and are separated from the below and above units, the Quaternary units are bounded only by underlying units, but stratigraphically they are not bounded by any overlying units (e.g., Kazancı, 2012a). In this framework, constructing of the paleogeography is one of the main aims in the mapping of geological units. Thus, the mapping of depositional environments represents the most common approach in mapping of Quaternary units.

It is known that the units of the Quaternary period was occuppied 0.05% of the Earth's surface before the extension of the Quaternary period from 1.8 ma to 2.58 ma in the International Stratigraphic Time Scale in 2009 (e.g., van Loon, 2000). Before the mentioned change, the Quaternary period represented the shortest period in the Geological Time Scale. With this change, it reached almost the same width as Pliocene (5.333-2.588 ma) with a time interval of 2.745 ma. The participation of the Gelasian stage into the Quaternary period, which previously corresponds to the Late Pliocene, requires the adding of units that are showed as Late Pliocene or Plio-Quaternary in many geological maps. Considering the fact that many countries have published their Quaternary Geological Maps according to the previous 1.8 ma time interval, perhaps the renewal of many maps will come to the agenda. According

to the current 1: 500.000 scale geological maps of Turkey, 14.74% of the 783800 km² area of the country is mapped directly as Quaternary. When the unit defined as 'Plio-Quaternary' and 'Pliocene-Quaternary' aged are included in these areas, the total surface area of the Quaternary units corresponds to ~17% of Turkey. 'Quaternary Geological Maps of Turkey' being prepared by the General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA) are mapped taking into consideration the updated extended time interval of Quaternary period. However, the Quaternary maps of all the mentioned countries need to be checked and updated in the light of reliable geochronological and chronostratigraphic data. In terms of Turkey's geology, paticularly in Central and Western Anatolian regions, the mapping of the spatial distributions of Pliocene and Quaternary units, which cover a very wide area, is a priority.

Comparisons of Quaternary units in large scales are more difficult than older geological formations. The main reason for this difficulty is that the rich climatic diversity and geomorphological and sedimentological characteristics of such a short time interval provide complex results. In addition, Quaternary deposits can provide considerable regional differences in their geomechanical properties. For example, it is known that, in countries in the northern latitudes, as a result of the development and/or movement of thick glacier deposits over the Quaternary sediments, the Quaternary units in these regions are more consolidated than the sediments of the southern countries. At the same time, thermal differences lead to melting on subglacier surfaces, but also on the friction-dependent mechanical properties.

The main approaches to mapping of Quaternary Geology in the countries presented in this study are basically a combination of age, sedimentology and geomorphology. In this context, particularly it is very important to show more clearly the ages of units in the Quaternary geological maps in Turkey. Central Anatolia region is at the first rank of the regions in Turkey where the Neogene-Quaternary boundary can be most easily understood. Detailed dating of the fossil assemblages of the Miocene-Pliocene deposits, as well as the volcanism in the region, may provide the most important contribution in this regard. Similarly, in Western Anatolia, where detailed fossil ages of Neogene sediments are increasing day by day, and in Eastern Anatolia where volcanism is widespread, providing paleontological and radiometric ages is the most important necessity.

There is very little knowledge about Quaternary units which have been pushed back into geological mapping for many years. On the other hand, it is a great contradiction that these units have the greatest interaction with humans relative to older geological units. Since the areas covered by the Quaternary units are often used extensively as settlements and for other human activities (i.e. agriculture, transportation etc.), it is very important that the mappings to be made in these areas are completed rapidly.

Although started in many countries, it is also important the mapping of subsurface Quaternary units for the engineering studies with reference to certain depths of those units. The prepared maps for the Quaternary geology in Turkey are based on the basis of surface units, as well as in almost all the examples of countries presented in this work. As aforementioned, due to rapidly increasing population and urbanization, the completion of these surface maps is very important. At the next stage it is important to consider the subsurface data (e.g. geological observations with drilling and research pits, and geophysical data such as seismic, resistivity and georadar) and the preparation of subsurface maps that reflect the state of the Quaternary units for precise depths.

DEĞİNİLEN BELGELER

Agassiz, L., 1840. Études sur les glaciers. Neuchatel: Soleure, En commission chez Jent et Gassmann.

Aguirre, F., Pasini, G., 1985. The Pliocene-Pleistocene boundary. Episodes 8, 116-120.

