

Biyolojik Uzaklığın Belirlenmesinde Ölçülemeyen Dış Özellikleri Verilerinin Analizi: Geçmiş Anadolu Toplulukları Özelinde AnthroMMD Paket Programının Denenmesi

Ali AKBABA^{1*}, Mustafa ÖZKAN²

¹ Doktora Öğrencisi, Ankara Üniversitesi, Paleoantropoloji Antropoloji Bilim Dalı, Ankara/TÜRKİYE

² Doktora Öğrencisi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Biyolojik Bilimler Bölümü, Ankara/TÜRKİYE

* Sorumlu Yazar / Corresponding Author:

Ali Akbaba

Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü

Antropoloji Anabilim Dalı, Paleoantropoloji Bilim Dalı

Dil ve Tarih - Coğrafya Fakültesi

Sıhhiye Ankara, TÜRKİYE

E-posta: akbaba2016@gmail.com

Alındı/Received: 15 Ekim / October 2019

Düzeltildi/Revised: 22 Kasım / November 2019

Kabul/Accepted: 25 Kasım / October 2019

Yayımlandı/Published: 20 Aralık / December 2019

Öz

Toplumların biyolojik uzaklıklarının belirlenmesinde başta genetik çalışmalar olmak üzere, linguistik, antropometrik, osteometrik, odontometrik ve antroposkopik birçok farklı veri kaynağından yararlanılmaktadır. Genetik çalışmalar, ciddi bir altyapı gereksinimi ve yüksek maliyetinden dolayı dışarıda bırakılacak olursa biyolojik uzaklık çalışmalarında ölçülemeyen dış özellikleri diğer iskelet özelliklerine göre birçok avantaja sahiptir. Bu avantajlar, çok etkenli bir kalıtıma (genetik, epigenetik ve çevresel) sahip olmaları, cinsiyetler arasında anlamlı bir farklılık göstermemeleri, tutarlı bir sağ ve sol çene tarafı farklılığının olmaması, gözlem içi ve gözlemciler arası uyumu sağlayan standart bir kaydetme sistemine (Arizona State Üniversitesi Dental Antropoloji Sistemi / ASUDAS) sahip olmalarıdır. Ölçülemeyen dış özelliklerinin tanımlanması ve derecelendirilmesi için geliştirilen sistem ve standartla birlikte elde edilen verilerin doğru bir şekilde analiz edilmesi için kullanılan istatistiksel yöntemler (Mean Measure of Divergence / MMD, Mahalanobis D²) ve bu yöntemlerin uygulandığı programlar da (R, SPSS, C++) oldukça önemlidir. İlgili bu çalışmada da amaç Anadolu örnekleri özelinde, MMD istatistiğini temel alarak R programlama dili üzerinde geliştirilen AnthroMMD paket programının özelliklerini ve grafiksel kullanıcı arayüzünün avantajlarını göstermek ve elde edilen sonuçları tartışmaktır. Bu amaçla "AnthroMMD" paket programı Topaklı (TP / Nevşehir), Klazomenai (KLZ / İzmir), İzmir Demir Çelik Limanı (İDÇ / İzmir) ve Batı Limanı (BTL / İzmir) kazılarında çıkarılan iskeletlerin ölçülemeyen dış özellikleri verilerinin bir bölümü kullanılarak denenmiştir. Sonuç olarak, diğer programlardan farklı olarak AnthroMMD paket programının ve bu programın grafiksel kullanıcı arayüzünün hem gerekli istatistiklerin hesaplanmasında hem de elde edilen verilerin grafikleştirilmesinde büyük kolaylıklar sağladığı görülmüştür. Elde edilen sonuçlar, henüz genetik verileri olmayan ilgili toplulukların, dönemsel yakınlıkları ve coğrafik konumları dikkate alındığında tahmin edilen biyolojik uzaklık ilişkileri ile tutarlıdır.

Anahtar Sözcükler: Biyolojik uzaklık, ölçülemeyen dış özellikleri, AnthroMMD, grafiksel kullanıcı arayüzü

The Analysis of Non-metric Dental Trait Data for Determining Biological Distance: The Use of AnthroMMD Package on Ancient Anatolian Populations

