

## Erken Tunç Çağı İkiztepe topluluğunda stronsiyum-kalsiyum oranı ile süttten kesme yaşının belirlenmesi

Kameray Özdemir<sup>1</sup>, Yılmaz Selim Erdal<sup>2</sup>

Hacettepe Üniversitesi Edebiyat Fakültesi <sup>1</sup>Antropoloji Doktoru, <sup>2</sup>Antropoloji Profesörü

**SUMMARY:** Kameray Ö, Erdal YS. (Department of Anthropology, Hacettepe University Faculty of Literacy, Ankara, Turkey). Determination of weaning age by Sr/Ca ratios in the Early Bronze Age İkiztepe population. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi 2009; 51: 128-140.

Due to the fact that most foods have higher strontium/calcium (Sr/Ca) ratios than that of human milk, it is possible to determine the age at which supplementary items entered the infants' diet and to identify the weaning process in ancient populations. In this study, Sr, Ca and phosphorous content of 90 bone samples belonging to infants, children and adults from İkiztepe settlement dated to the Early Bronze Age were analyzed by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) method. The Sr/Ca ratio of breastfeeding infants shows the lowest values among a population since they discriminate poorly against Sr in favor of Ca in the gastrointestinal tract. The supplementary food entering the infant diet results in a rapidly increased Sr/Ca ratio. The increasing discrimination against Sr absorption in the gut with age causes a decline in the Sr/Ca ratio. With age, the Sr/Ca ratio increases again and resembles adult values. On the human bones in İkiztepe, it was determined that the infants were breastfed until they reached one year of age, that the entry age for supplementary food was approximately at one year, and that the weaning process was completed at approximately two years of age.

*Key words:* İkiztepe, weaning, Sr/Ca ratio, bone chemistry, Early Bronze Age.

**ÖZET:** Bebeklerin beslenmesine giren birçok besin grubunun göreceli olarak anne sütünden daha yüksek Sr/Ca oranına sahip olması, eski insan topluluklarında ek besinlerin bebeklerin beslenmesine girişini ve süttten kesme yaşının belirlenmesini olanaklı kılmaktadır. Bu çalışmada Erken Tunç Çağı'na tarihlenen İkiztepe topluluğunda süttten kesme süreci bebek, çocuk ve yetişkinlere ait toplam 90 kemik örneğinin stronsiyum, kalsiyum ve fosfor element miktarları ICP-MS metodu ile analiz edilerek aydınlatılmaya çalışılmıştır. Bebek ve çocukların sindirim sisteminde kalsiyumun lehine stronsiyuma karşı gösterilen ayrımcılığın oluşmaması nedeniyle, süt emen bebeklerde Sr/Ca oranı toplumların en düşük düzeyini gösterir, ek besinlerin alınmasıyla bu oranda ani bir artış gerçekleşmektedir. Stronsiyuma karşı sindirim sisteminde gelişen ayrımcılığa bağlı olarak oran düşmekte, izleyen yaşlarda ise tekrardan yükselişe geçen oran erişkinlerin düzeylerine ulaşmaktadır. İkiztepe insan iskeletlerinde bebeklerin bir yaşına kadar anne sütüyle beslendikleri, ek besinlerin giriş yaşının yaklaşık bir olduğu, süttten kesilme sürecinin ise yaklaşık iki yaşında tamamlandığı tespit edilmiştir.

*Anahtar kelimeler:* İkiztepe, süttten kesme, Sr/Ca oranı, kemik kimyası, Erken Tunç Çağı.

İnsanın geçmişini araştırma hızla artan bir ivme ile toplumların geçmişteki yaşam tarzlarını ve çevreye uyulanma süreçlerini anlamaya ve yeniden oluşturmaya doğru yönelmektedir. Bu

çalışmaların arasında, beslenme modellerinin yeniden kurgulanması, göç örüntülerinin ortaya çıkarılması, nüfus yapısının belirlenmesi, toplumların yaşam biçimlerinin kurgulanması,

hastalıklar ile yaşam biçimi arasındaki ilişki, çevreye uyarlama stratejilerinin belirlenmesi ile bireylerin büyüme ve gelişme sürecinin saptanması önemli bir yer tutmaktadır<sup>1</sup>.