Andrusov, D., Kuthan, M., 1943. Podrobná geologická mapa Slovenska v mierke 1 : 25 000, list Žilina (4361/2). Štátny geologický ústav, Bratislava.

Bargel, T.H., 2003. *Quaternary geological mapping of Central Fennoscandia and Nordland: Deglaciation, deposition, stratigraphy and applications*. Doktor Ingenibr Thesis Thesis 2003:40. Department of Geology and Mineral Resources Engineering. Faculty of Engineering Science and Technology, NTNU, Trondheim. 324 pp.

Bayraktaroğlu, Ş., 2003. 19. ve 20. yüzyılda Anadolu'da jeoloji çalışmaları ve eğitimi. Jeoloji Mühendisliği Eğitim Çalıştayı. Ed. Şener, M., Konak, N., JMO Yayın No: 83, 4-19.

Bergstrøm, B., Reite, A., Sveian, H., Olsen, L. 2001. Feltrutiner, kartleggingsprinsipper og standarder for kvartærgeologisk kartlegging ved NGU. Norges geologiske undersøkelse, Intern Rapport 2001.018, 9 pp.

Boulton, G. S., Dobbie, K. E., 1993. Consolidation of sediments by glaciers: relations between sediment geotechnics, soft-bed glacier dynamics and subglacial ground-water flow. Journal of Glaciology, 39 (131), 26-44.

Brauns, D., 1881. Geology of the Environs of Tokio. Memoirs of the Science Department, Tokio Daigaku (University of Tokyo), vol. 4, 82 pp. and VIII plates.

Bulut-Üstün, A., Özata, A., Özerk, O. C., Osmançelebioğlu, R., Kazancı, N., Gürbüz, A., 2017. Türkiye bölgesel ölçekli sıvılaşma yatkınlık haritaları: Trakya ve Güneybatı Anadolu Bölgesi. MTA Bilimsel Etkinlikler Haftası 2017, Bildiri Özleri Kitabı, s.30.

Bulut-Üstün, A., Osmançelebioğlu, R., Özerk, O. C., Özata, A., Esirtgen, T., Kazancı, N., Gürbüz, A., 2014a. Türkiye bölgesel ölçekli sıvılaşma yatkınlık haritaları. MTA Bilimsel Etkinlikler Haftası 2014.

Bulut-Üstün, A., Özata, A., Özerk, O. C., Osmançelebioğlu, R., Esirtgen, T., Kazancı, N., Gürbüz, A., 2015. Kuvaterner Jeolojisi Haritalarının Hazırlanması ve Sıvılaşma Çalışmalarına Katkısı: Güney Marmara Bölgesi Örneği. İstanbul Üniversitesi'nde Jeolojinin 100. Yılı Sempozyumu.

Bulut-Üstün, A., Özerk, O. C., Osmançelebioğlu, R., Özata, A., Esirtgen, T., Kazancı, N., Gürbüz, A., 2014b. Jeolojik-Jeomorfolojik ölçütler esas alınarak sıvılaşma duyarlılık haritalarının hazırlanması: Adapazarı Havzası örneği. 67. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı s. 594-595.

Chaput, E., 1931. Ankara Mıntıkasının 1/135.000 Mikyasında Jeoloji Haritasına Dair İzahat, İstanbul Darülfununu Jeoloji Enstitüsü Neşriyatından No.7, İstanbul.

Cita, M.B., Capraro, L., Ciaranfi, N., Di Stefano, E., Marino, M., Rio, D., Sprovieri, R., Vai, G.B., 2006. Calabrian and Ionian: A proposal for the definition of Mediterranean stages for the Lower and Middle Pleistocene. Episodes, 29 (2), 107- 114.

Close, M. H., 1867. Notes on the general glaciation of Ireland. J Roy Geol Soc Ire., 1:207–242.

Cooper, A.H., Kessler, H., Burke, H., Chambers, J., 2014. Multidisciplinary Fieldwork Training in a Professional Geoscience Environment: Quaternary mapping, landscape literacy and hazard identification. *British Geological Survey Internal Report*, IR/14/054. 65 pp.

Coxon, P., McCorron, S., Mitchell, F., 2017. Introduction: Advances in Irish Quaternary Studies. In: Advances in Irish Quaternary Studies, Eds: P. Coxon, S. McCorron, F. Mitchell. Atlantis Press, 1-17.