Abstract

Many different data sources are used in determining the biological distance of populations, mostly the results of genetic and also linguistic, anthropometric, osteometric, odontometric and anthroposcopic studies. If the use of genetic studies is not considered due to the need of a serious infrastructure and a high cost, non-metric dental traits have many advantages over other skeletal traits for biological distance determination. These advantages include a multifactorial inheritance (genetics, epigenetics and environmental), no significant sexual dimorphic features, no consistent right and left jaw side differences, and having a standard recording system providing for in-observer and inter-observer compliance (Arizona State University Dental Anthropology System / ASUDAS). The system and standards for determining and quantifying non-metric dental traits are as important as the statistical methods (Mean Measure Divergence / MMD, Mahalanobis D²) used for the accurate analysis of the data, and also the softwares (R, SPSS, C++) in which these methods are applied. The aim of this study is to indicate the features of AnthroMMD package program developed on R programming language based on MMD statistics, to show the advantages of graphical user interface, and to discuss the results in terms of Anatolian samples. For this purpose, "AnthroMMD" package program is tested by using part of the non-metric dental traits data provided from skeletons obtained from the Topaklı (TP / Nevşehir), Klazomenai (KLZ / İzmir), İzmir Demir Çelik Limanı (İDÇ / İzmir) and Batı Limanı (BTL / İzmir) excavations. As a result, it is seen that AnthroMMD package program and its graphical user interface provide great convenience both in calculating the required statistics and in visualizing the obtained data unlike other programs. The results obtained are consistent with the predicted biological distance relationships in terms of the periodic proximity and geographic location of the relevant populations without genetic data.

Key Words: Biological Distance, Non-metric dental traits, AnthroMMD, Graphical User Interface (GUI)

Atf için / Cite as:

Akbaba, A., ve Özkan, M. (2019). Biyolojik Uzaklığın Belirlenmesinde Ölçülemeyen Dış Özellikleri Verilerinin Analizi: Geçmiş Anadolu Toplulukları Özelinde AnthroMMD Paket Programının Denenmesi. *Antropoloji*, 38, 94-100.

DOI: 10.33613/antropolojidergisi.641416

Giriş

Biyolojik uzaklık; genetik, epigenetik ve çevresel bileşenlere sahip çok etkenli (polijenik) kalıtımın neden olduğu ölçülen ya da ölçülemeyen iskelet ve diş morfolojilerini kullanarak, geçmiş ya da günümüz insan popülasyonları arasındaki biyolojik uzaklığı, çok değişkenli istatistiksel yöntemler kullanarak belirleyen bir çalışma alanıdır (Buikstra vd., 1990; Hefner vd., 2016). 19. yüzyılın sonlarına doğru kafatası, vücut iskeletleri, dişlerin ölçülen ve ölçülemeyen özelliklerini konu alan gözlemsel araştırmalar 20. yüzyılın ortalarında gelişmeye başlayan çok değişkenli istatistiksel yöntemlerle birleşerek biyolojik uzaklık çalışmalarına önemli bir ivme kazandırmıştır (Scott ve Turner, 2008; Hefner, 2016). Ölçülemeyen diş özelliklerinin tanımlanması ve derecelendirilmesine ilişkin ilk çalışmalar 1920'li yıllarda başlamış olmakla birlikte (Hrdlička, 1920), bu alanda gözlemciler arası ve gözlem içi farklılığı ortadan kaldırmak için ASUDAS olarak tanımlanan standart sistem Turner ve arkadaşları tarafından 1991 yılında geliştirilmiştir (Turner vd., 1991).

Biyolojik uzaklık çalışmalarında, ölçülen ve ölçülemeyen iskelet özelliklerinin tanımlanması ve derecelendirilmesi için geliştirilen ilgili sistem ve standartlarla birlikte elde edilen verilerin doğru analiz edilmesi için uygulanan istatistiksel yöntemler de oldukça önemlidir (Eroğlu, 2009). Bu anlamda ölçülemeyen diş özellikleri verilerinin analizinde farklı istatistiksel yöntemler kullanılmakla birlikte bu alanda en çok kabul gören istatistik, C. A. B. Smith tarafından 1960 yılında geliştirilen ve daha sonra farklı araştırmacılar tarafından yeniden revize edilen *Mean Measure of Divergence* (MMD) istatistiğidir (Harris ve Sjøvold, 2004; Irish, 2010). Bu yöntemle, birden fazla grup ve bu gruplara mensup bireyler arasında, iki ihtimalli birden çok değişkenden yararlanarak biyolojik uzaklığın istatistiksel bir değerlendirilmesi yapılabilmektedir. MMD istatistiği farklı birçok istatistik programı kullanılarak hesaplanmakla birlikte bu istatistiği temel alarak R programlama dili üzerinde geliştirilen AnthroMMD paket programı ve bu programın grafiksel kullanıcı arayüzü, diğer programlardan farklı olarak analizlerin daha hızlı ve

daha kolay yapılmasını sağlamaktadır (Santos, 2018).