Sütten kesmenin ardından anneden sağlanan bağışıklık sisteminin azalması, beslenme düzeyinin değişmesi, alınan ek besinlere uyum süreci, besin niteliğinde bozulma, bu besinlerle birlikte vücuda alınan hastalık yapıcılar gibi faktörler morbidite ve mortaliteyi artıran nedenler olarak görülmektedir<sup>2,4</sup>. Birçok eski insan topluluğunda gözlemlenen bu durum "sütten kesme stresi" olarak değerlendirilmektedir<sup>5</sup>. Bu nedenle, süt emen bebeklerin ve çocukların sütten kesilme yaşının belirlenmesi geçmiş yaşam biçimlerinin yeniden kurgulanması çalışmalarında, araştırmacıların özel ilgisini çekmektedir. Bu bakış açısından hareketle, dünyanın diğer bölgelerinde olduğu gibi Anadolu'da da iki ile beş yaşları arasında artış gösteren ölüm oranı, büyümede geri kalma, mine hipoplazileri, hatta nedeni tam olarak anlaşılamayan Harris çizgileri gibi fizyolojik stresler ile sütten kesme zamanı ve ek besinlerin beslenmeye girmesi arasında zımnen bir bağlantı kurulmuştur<sup>6-12</sup>. Her ne kadar büyümedeki duraksamalar, ölümlülük ve hastalıklar ile sütten kesme arasındaki ilişki kurulmuş ise de, sütten kesme döneminde beslenme biçiminde meydana gelen değişimi ele alan araştırmalar oldukça sınırlıdır.

Bilindiği gibi besin maddelerinde bulunan elementler sindirim sistemi boyunca emilerek vücutta birikmektedir<sup>1,13</sup>. Bu birikimi, kanda, yumuşak dokularda, tırnak ve saçta izlemek olasıdır<sup>14</sup>. Elementlerin biriktiği bir diğer doku ise kemiktir<sup>15,16</sup>. Eski insan toplumlarında kemik ve dişler, ölümden sonra hızla çürüyen yumuşak dokuların aksine, günümüze kadar korunarak ulaşılma potansiyeline sahiptir. Araştırmacılar, kemiği oluşturan organik (kollajen) ve inorganik (apetit) kısımların analizleri ile kemiklerdeki element birikimini ortaya çıkarmaya çalışmaktadır<sup>1,16</sup>. Kemiğin kollajen kısmını oluşturan karbon (C) ve azot (N) gibi elementlerin kararlı izotopları kullanılarak eski toplumların sütten kesme süreçleri konusunda bilgiler ortaya çıkarılmaktadır<sup>17</sup>. Bu elementlerden azotun kararlı izotopları, bebeklerin beslenmesine giren diğer besinlerle karşılaştırıldığında anne sütünde yüksek oranda bulunmalarından kaynaklı olarak araştırmacılar tarafından sütten kesme sürecinin açıklanmasında yaygın şekilde kullanılmaktadır<sup>18-22</sup>.

Eski insan toplumlarının beslenme modellerinin yeniden kurgulanmasında ve sütten kesme süreçlerinin aydınlatılmasında kullanılan bir diğer kimyasal yöntem ise kemiğin inorganik kısmında biriken temel ve eser elementlerin analizlerini kapsamaktadır<sup>15,16,23</sup>. Bu elementler arasında sıklıkla kullanılanlar stronsiyum (Sr) ve kalsiyum'dur (Ca)<sup>15,16</sup>. Eski insan topluluklarında sütten kesme sürecinin belirlenmesinde kullanılan Sr/Ca oranı, Sr ve Ca'nın sahip oldukları bazı fizyolojik özelliklerle açıklanmaktadır<sup>18,23</sup>. Bu özelliklerin arasında Sr'nin besinlerden Ca'ya göre daha az emilmesi ve emilen Sr'nin büyük bir kısmının vücuttan atılmasından kaynaklı olarak canlı dokulardaki Sr/Ca oranının diyettekenden daha düşük olması gelmektedir<sup>24</sup>. Sr/Ca oranının açıklanmasında kullanılan bir diğer özellik ise vücutta atılmayıp kalan Sr'nin çoğunun kemiklerde birikmesi<sup>25</sup> ve bu birikimin yol açtığı diyetteki Sr/Ca oranı ile kullanıcının kemiklerindeki Sr/Ca oranı arasındaki anlamlı ilişkidir<sup>26-28</sup>. Her iki oran arasındaki ilişki kemik-diyet Gözlenmiş Oran ( $GO_{\text{kemik-diyet}}$ ) olarak adlandırılmaktadır<sup>29</sup>. Yetişkin modern insanlarda kemik Sr/Ca düzeyi ile diyet Sr/Ca oranı arasındaki ilişki 0.18 olarak bulunmuştur<sup>29</sup>. Süt emziren kadınlarda  $GO_{\text{süt-diyet}}$  ilişkisi 0.1 dir<sup>13</sup>. Fetus ile anne arasındaki ( $GO_{\text{cenin-anne}}$ ) ilişki ise 0.5 değerindedir<sup>24</sup>. Son iki düşük oranın elde edilmesinin temelinde, annenin sindirim sistemine ek olarak, meme bezlerinde ve gebelik sırasında plasentada stronsiyuma karşı gösterilen ayrımcılık yatmaktadır<sup>30,31</sup>. Değerlerin işaret ettiği diğer bir nokta ise anne sütünün diyetten giren birçok besinden daha düşük Sr/Ca oranına sahip olmasıdır<sup>32</sup>.