Çakmak, İ., Baydar, O., Karaköse, C., 1987. Türkiye'de jeoloji araştırmalarının tarihçesi ve MTA Genel Müdürlüğü'nün jeoloji araştırmalarındaki yeri. MTA 50. Yıl Simpozyumu Bildirileri, 1-5.

Dardis, G.F, McCabe, A.M., 1983. Facies of subglacial channel sedimentation in late-Pleistocene drumlins. Northern-Ireland. Boreas 12(4):263–278.

Dardis, G.F., McCabe, A.M., Mitchell, W.I., 1984. Characteristics and origins of lee-side stratification sequences in late Pleistocene drumlins. Northern-Ireland. Earth Sci Proc Land 9(5):409–424.

Desnoyers, J., 1829. Observations sur un ensemble de dépots marins plus recents que les terrains tertiaries du bassin de la Seine, et constituant

une formation geologique distincte; precedees d'une aperc¸u de la non-simulaneite des bassins tertiares. Annales des Sciences Naturelles (Paris) 16: 171–214, 402–491.

Duman, T. Y., Keçer, M., Ateş, Ş., Emre, Ö., Gedik, İ., Karakaya, F., Durmaz, S., Olgun, Ş., Şahin ,H., Gökmenoğlu, O. 2004. İstanbul metropolü batısındaki (Küçükçekmece - Silivri - Çatalca Yöresi) kentsel gelişme alanlarının yer bilim verileri. MTA Yayınları Özel Yayın Serisi No:3, Ankara.

Ehlers, J., 1996. *Quaternary and Glacial Geology*. New York, NY: Wiley.

Elias, S. A., 2013. History of Quaternary Science. İç: *Encyclopedia of Quaternary Science.* Ed: Elias, S. A., Elsevier, s. 10-18. Amsterdam.

Ell, T., 2011. Two letters of Signor Giovanni Arduino, concerning his natural observations: first full English translation. Part 1. Earth Sciences History, 30(2), 267-286.

Ell, T., 2012. Two letters of signor Giovanni Arduino, concerning his natural observations: first full English translation. Part 2. Earth Sciences History, 31(2), 168-192.

Emre, Ö., Kazancı, N., Erkal, T., Karabıyıkoğlu, M., Kuşçu, İ., 1997. Uluabat ve Manyas Göllerinin Oluşumu ve Yerleşim Tarihçesi. *İç*: Güney Marmara Bölgesi'nin Neojen ve Kuvaterner evrimi, Ed: N. Kazancı and N. Görür, TUBITAK, YDABCAG-426/G, Bölüm 7, 116–134.

Emre, Ö., Varol, B., Kazancı, N., Duman, T.Y, Gökten, E., Kayabalı, K., Kılıç, R., Çemen, İ., Alçiçek, M., Sözeri, K., İleri, Ö., Koçbay, A., Bilgehan, P., Kırman, E., Ulamış, K., Keçer, M., Ateş, Ş., Erkal, T., Durmaz, S., Karakaya, F., Osmançelebioğlu, R. 1999. 17 Ağustos Depremi sonrası Düzce (Bolu) ilçesi alternative yerleşim alanlarının jeolojik incelemesi. MTA-Ankara Üniversitesi Ortak Araştırma Projesi Raporu, TUBİTAK, Ankara, 59 s.

Erguvanlı, A. K., 1979. Türkiye'de jeoloji araştırmalarında jeoloji eğitiminde öncüler, Pierre de Tchihattchef. Yeryuvarı ve İnsan, 4/2, 9-14.

Erinç, S., 1949. Uludağ üzerinde glasiyal morfoloji araştırmaları. Türk Coğrafya Dergisi, 11-12, 79-82.

Erinç, S., 1955. Gediz ve Küçük Menderes Deltalarının Jeomorfolojisi. IX. Coğrafya Meslek Haftası, Tebliğler ve Konferanslar. Türk Coğrafya Kurumu Yay. 2, 33-66.

Erinç, S., 1978. Changes in the physical environment in Turkey since the end of the last glacial. In W.C. Brice, (Ed.). The Environmental History of the Near and Middle East since the Last Ice Age, pp. 87-110, London: Academic Press.

Erol, O., 1969, Tuzgölü Havzasının Jeolojisi ve Jeomorfolojisi. Ankara, TÜBİTAK No. TBAG 26, 284 p.