Gereç ve Yöntem

Araştırmanın materyalini, Tablo 1'de de görüleceği üzere, Nevşehir ilinin Avanos ilçesinde bulunan ve MS 6. ve 7. yüzyıllar arasına tarihlendirilen Topaklı kazısı iskeletlerinden 45 bireyin (Güleç, 1987), İzmir ilinin Aliğa ilçesinde bulunan Kyme antik kentine ait nekropolün bir kısmını oluşturan, MÖ 4. ve 1. yüzyıllar arasına tarihlendirilen ve İzmir Demir Çelik Limanı isimli özel bir şirketin arazisinde bulunduğu içinde İzmir Müzesi tarafından bu isimle anılan 19 bireyin, yine Kyme antik kentine ait nekropolün farklı bir kısmını oluşturan, MÖ 5. ve 2. yüzyıllar arasına tarihlendirilen ve Batı Limanı (Batıçim) isimli özel bir şirketin arazisinde bulunduğu için de bu isimle anılan iskeletlerden 54 bireyin ve son olarak İzmir ilinin Urla ilçesinde bulunan MÖ 7. ve 4. yüzyıllar arasına tarihlendirilen Klazomenai kazısından çıkartılmış iskeletlerden 20 bireyin (Güleç, 1989; Güleç vd., 1998) ölçülemeyen diş özellikleri oluşturmaktadır.

Sadece daimî dişlerde gözlemlenen özelliklerin kullanıldığı ilgili çalışmada ölçülemeyen diş özelliklerinin tanımlanması ve derecelendirilmesinde ASUDAS'ın temel aldığı 29 ölçülemeyen diş özelliği referans alınmıştır (Turner vd., 1991; Scott ve Turner, 1997; Edgar, 2017; Scott ve Irish, 2017). Aynı özelliğin farklı diş tiplerinde görülmesi nedeniyle de ilgili çalışmada kullanılan ölçülemeyen diş özelliği sayısı toplamda 54'dür.

AnthroMMD paket programında verilerin analizinde kullanılan istatistikler, üzerinde uzlaşma sağlanan MMD formülü kullanılarak hesaplanmaktadır (Irish, 2010). R Stüdyo (RStudio Team, 2015) arayüzüne ilgili paket [AnthroMMD (Santos, 2018)] yüklendikten sonra grafiksel kullanıcı arayüzüne erişilmektedir. Sonra paket programa, ham veri ya da birey ve gözlemlenen özellik sayılarının bulunduğu veri tiplerinden birisi CSV ya da metin (*text*, TXT) dosya formatında yüklenir. Veriler yüklendikten sonra "Freeman ve Tukey" açılal dönüşüm formülü tercih edilir ve az sayıda bireyden elde edilen verileri hesaplamaya dâhil etmemek için her bir grup için özelliğin görüldüğü en az birey sayısı

Tablo 1. AnthroMMD paket programının denenmesine ölçülemeyen diş özellikleri verileri kullanılan iskelet örneklerinin ait olduğunu dönemler ve birey sayıları

Kazı Alanı	Nevşehir Topaklı (TP)	İzmir Demir Çelik Limanı (İDÇ)	İzmir Batı Limanı (BTL)	İzmir Klazomenai (KLZ)
Tarihlendirme	MS 6. ve 7. yüzyıl	MÖ 4. ve 1. yüzyıl	MÖ 5. ve 2. yüzyıl	MÖ 7. ve 4. yüzyıl
Birey Sayısı	45	19	54	20

Tablo 2. Fisher kesinlik testi sonuçları ve ilgili p değerleri

Ölçülemeyen Diş Özellikleri	Popülasyonlar					
	BTL-İDÇ	BTL-KLZ	BTL-TP	İDÇ-KLZ	İDÇ-TP	KLZ-TP
Shovel-UI1/2-6	0,499	0,506	0,095	0,233	0,024	0,733
Interrupt Groove-UI2 +/-	0,126	0,748	0,043	0,299	0,002	0,062
Canin Tuberculum Dentale-UC/1-3	0,438	0,005	1,000	0,128	0,658	0,017
Mesial ve Distal Acces. Cusp-UPm1	0,073	0,013	0,059	0,642	1,000	1,000
Mesial ve Distal Acces. Cusp-UPm2	0,273	0,231	0,000	1,000	0,014	0,036
Accessory Ridge-UPm2/2-4	1,000	1,000	0,033	1,000	0,042	0,100
Cusp 5_UM1/1-5	1,000	1,000	0,008	1,000	0,021	0,021
Carabelli's Trait-UM1/2-7	1,000	0,207	0,170	0,428	0,331	0,022
Lingual Cusps-LPm2/2-9	0,213	0,046	0,750	0,705	0,238	0,067
Cusp 5-LM2/1-5	1,000	0,564	0,006	0,464	0,044	0,007