Diğer besin gruplarıyla karşılaştırıldığında daha düşük Sr/Ca oranına sahip olan anne sütü yenidoğanların diyetine girmekte, dolayısıyla, bu bireylerde düşük kemik Sr/Ca oranına yol açmaktadır<sup>18,23,24</sup>. Anne sütünden daha yüksek Sr/Ca oranına<sup>32</sup> sahip besinlerin bebeklerin diyetine girmesiyle düzenli olarak yükselişe geçen kemik Sr/Ca oranı, bebeklerin sindirim sisteminde Sr'ye karşı gelişen ayrımcılıkla beraber ulaştığı en yüksek noktadan düşüşe geçmektedir<sup>23</sup>. Yaşla birlikte tekrardan yükselişe geçen bebek ve çocukların kemik Sr/Ca oranlarının 8-10 yaş arasında yetişkinlerin değerlerine benzemeye başladığı belirtilmektedir<sup>23</sup>.

Farklı beslenme modelleri ve sindirim sisteminde Sr'ye karşı gösterilen ayrımcılıktan kaynaklı yaşla birlikte değişim örgüsü sergileyen kemik Sr/Ca oranları, eski insan toplumlarının da ek besinlerin diyetle eklenmesiyle başlayan ve anne sütünün tamamen kesilmesi ile nihayet bulan süttan kesme sürecinin belirlenmesine olanak sağlar<sup>18,23,24,29</sup>. Bu çalışma ile Erken Tunç Çağı'na tarihlendirilen İkiztepe iskelet topluluğuna ait bebek ve çocukların kemiklerindeki ve diyetlerindeki Sr/Ca oranı belirlenip, ek besinlerin bebeklerin beslenmesi tahminine girişi ve süttan kesme yaşının belirlenmesi amaçlanmaktadır.

### Materyal ve Metot

Bu çalışmada kullanılan insan iskelet kalıntıları, Orta Karadeniz Bölgesi'nde yer alan İkiztepe höyüğünde yürütülen kazılardan elde edilmiştir. İkiztepe höyüğü, Samsun ilinin 55 km uzağında yer alan Bafra ilçesinin 7 km kuzey-batısındaki bugünkü İkiztepe köyünün sınırları içerisinde bulunmaktadır (Şekil 1). İkiztepe'de kazı çalışmaları 1974 yılında merhum Prof. Dr. U. Bahadır Alkım yönetiminde başlatılmıştır. 1981 yılından bu yana ise kazılar Prof. Dr. Önder Bilgi tarafından yürütülmektedir. İkiztepe, dört yükselti üzerinde kurulmuş geniş bir höyük yerleşmesi olup tepeler, İkiztepe I, II, II, ve IV olarak tanımlanmıştır<sup>33,34</sup>. İkiztepe I'deki Erken Tunç III kültür katında mezarlık yer

almakta ve analizlerde kullanılan kemikler bu mezarlardan çıkarılmıştır. Tepe I'in, MÖ 2400 ile 2200 arasında mezarlık olarak kullanıldığı, arkeolojik veriler ve C14 metodu kullanılarak belirlenmiştir<sup>35,36</sup>.