Erol, O., 1978. The Quaternary history of the lake basins of central and southern Anatolia. In W.C. Brice, (Ed.). The Environmental History of the Near and Middle East since the Last Ice Age, pp. 111-139, London: Academic Press.

Erol, O., 1979. Dördüncü Çağ (Kuvaterner) Jeoloji ve Jeomorfolojisinin Ana Çizgileri. Ankara Üniv. DTCF Yayını, No 289, 68 s.

Eyles, N., McCabe, A.M., 1989. The late Devensian (< 22,000 bp) Irish Sea Basin—the sedimentary record of a collapsed ice-sheet margin. Quat Sci Rev 8(4), 307–351.

Flint, R. F., 1971. *Glacial and Quaternary Geology*. New York, NY: Wiley.

Forbes, E., 1846. On the connection between the distribution of existing fauna and flora of the British Isles, and the geological changes which have affected their area, especially during the epoch of the Northern Drift. Great Britain Geological Survey Memoir 1: 336–342.

Forman, S. L., Stinchomb, G. E., 2015. Views on grand research challenges for Quaternary geology, geomorphology and environments. *Frontiers in Earh Science*, 3:47. doi: 10.3389/feart.2015.00047

Gaigalas, A., 2008. Quaternary research in the Baltic countries. İç: *History of Geomorphology and Quaternary Geology*, Ed: Grapes, R. H., Oldroyd, D. R. ve Grigelis, A., Geological Society, London, Special Publications, 301, 129-140.

Gervais, P., 1848-1852. Zoologie et paléontologie Françaises (animaux vertébrés) ou nouvelles recherches sur les animaux vivants et fossiles de la France. Tome I, Paris: Libraire Éditeur; Arthus Bertrand, 271p.

Gibbard, P. L., Head, M. J., Walker, M. J. and the Subcommision 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*(2), 96-102.

Gibbard, P. L., Smith, A.G., Zalasiewicz, J.A., Barry, T.L., Cantrill, D., Coe, A.L., Cope, J.C.W., Gale, A.S., Gregory, F.J., Powell, J.H., Rawson, P.F., Stone, P., Waters, C.N., 2005. What status for the Quaternary? Boreas, 34 (1), 1-6.

Graf, H.R., 2009a. Stratigraphie von Mittel- und Spätpleistozän in der Nordschweiz. Beitr. geol. Karte Schweiz, NF.168, 198 S.

Graf, H.R., 2009b. Stratigraphie und Morphogenese von frühpleistozänen Ablagerungen zwischen Bodensee und Klettgau. Eiszeitalter und Gegenwart, 58/1: 12-53.

Graf, H.R., Bitterli-Dreher, P., Burger, H., Bitterli, T., Diebold, P., Naef, H., 2006. Blatt 1070 Baden. Geol. Atlas Schweiz 1:25'000, Karte 120.

Graf, H.R., Burkhalter, R., 2016. Quaternary deposits: concept for a stratigraphic classification and nomenclature-an example from northern Switzerland. *Swiss Journal of Geosciences*, 109, 137-147.

Grigelis, A. (Ed), 1980a. Geological Map of the Quaternary Deposits of the Soviet Baltic Republics with Explanatory Note. Scale: 1:500 000.

Grigelis, A. (Ed), 1980b. Geomorphological Map of the Soviet Baltic Republics with Explanatory Note. Scale: 1:500 000.

Grønlie, O.T., 1940. On the Traces of the Ice-Ages in Nordland, Troms, and the South-Western Part of Finnmark in Northern Norway. Norsk Geologisk Tidsskrift 20, 70 pp.

Hakyemez, Y., Elibol, E., Umut, M., Bakırhan, B., Kara, İ., Dağıstan, H., Metin, T., Erdoğan, N., 1992. Konya-Çumra-Akören dolayının jeolojisi. MTA Raporu, Derleme No: 9449, Ankara.

Hakyemez, H.Y., Erkal. T., Göktaş, F., 1999. Late Quaternary evolution of the Gediz and Büyük Menderes grabens, Western Anatolia, Turkey. Quaternary Science Reviews, 18, 549-554.

Holmsen, G., 1951. Oslo. Beskrivelse til kvartærgeologisk landgeneralkart. Norges geologiske undersøkelse 176, 62 pp.