10 olarak tercih edilir. Ayrıca, MMD değerlerinin sağlıklı bir şekilde hesaplanabilmesi için yeterli sayıda veri içermeyen bazı özelliklerin hariç tutulması gerekmektedir. Paket program bunu yapmak için dört seçenek sunar: (a) polimorfik olmayan özellikleri hariç tut (b) polimorfik olmayan-benzeri özellikleri hariç tut (c) Fisher kesinlik testi uygula ve (d) her grup için benzer oranlarda görülen özellikleri hariç tut. Burada da üçüncü seçenek olan “Fisher kesinlik testi uygula” seçeneği kullanılarak sadece aralarında anlamlı farklılık olan özellikler hesaplamaya dâhil edilir (Santos, 2018).

AnthropMMD paket programı tarafından gerekli istatistiksel hesaplamalar yapıldıktan sonra sonuçların grafiğe dönüştürülmesi aşamasına geçilir. Bu aşamada da ilgili program kullanıcıya, “Çok boyutlu ölçekleme (MDS)” ve “Hiyerarşik kümelenme” olmak üzere iki farklı grafik seçeneği sunar. MDS grafiği için (a) Klasik metrik (b) SMACOF aralık tipi (c) SMACOF oran tipi ve (d) SMACOF ölçülemeyen olmak üzere dört farklı MDS metodu ile karşılaştırılır. Bu metotlardan da ölçülemeyen diş özellikleri için “SMACOF ölçülemeyen” metodu seçildikten sonra iki boyutlu MDS grafiği elde edilir. Hiyerarşik kümelenme grafiği içinde (a) Ward metodu (b) tek bağlantı (c) tam bağlantı ve (d) ortalama bağlantı olmak üzere dört farklı hiyerarşik kümeleme metodu ile karşılaştırılır. Bu metotlardan da ölçülemeyen diş özellikleri için “Ward metodu” seçilerek hiyerarşik kümeleme grafiği elde edilir (Santos, 2018).

Bulgular

Yöntem kısmında da belirtildiği üzere ilgili analizlerde, 29 ölçülemeyen diş özelliği temel alınarak toplamda 54 özelliğin verisi kullanılmıştır. MMD değerlerinin

sağlıklı bir şekilde hesaplanması ve dolayısıyla da topluluklar arasındaki biyolojik uzaklığın doğru bir şekilde belirlenmesi için sadece anlamlı ölçüde farklılık gösteren özellikleri hesaba katmaya yarayan Fisher kesinlik testinin sonuçları ve ilgili p değerleri Tablo 2’de görülmektedir. Buna göre kullanılan 54 özellikten sadece 10 tanesi anlamlı sonuç vermiştir.

Her bir grup için özelliğin görüldüğü en az birey sayısını belirten eşik değeri (10) ve Fisher kesinlik testi sonuçlarına göre hesaplamaya dâhil edilen ölçülemeyen diş özelliklerinin sayısı ve frekansları Tablo 3’de görülmektedir.

MMD istatistikleri hesaplandıktan sonra Tablo 4’te de görüleceği üzere toplulukların ikili karşılaştırma değerlerini gösteren bir simetrik matris elde edilmiştir. Bu matris kullanılarak da ilgili grafikler çizilmektedir.

Toplulukları arasındaki MMD anlamlılık değerleri ve sonuçları Tablo 5’te verilmiştir. Buna göre, BTL ve İDÇ arasında anlamlı bir farklılık gözlenmezken, BTL, KLZ ve TP arasındaki fark anlamlıdır. İDÇ ile hem BTL hem de KLZ arasında anlamlı bir farklılık bulunmazken İDÇ ile TP arasındaki fark anlamlıdır. Son olarak, bir diş grup olarak düşünülen TP ile diğer bütün topluluklar arasındaki fark anlamlı bulunmuştur.

MMD istatistiklerine göre elde edilen MDS grafiğine bakıldığında (Grafik 1), BTL, İDÇ ve KLZ topluluklarının TP’ye göre birbirine yakın konumlandığı görülmektedir. Bununla birlikte, İDÇ topluluğu BTL ve KLZ toplulukları arasına konumlanmıştır.