İkiztepe iskelet serisinin araştırmalar için seçilmesi çeşitli sebeplere dayanmaktadır. İlk olarak, iskelet topluluğu bünyesinde çok sayıda bebek ve çocuk iskeleti içermekte, analiz sonuçlarının istatistiksel yorumlarının geçerliliğini arttırmaktadır. Diğer taraftan, kemiklerin günümüze kadar son derece iyi korunmuş halde ulaşması ve aynı kültür katmanından elde edilmesi, gömü sonrası değişimlerin kemik üzerindeki etkilerini en aza indirmekte, araştırma için avantaj oluşturmaktadır. Kemikleri çevreleyen toprağın uygun koşulda olması kemik element analizleri için önemlidir. Bafra ovasında yapılan jeolojik çalışmalar ışığında kemiklerin siltli ve kumlu çakıldan (çakılların çoğu volkanik ve kireç taşından oluşmuştur) oluşan toprak içinde gömülü olduğunu söylemek mümkündür<sup>37</sup>. Cesetlerin çıkmış olduğu her bir mezardan toprak elde edilememiş olmasına rağmen, mezarlığın yer aldığı kültür katmanının çeşitli bölgelerinden toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örnekleri günümüz toprak oluşumunun etkilerini en aza indirebilmek için yüzeyden 20-25 cm kadar derinlikten elde edilmiştir. Toprağın pH değeri 6.7 ile 7.9 arasında değişmektedir. Bu değerler,



Şekil 1. Anadolu'dan kemikler üzerinde kimyasal analizleri ile süttan kesme yaşının belirlendiği arkeolojik yerleşimler.

toprağın bazik özellikte olduğunu göstermektedir. Gömü sonrası değişimlerin şiddetini en aza indirmesinden dolayı element analizleri için bazik topraklar asidik topraklardan her zaman daha elverişli bir çevre oluşturmaktadır<sup>38</sup>.

Bu çalışmada sonuçlar üç aşamada değerlendirilecektir. İlk olarak, gömü sonrası değişimlerin element analiz sonuçları gölgeleyecek boyutta gerçekleşmediğinin tartışılması ile kemik Sr/Ca oranının biyojenik kökenli olduğu ortaya konmaya çalışılacaktır. İkinci aşamada, kemik Sr/Ca oranının yaşa göre nasıl değişim gösterdiği tanımlanacak ve bu değişimlerin istatistiksel tekniklerle geçerliliği denetlenecektir. Bu çerçevede elementlerin ortalamaları ve standart sapmaları EXCEL programı ile hesaplanmış, PCA (principle component analysis) analizleri ve korelasyon matrisinin oluşturulması XLSTAT programının yardımı ile yapılmıştır. Son olarak, modern kemiklerdeki Sr-90 elementi üzerine yapılan çalışmalar kullanılarak hesaplanan  $GO_{\text{kemik-diyet}}$  verileri, diyet Sr/Ca oranının tahmin edilmesinde kullanılarak ve sütten kesme yaşı belirlenmeye çalışılacaktır. Hesaplamalarda Kemik Sr/Ca / Diyet Sr/Ca formülü ve Amerika Birleşik Devletleri Atom Enerjisi Kurumunun önerdiği  $GO_{\text{kemik-diyet}}$  referans değerleri kullanılmıştır<sup>18,23</sup>.

Bebek ve çocuklara ait iskeletlerden 30 örnek alınmıştır. Bu bireylerin ölüm yaşları yeni doğandan 15 yaşa kadar değişen aralıktadır. Bebek ve çocuklara ait değerlere karşılaştırma zemini oluşturması için yetişkinlere (15 yaş ve üzeri) ait iskeletlerden 60 örnek alınmıştır.