Holmsen, G., 1960. Østerdalen. Beskrivelse til kvartærgeologisk landgeneralkart. Norges geologiske undersøkelse 209, 63 pp.

Holtedahl, O., 1929. Om land-isens bortsmelting fra strøkene ved Trondhjemsfjorden. Norsk Geografisk Tidsskrift II, p. 95-118.

Hörnes, M., 1853. Mittheilung an Prof. Bronn gerichtet. Wien, 3. Okt., 1853. Neues Jahrbuch Mineralogie Geologie Geognosie und Petrefaktenkunde 806–810.

İlhan, E., Barutoğlu, Ö., 1963. 1/500.000 Ölçekli Türkiye Jeolojik Haritası, Madencilik Dergisi, 3 (11), 723-727.

JMO, 1979. Türkiye'deki jeoloji araştırmaları ve jeoloji haritaları. JMO Yayınları, No:3, 93 s.

Kaizuka, S., 1991. The "Quaternary Maps of Japan" published in 1987, compared with other Quaternary maps of World. The Quaternary Research, 30 (2), 125-133.

Kazancı, N., 2009. Neojen-Kuvaterner sınırının değişmesi ve beklenen gelişmeler. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 52 (3), 367-373.

Kazancı, N., 2012a. Kuvaterner Birimlerinin Haritalanması. *İç:* Kuvaterner Bilimi*, Ed:* Kazancı, N. ve Gürbüz, A., Ankara Üniversitesi Yayınları No: 350, s.463-470. ISBN: 978-605-136-056-0.

Kazancı, N., 2012b. Kuvaterner Bilimi; Kapsamı ve Gelişimi. *İç:* Kuvaterner Bilimi, *Ed:* Kazancı, N. ve Gürbüz, A., Ankara Üniversitesi Yayınları No:350, s.1-16. ISBN: 978-605-136-056-0.

Kazancı, N., Emre, Ö., Keçer, M., Özdoğan, M. 2000. Jeoloji raporları için güncel çökellerin haritalanması; öneri ve örnek. 53. Türkiye Jeoloji Kurultayı (20-24 Şubat 2000) Bildiri Özleri, Ankara, s.237-238.

Keilhau, B.M., 1840-1845. Gæa Norvegica. Johan Dahl, Christiania.

Ketin, İ., 1979. Türkiye'de jeoloji araştırmalarının ve jeoloji haritalarının kısa tarihçesi. Yeryuvarı ve İnsan, 4/1, 15-17.

Kilroe, J. R., 1888. Directions of Ice-flow in the North of Ireland, as determined by the observations of the Geological Survey. Quarterly Journal of the Geological Society 44:827–833.

Kinahan, G. H., 1865. Explanation to accompany sheets 115 and 116. Geological Survey of Ireland, Dublin.

Kjerulf, Th., Dahll, T. 1866. Geologisk kart over Det søndenfjeldske Norge omfattende Cristiania, Hamar og Christiansands Stifter. Christiania, 16 pp.

Knudsen, K. L., Sowers, J. M., Witter, R. C., Wentworth, C. M., Helley, E. J., 2000. Description of

mapping of Quaternary deposits and liquefaction susceptibility, Nine-Country San Francisco Bay Region, California. USGS Open File Report: 00-444.

Konak, N., 2004. Ülkemizde yapılan jeoloji araştırmalarının ve jeoloji haritalarının tarihçesi. JMO Bülteni, 2004/3, 84-90.

Lee, J. R., Booth, S. J., (Eds.) 2006. *Quaternary Field Mapping: Lowland Britain*. British Geological Survey Internal Report, IR/06/099. 78 s.

Lyell, C., 1833. Principles of Geology, Being an Attempt to Explain the Former Changes of the Earth's Surface by Reference to Causes Now in Operation, vol. III. London: John Murray.

Lyell, C., 1839. Eléments de Geologie. Paris: Pitois-Levrault.

Lyell, C., 1873. The Geological Evidence of the Antiquity of Man, 4th edn. London: John Murray.

Lyman, B.S., 1876. A Geological Sketch Map of the Island of Yesso, Japan. Geological Survey of Hokkaido.

Maglay, J., Pristaš, J., Kučera, M., Ábelová, M., 2009. Geologická mapa kvartéru Slovenska, Genetické typy kvartérnych uloženín 1 : 500 000. MŽP SR a ŠGÚDŠ, Bratislava.