MMD istatistiklerine göre elde edilen hiyerarşik kümelenme grafiğine bakıldığında da (Grafik 2), yine Ege topluluklarının TP’ye göre birlikte kümelendiği görülmektedir. Bununla birlikte Ege toplulukları

Tablo 3. Fisher kesinlik testi sonuçlarına göre analizlere dâhil edilen ölçülemeyen diş özellikleri ve frekansları (n: birey sayısı, f: frekans)

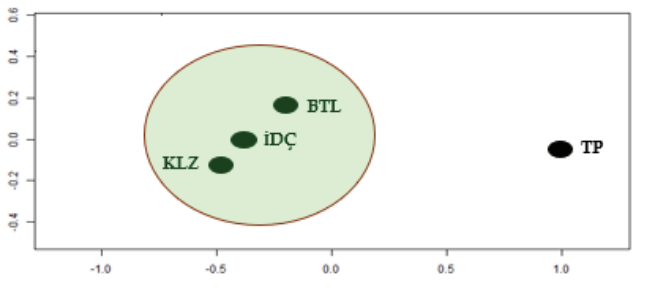
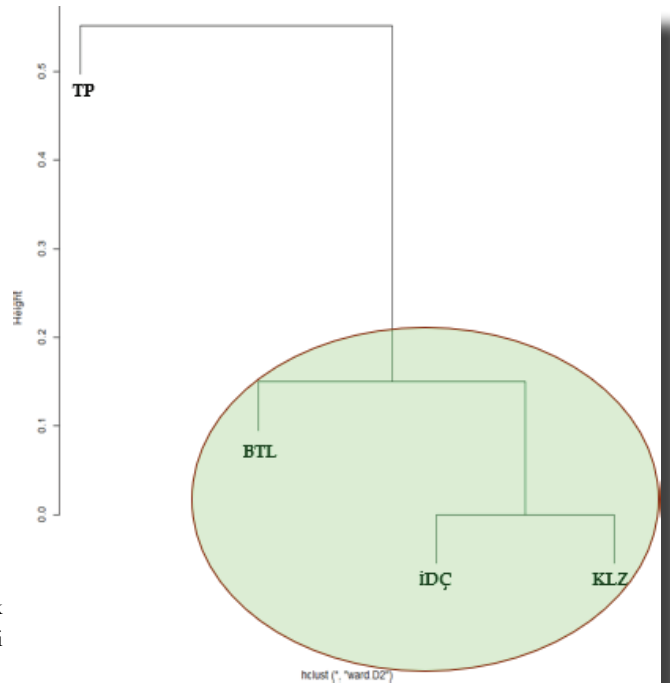
Ölçülemeyen diş özellikleri	BTL		İDÇ		KLZ		TP	
	n	f	n	f	n	f	n	f
1 Shovel-UI1/2-6	33	0,697	17	0,824	14	0,571	22	0,455
2 Interrupt Groove-UI2 +/-	39	0,308	16	0,563	14	0,357	19	0,053
3 Canin Tuberculum Dentale-UC/1-3	40	0,125	18	0,222	13	0,538	18	0,111
4 Mesial ve Distal Acces. Cusp-UPm1	42	0,000	16	0,125	14	0,214	14	0,143
5 Mesial ve Distal Acces. Cusp-UPm2	40	0,000	15	0,067	12	0,083	14	0,500
6 Accessory Ridge-UPm2/2-4	40	0,050	15	0,000	12	0,000	14	0,286
7 Cusp 5_UM1/1-5	41	0,073	13	0,000	13	0,000	36	0,333
8 Carabelli's Trait-UM1/2-7	41	0,537	13	0,538	13	0,308	36	0,694
9 Lingual Cusps-LPm2/2-9	45	0,600	13	0,385	17	0,294	12	0,667
10 Cusp 5-LM2/1-5	42	0,095	13	0,077	15	0,000	16	0,438

Tablo 4. MMD değerlerinin simetrik matrisi

	BTL	İDÇ	KLZ	TP
BTL	0,000	0,043	0,178	0,392
İDÇ	0,043	0,000	0,000	0,442
KLZ	0,178	0,000	0,000	0,521
TP	0,392	0,442	0,521	0,000

Tablo 5. Topluluklar arasında MMD anlamlılık değerleri ve sonuçları ("*": anlamlı, NS: anlamlı olmayan, NA: hesaplanmayan boş hücre)

	BTL	İDÇ	KLZ	TP
BTL	NA	0,043	0,178	0,392
İDÇ	NS	NA	-0,01	0,442
KLZ	*	NS	NA	0,521
TP	*	*	*	NA

**Grafik 1.** BTL, İDÇ, KLZ ve TP topluluklarının MDS grafiği**Grafik 2.** BTL, İDÇ, KLZ ve TP topluluklarının hiyerarşik kümeleme grafiği

kendi içerisinde değerlendirildiğinde de İDÇ ve KLZ gruplarının BTL'ye göre daha yakın kümelendiği görülmektedir.