Element analizleri için sert kemik doku, yüzey alanlarının küçük olması ve mineral kompozisyonunun zengin olmasından dolayı süngerimsi dokulardan daha elverişlidir<sup>39,40</sup>. İskeletlerin femur kemiğinden örnek olabilecek bozulmamış periosteal ve endosteal yüzeylerle üç-dört santimetre uzunluğunda kortikal doku kesilmiştir. Kesilen parçaların üzerindeki görünür kontaminasyonları uzaklaştırıldıktan sonra yaklaşık 15 dakika süren ultrasonik yıkama yapılmıştır. Yıkanmış kesitler, 105°C'de 24 saat etüvde kurutulmuştur. Kurutulan parçalar 600°C'de üç saat fırınlanmıştır. Yakma işleminin ardından örneklerin porselen havan ve tokmak yardımıyla öğütülerek toz haline getirildi. Öğütülerek toz haline getirilen yanmış kemiklerden yaklaşık 1 gr tartılarak alınmıştır. Konsantr nitrik asit kullanılarak kemik külü çözülmüş, daha sonra filtre yardımıyla süzümüştür. Elde edilen süzüntü plastik balon jöjeye alınmış ve hacim damıtık su ile 50 ml'ye tamamlanmıştır<sup>41</sup>. Sonuçlar Sr

elementi için kemik külündeki milyon parçacık (ppm) miktarı, Ca ve fosfor (P) için yüzde parçacık miktarı biriminde ve üç okumanın ortalaması olarak verilmiştir. Sr, Ca ve P elementleri için en düşük belirleme sınırı sırasıyla 5, 500 ve 500 ppq (pikogram/gram) dır. Kemik ve diyet Sr/Ca(x10000) oran değerleri Sr/Ca x 10<sup>-3</sup> olarak ifade edilmiştir.

Kemikleri çevreleyen toprağın niceliksel element analizleri de kemik örneklerinde olduğu gibi ICP-MS yöntemi aracılığı ile gerçekleştirilmiştir. Takriben 0.5 gr toprak tartılarak alınmış, sonrasında konsantr nitrik asit ve hidrojen peroksitle (%30) çözüldürülmüştür. Toprağın içindeki organik ve kalkerli yapıların uzaklaştırılması için elde edilen çözelti mikro dalga fırında kademe kademe 170°C'ye kadar ısıtılmıştır. Daha sonra, çözelti filtre yardımıyla süzümüştür, balon jöjeye alınmış ve hacim damıtık su ile 50 ml'ye tamamlanmıştır. Elementlerin niceliksel analizleri Thermo Electron X7 ICP-MS marka cihaz yardımıyla, ICP-MS yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Bu yöntem hem aynı anda birden fazla örneğin analizine olanak sağlaması, hem de belirleme sınırının (detection limit) düşük olmasından dolayı seçilmiştir. Kemik ve toprak örneklerinin niceliksel element analizleri Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü ICP-MS Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

İskeletlerin yaşlandırılması, dişler, epifizyal ve sutural bölgeler, eklem yüzeyleri, kaburgaların sternal ucu, pubisin simfiziyal yüzeyi, ilium ve sakrumun eklem yüzeyleri kullanılarak yapılmıştır<sup>42</sup>. Yetişkinlerin cinsiyetlerinin belirlenmesi başta leğen kemiği ile kafatası olmak üzere uzun kemikler ve gövde kemiklerinde gözlemlenen kütlelilik, narinlik, kas tutunma yerleri ve bazı çıkıntılarının belirgin olma ya da olmama durumu gibi iskelet anatomisine yansıyan özelliklere dayanılarak yapılmıştır<sup>42</sup>.

## Bulgular

Sr, Ca ve P elementlerinin ortalama miktarı bir yaş altı bebeklerde diğer gruplara göre düşüktür. Bir yaş altı bebeklerde 574 ± 198 ppm olan ortalama Sr miktarı bir ile üç yaş arasındaki bebek ve çocuklarda topluluğun en yüksek değeri olan 817 ± 162 ppm'ye yükselir. İleriki yaşlarda düşüğe geçen değerler bir birine yakın seyredir. Sr elementinin topraktaki ortalama miktarı (140 ± 12 ppm)

kemikteki ortalama miktarlardan düşüktür. Bir yaş altı bebeklerde Ca ortalama miktarı  $34.4 \pm 8.3$  olarak ölçülmüştür. Bir ile on beş arası bireylerin değerleri grup içinde bir birine çok yakındır. On beş yaştan büyük yetişkin bireylerin ortalama Ca değerleri %40 ile 41 arasındadır. Bir yaş altı bebeklerde  $13.8 \pm 3.4$  olan fosfor miktarı, on beş yaşından küçük çocuklar arasında yaklaşık olarak %16 değerindedir. On beş yaşından büyük yetişkin bireylerin ortalama P miktarı ise yaklaşık olarak %18'dir. Her iki elementin kemikteki ortalama miktarı topraktakinden yüksektir (Tablo I).