Malik, A., 1932. Mineraloji ve Jeoloji. İ.Ü. Fen Fakültesi Neşriyatı, İstanbul Devlet Matbaası, 670 s. ve 1 katlanmış harita.

Mascarelli, A.L., 2009. Quaternary geologists win timescale vote. Nature 459/4 (June), p. 624.

McCabe, A.M., 1987. Quaternary deposits and glacial stratigraphy in Ireland. Quat Sci Rev, 6 (3-4), 259–299.

Meehan, R., 2013. The Merging of Quaternary Map Databases: End of project report on project outputs. Geological Survey of Ireland, 104 p.

Mickelson, D. M., Colgan, P. M., 2004. The southern Laurentide ice sheet. *Developments in Quaternary Sciences*, *1*, 1-16.

Mitchell, G. F., 1976. The Irish Landscape. Collins, Glasgow.

MTA, 2002. Türkiye 1/500,000 ölçekli Jeoloji Haritası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 18 pafta. Ankara.

Oldroyd, D. R., Grapes, R. H., 2008. Contributions to the history of geomorphology and Quaternary geology: an introduction. İç: *History of Geomorphology and Quaternary Geology*, Ed: Grapes, R. H., Oldroyd, D. R. ve Grigelis, A., Geological Society, London, Special Publications, 301, 1-17.

Olsen, L., Sveian, H., Ottesen, D., Rise, L., 2013. Quaternary glacial, interglacial and interstadial deposits of Norway and adjacent onshore and offshore areas. *İç:* Olsen, L., Fredin, O. and Olesen, O. (Ed.) *Quaternary Geology of Norway*, Geological Survey of Norway Special Publication, 13, pp. 79–144.

Pamir, H. N., 1979. Türkiye'de yerbilimleri öğretiminin tarihçesi. Yeryuvarı ve İsan, 4/4, 6-10.

Parsons, T., Toda, S., Stein, R.S., Barka, A., Dieterich, J. H., 2000. Heightened odds of large earthquakes near Istanbul: An interaction-based probability calculation, Science, 288, 661-665.

Penck, A., Brückner, E., 1901-1909. Die Alpen im Eiszeitalter (3 Cilt). Leipzig: Tauchnitz.

Pillans, B., Naish, T., 2004. Defining the Quaternary. Quaternary Science Reviews, 23, 2271-2282.

Raukas, A. 1971. Outline of the Indicator Crystalline Boulder Investigations in Northern Europe. Crystalline Indicator Boulders in the East Baltic Area. Mintis, Vilnius, 9– 21 (Rusça).

Raymond, O., 2009. New digital geological map of Australia: Seamless national digital baseline released. AUSGEO News, 93, 1-3.

Raymond, O.L., Retter, A.J., (Eds), 2010. Surface geology of Australia 1:1,000,000 scale, 2010 edition [Digital Dataset] Geoscience Australia, Commonwealth of Australia, Canberra. http://www.ga.gov.au

Rekstad, J., 1922. Norges hevning efter istiden. Norges geologiske undersøkelse 96, 27 pp.

Rekstad, J., 1913. Fjeldstrøket mellom Saltdalen og Dunderlandsdalen. Norges geologiske undersøkelse 67, 65 pp.

Roy P.S., Crawford E.A. 1977. Significance of sediment distribution in major coastal rivers, northern New South Wales, Australia. Third Australian Conference on Coastal Engineering, Melbourne, Proceedings, pp. 177–184.

Roy P.S., Thom B.G., Wright L.D. 1980. Holocene sequences along an embayed high-energy coast. Sedimentary Geology 26, 1–19.

Saito, Y., Okumura, K., Suzuki, T., Yokoyoma, Y., Izuho, M., 2016. Studies of the Quaternary in Japan. *Quaternary International*, 397, 1-2.

Schlüchter, C., Kelly, M.A., 2000. Das Eiszeitalter in der Schweiz. Stiftung Landschaft und Kies.

Schneer, C. J., 1969. Toward a history of geology. In: New Hampshire Inter-disciplinary Conference on the History of Geology (1967: Rye Beach). Mass., MIT Press.

Scott, T.M., Knapp, M.S., Friddell, M.S., Weide, D.L, 1986. Quaternary geologic map of the Jacksonville 4° × 6° quadrangle, United States: U.S. Geological Survey Miscellaneous Investigations Series Map I–1420 (NH–17), scale 1:1,000,000.