Tartışma

İlgili çalışmada kullanılan AnthropMMD paket programını, uygulanabilirlik (sağladığı kolaylık ve hız) ve elde edilen sonuçlar olmak üzere iki farklı boyutta tartışmak mümkündür. Uygulanabilirlik açısından ele alındığında AnthropMMD paket programının, diğer istatistik programlarında olmayan kolay erişilebilen bir grafiksel kullanıcı arayüze sahip olması ilgili analizlerin yapılmasında birçok avantaj sağlamaktadır. Bu avantajlar şöyle sıralanabilir:

1. Ham ve işlenmiş olmak üzere iki farklı veri tipini kabul etmesi
2. Analizlerde birden fazla açısız dönüşüm formülü seçeneği sunması
3. Analizlere dâhil edilecek özelliklerin seçilmesinde, birey sayısını göz önünde bulundurularak dört farklı hesaplama seçeneği sunması ve buna bağlı olarak MMD değerlerinin daha tutarlı bir şekilde hesaplanmasını sağlaması
4. Hem MDS hem de hiyerarşik kümelendirme grafiklerini çizmesi ve bu grafikleri çizerken de bu alanda kullanılan tüm metotları seçenek olarak sunması.

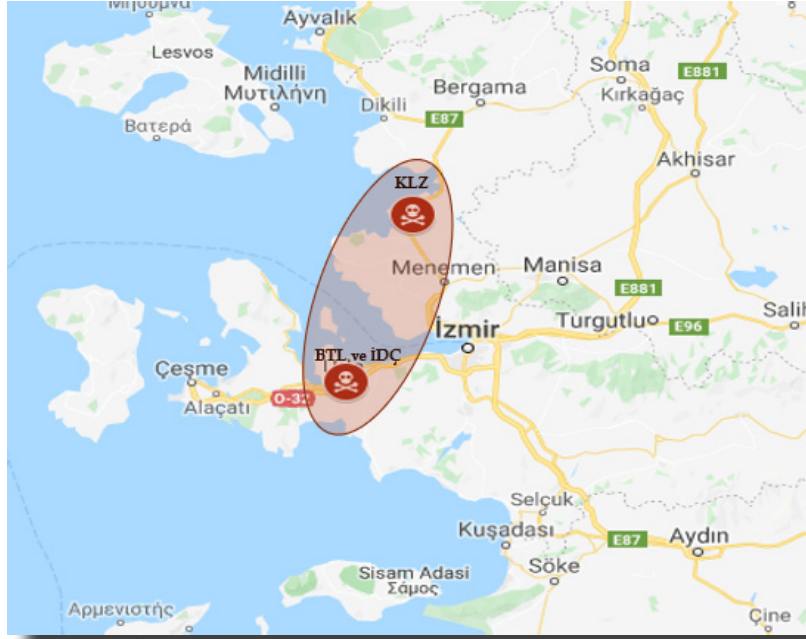
AnthropMMD paket programını, elde edilen sonuçlar açısından tartışabilmek için öncelikli olarak elde edilen sonuçların doğruluğunun yani bu toplulukların gerçek biyolojik uzaklıklarının bilinmesi gerekmektedir.

Bu da genetik veriyle mümkündür ancak elimizde henüz bu topluluklara ait genetik veri bulunmamaktadır. Bu durumda, ilgili toplulukların biyolojik uzaklıklarını tahmin etmek ve bu tahminler doğrultusunda da elde edilen sonuçları değerlendirmek için toplulukların dönemsel ve coğrafik özellikleri dikkate alınmıştır. Bu bakımdan değerlendirildiğinde birinci olarak, BTL, İDÇ ve KLZ gruplarından oluşan Ege toplulukları hem dönemsel hem de coğrafik olarak birbirlerine çok yakındır. TP topluluğu dönemsel ve coğrafik olarak Ege topluluklarından ayrı olduğu için onu bir dış grup olarak düşünmek ve dolayısıyla da biyolojik uzaklık olarak diğer toplulukların TP'ye göre birbirlerine daha yakın konumlanmalarını beklemek mümkündür. İkinci olarak, Resim 1'de de görüleceği üzere, BTL ve İDÇ topluluklarının coğrafik konumlarına bakıldığında bu iki iskelet grubu Kyme antik kentine hemen hemen aynı uzaklıkta yer almaktadırlar. İki kazı alanı sadece ortadan geçen bir karayoluyla birbirinden ayrılmaktadır. Dolayısıyla da hem dönemsel hem de coğrafik olarak birbirine bu kadar yakın olan bu iki topluluğun biyolojik uzaklık olarak birbirine daha yakın çıkması beklenmektedir.

Son olarak, Resim 2'de görüleceği üzere BTL ve İDÇ toplulukları, hemen hemen aynı dönemlere tarihlendirilen KLZ topluluğuyla aynı kıyı şeridi üzerinde yer almaktadır. Coğrafik yakınlıkları dikkate alındığında bu topluluklar arasında bir gen akışının olabileceğini varsaymak ve dolayısıyla da toplulukların biyolojik olarak yakın çıkmalarını beklemek mümkündür.



Resim 1. İDÇ ve BTL topluluklarının coğrafik konumları (İzmir Arkeoloji Müzesi arşivi)



Resim 2. İDÇ ve BTL topluluklarının KLZ topluluğuna göre coğrafik konumu

Yukarıda bahsedilen beklenti ve tahminler doğrultusunda, sırasıyla Grafik 1 ve Grafik 2’de verilen MDS ve hiyerarşik kümeleme grafikleri değerlendirildiğinde, elde edilen sonuçların topluluklar arasında ki dönemsel ve coğrafik veriler kullanılarak tahmin edilen biyolojik uzaklık sonuçları ile tutarlı olduğu görülmektedir. Ege toplulukları, bir dış grup olarak düşünülen TP’ye göre birlikte kümelenmişlerdir. Ege toplulukları kendi içlerinde değerlendirildiğinde, elde edilen sonuçlar tahmin edilenden biraz daha farklıdır. BTL ile İDÇ arasında anlamlı bir farklılık bulunmazken BTL’nin KLZ ile arasında anlamlı bir farklılığın olması ve İDÇ ile KLZ arasında da anlamlı bir farklılığın olmaması İDÇ ile KLZ gruplarının birbirlerine daha yakın kümelenmesine neden olmuştur. Bu durum, KLZ ve İDÇ toplulukları arasında, KLZ ve BTL’ye göre daha fazla gen akışı olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Sonuç

Geçmiş Anadolu toplulukları özelinde ölçülemeyen dış özellikleri analizlerinde kullanılan AnthropMMD paket programı denendiğinde, bu programın grafiksel kullanıcı arayüzünün uygulanabilirlik açısından oldukça kullanışlı olduğu görülmüştür. Uluslararası literatüre bakıldığında MMD istatistiği, ölçülemeyen dış özellikleri kullanılarak yapılan biyolojik uzaklık çalışmalarında en çok kabul gören istatistiksel yöntemdir (Irish, 2010; Nikita, 2015). Dolayısıyla da MMD istatistiğinin kullanıldığı AnthropMMD paket programı, tutarlı sonuçların elde edilmesini ve ilgili analizlerin tek bir arayüz üzerinde kolay ve hızlı bir şekilde yapılmasını sağlamaktadır. Elde edilen sonuçlar, geçmiş toplumlar arasındaki biyolojik uzaklığın belirlenmesinde ölçülemeyen dış özelliklerinin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Ölçülemeyen

dış özelliklerinin tanımlanması, derecelendirilmesi ve verilerinin analizlerinde uluslararası kabul gören ASUDAS ve AnthropMMD gibi metodolojiler kullanılarak bu alanda yapılan çalışmaların ülkemizde de artması, geçmişte yaşamış Anadolu topluluklarının biyolojik ve demografik ilişkilerini anlamamızı kolaylaştıracaktır. AnthropMMD paket programı kullanılarak elde edilen sonuçlar her ne kadar tahmin ve beklentilere yakın elde edilmiş olsa da bu topluluklar arasındaki biyolojik uzaklığın tam olarak belirlenmesi ve buna bağlı olarak kullanılan yöntem ya da yöntemlerin doğruluğunun netleşmesi yapılacak genetik çalışmalarla mümkündür.

Teşekkür

Bilgilerini esirgemeyen Prof. Dr. Serpil Eroğlu Çelebi, Prof. Dr. Mehmet Sağır ve Dr. Kıvılcım Başak Vural’a; Topaklı ve Klazomenai iskelet topluluklarının ölçülemeyen dış özelliklerini çalışmamıza olanak sağlayan Prof. Dr. Erksin Güleç’e; İzmir Demir Çelik Limanı ve Batı Limanı iskelet topluluklarına ulaşmama vesile olan Simge Dinçarslan, İsmail Dinçarslan, Asuman Alpagut ve İzmir Arkeoloji Müzesi’ne; laboratuvar kısmında yardımlarını esirgemeyen Berkay Yaşar, Harun Mavi, Sefa Keser ve Mertcan Erice’ye; son olarak ilgili kazı başkanlarına ve emeği geçen herkese teşekkür ederim.