Severgin, V. 1803. Zapiski puteshestviya po zapadnym provintsiyam Rossiyskogo gosudarstva, ili mineralogicheskiye, chozyaistvennye i drugiye primechaniya, uchinennye vo vremya proyezda cherez onye v 1802 godu. Pri Imperatoskoy akademii nauk, St Petersburg.

Sollas, W. J., 1896. A map to show the distribution of eskers in Ireland. Sci Trans Roy Dublin Soc 5:795–822.

Soller, D.R., 1992. Text and references to accompany "Map showing the thickness and character of Quaternary sediments in the glaciated United States east of the Rocky Mountains": U.S. Geological Survey Bulletin 1921, 54 p.

Soller, D.R., Packard, P.H., Garrity, C.P., 2012. Database for USGS Map I-1970 — Map showing the thickness and character of Quaternary sediments in the glaciated United States east of the Rocky Mountains: U.S. Geological Survey Data Series 656.

Strickland, H.E., 1840. On the Geology of the Neighbourhood of Smyrna. Transactions of the Geological Society of London, ser. 2; vol. 5; pt. 2; p. 393-402

Suguio, K., Salluns, A.E.M., Soares, E.A.A., 2005. Quaternary: "Quo Vadis"?. Episodes, 28 (3), 197-200.

Synge, F.M., 1950. The glacial deposits around Trim, Co. Meath. Proceedings of the Royal Irish Academy. Section B: Biological, Geological, and Chemical Science Vol. 53 (10):99–110.

Şengör, A.M.C., 2000. Jeolojik Takvim. *Cogito*, 22, Özel Ek, 1-46.

Tanner, V. 1915. Studier öfver kvartärsystemet i Fennoscandias nordliga deler. III. Om landisens rörelser och afsmältning i Finska Lappland och angränsande trakter. Fennia 36, 815 pp.

Tchihatcheff, P., 1867-1869. Asie Mineure: Descriptions physique de cette contrée. quatrième partie, Géologie par, Editeur : L. Guérin, Paris, 3 Tome.

Thoresen, M., 1990. Quaternary map of Norway, scale 1:1 million, with description (Norveççe). Summary. Geological Survey of Norway.

Troedson, A. L., 2016. Central Coast area 1:100.000 and 1:25.000, Coastal Quaternary Geology Map Series. Geological Survey of New South Wales, Maitland.

Troedson, A. L., Deyssing, L., 2015. Coastal Quaternary mapping of the southern Hunter to northern Illawarra regions, New South Wales. Quarterly Notes, 146, 1-30.

Ulu, Ü., Bulduk, A.K., Ekmekçi, E., Karakaş, M., Ocal, H., Arbas, A., Saçlı, L, Taşkıran, A., Adır, M., Sözeri, Ş., Karabıyıkoğlu, M. 1994. İnlice-Akkise ve Cihanbeyli-Karapınar Alanının Jeolojisi. MTA Rapor no: 9720, 219 s.

Undås, I. 1942. On the late-Quaternary history of Møre and Trøndelag (Norway). Det kongelige Norske Videnskabers Selskabs Skrifter 1942, Nr. 2, 92 pp.

van Couvering, J.A. (Ed.) 1997. The Pleistocene Boundary and Beginning of Quaternary. World and Regional Geology Series 9, Cambridge University Press, New York, 312 s.

van Loon, A. J., 2000. The strangest 0.05% of the geological history. *Earth-Science Reviews*, 50, 125-133.

Vaškovský, I., 1973. Geologická mapa kvartéru Slovenska 1 : 500 000. Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava.

Wright, H. E., Frye, D. G. Jr., 1965. *Quaternary of the United States*. New Jersey, NJ: Princeton University Press.

Wright, Jr. H. E., Bartlein, P. J., 1993. Reflections on COHMAP. The Holocene, 3, 89-92.

Wright, W.B., 1914. The Quaternary Ice Age, 1st edn. Macmillan, London.

Wright, W.B., Muff, H.B., 1904. The pre-glacial raised beach of the south coast of Ireland. The Irish Naturalist, 13(12), 291-294.

Žebera, K., 1966. Mapa kvartéru a zvetraninového pláště ČSSR 1 : 1 000 000 In: Atlas geológie Československa 1 : 1 000 000, 1968, Praha.