Kaynakça

- Buikstra, J. E., Frankenberg, S. R., ve Konigsberg, L. W. (1990). Skeletal biological distance studies in American physical anthropology: recent trends. *American Journal of Physical Anthropology*, 82(1), 1-7. DOI: [10.1002/ajpa.1330820102](https://doi.org/10.1002/ajpa.1330820102)
- Edgar, H. J. (2017). *Dental Morphology for Anthropology: An Illustrated Manual*. Taylor & Francis. DOI: [10.4324/9781315300832](https://doi.org/10.4324/9781315300832)

- Eroğlu, S. (2009). Ölçülemeyen Diş Özelliklerinin Biyolojik Uzaklık Çalışmalarındaki Önemi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6(11), 543-567.
- Güleç, E. (1987). Topaklı popülasyonunun demografik ve paleoantropolojik analizi. *Araştırma Sonuçları Toplantısı*, 5, 347-357.
- Güleç, E. (1989). Klazomenai İskeletlerinin Paleoantropolojik Açısından Değerlendirilmesi. *Belleten*, 53(207-208), 565-582.
- Güleç, E., Sevim, A., Özer, İ., ve Sağır, M. (1998). Klazomenai'de yaşamış insanların sağlık sorunları. *Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, XIII, 133-159.
- Harris, E. F., ve Sjøvold, T. (2004). Calculation of Smith's mean measure of divergence for intergroup comparisons using nonmetric data. *Dental Anthropology*, 17(3), 83-93. DOI: [10.26575/daj.v17i3.152](https://doi.org/10.26575/daj.v17i3.152)
- Hefner, J. T., Pilloud, M. A., Buikstra, J., ve Vogelsberg, C. (2016). A brief history of biological distance analysis. M. A. Pilloud ve J. T. Hefner (Ed.) içinde, *Biological Distance Analysis* (s. 3-22). UK, USA: Academic Press. DOI: [10.1016/B978-0-12-801966-5.00001-9](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801966-5.00001-9)
- Hrdlička, A. (1920). Shovel-shaped teeth. *American Journal of Physical Anthropology*, 3(4), 429-465. DOI: [10.1002/ajpa.1330030403](https://doi.org/10.1002/ajpa.1330030403)
- Irish, J. D. (2010). The mean measure of divergence: Its utility in model-free and model-bound analyses relative to the Mahalanobis D2 distance for nonmetric traits. *American Journal of Human Biology*, 22(3), 378-395. doi:[10.1002/ajhb.21010](https://doi.org/10.1002/ajhb.21010)
- Nikita, E. (2015). A critical review of the mean measure of divergence and Mahalanobis distances using artificial data and new approaches to the estimation of biodistances employing nonmetric traits. *American Journal of Physical Anthropology*, 157(2), 284-294. DOI: [10.1002/ajpa.22708](https://doi.org/10.1002/ajpa.22708)
- RStudio Team (2015). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA. URL: <http://www.rstudio.com/>
- Santos, F. (2018). AnthroMMD: an R package with a graphical user interface for the mean measure of divergence. *American Journal of Physical Anthropology*, 165(1), 200-205. DOI: [10.1002/ajpa.23336](https://doi.org/10.1002/ajpa.23336)
- Scott, G. R., ve Irish, J. D. (2017). Human Tooth Crown and Root Morphology: The Arizona State University Dental Anthropology System. Cambridge University Press. DOI: [10.1017/9781316156629](https://doi.org/10.1017/9781316156629)
- Scott, R., ve Turner, C. G. (1997). *The anthropology of modern human teeth: dental morphology and its variation in recent human populations*. Cambridge University Press. DOI: [10.1017/CBO9781316529843](https://doi.org/10.1017/CBO9781316529843)
- Scott, G. R., ve Turner, C. G. (2008). History of Dental Anthropology. J. D. Irish ve G. C. Nelson. (Ed.) içinde, *Technique and Application in Dental Anthropology* (s. 10-34). Cambridge: Cambridge University Press. DOI: [10.1017/CBO9780511542442](https://doi.org/10.1017/CBO9780511542442)
- Turner, C. G., Nichol, C. R., ve Scott, G. R. (1991). Scoring procedures for key morphological traits of the permanent dentition: The Arizona State University dental anthropology system. M. A. Kelley ve C. S. Larsen (Ed.) içinde, *Advances in Dental Anthropology* (s. 13-31). New York: Wiley-Liss.