Tablo I'den izlenebileceği gibi İkiztepe ortalama Ca/P oranları 2.20 ile 2.52 arasında değişmektedir. Bir yaş altı bebeklerde ortalama Ca/P oranı  $2.52 \pm 0.49$  olarak hesaplanmıştır. Bebeklere ait bu değer İkiztepe iskelet grubunun en yüksek değerini teşkil etmektedir. Bir yaş altı bebeklerin standart sapma değeri (0.49) diğer gruplarından yaklaşık dört kat fazladır. Bir ile üç yaş arasındaki bebek ve çocukların ortalama Ca/P oranı 2.29 olarak bulunmuştur. Yetişkinlere ait ortalama Ca/P oranları bir birine yakın seyretmektedir (Tablo I).

Kemik Sr/Ca oranları Tablo II'de verilmiştir. Değerlerin on beş yaşa kadar olan bireyler arasındaki dağılımı Şekil 2'de sunulmuştur. Her yaş aralığında birey sayısı farklı olduğundan yaş aralıklarının ortalamaları da grafiğe eklenmiştir. On beş yaşından büyük yetişkin bireylerin ortalaması birleştirilmiş ve grafiğin sonuna yerleştirilmiştir. Şekil 2'den anlaşılacağı gibi, kemik Sr/Ca ortalama oranı İkiztepe yenidoğanları ve süt emen bebeklerinde (bir yaş altı)  $1.8 \times 10^{-3}$  olarak ölçülmüştür. Bir yaştan sonra artışa geçen değerler iki yaş civarında  $2.1 \times 10^{-3}$  ortalama değerine ulaşır. Takip eden dönemde kemik Sr/Ca oranında düzenli azalış gözlenir ve ortalama değer  $1.7 \times 10^{-3}$ 'e kadar geriler (Tablo II ve Şekil 2). Kemik Sr/Ca oranları sekiz ile on yaş arasında yetişkinlerle karşılaştırılabilecek değerlere ulaşır. İkiztepe için hesaplanan diyet Sr/Ca oranları (GO değerleri) Tablo II'de verilmiştir. Bu oranların on beş yaşa kadar olan bireyler arasındaki dağılımı Şekil 3'te sunulmuştur. Yaş aralıklarına ait ortalama değerler bir önceki grafikteki notlar göz önüne alınarak eklenmiştir. Bir yaş altı bebeklerde  $1.7 \times 10^{-3}$  olan ortalama diyet Sr/Ca

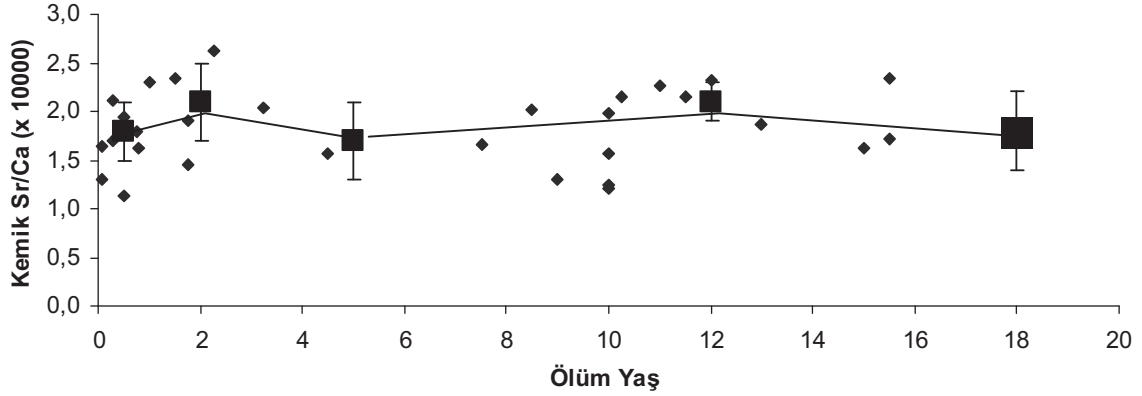
**Tablo I.** Analizi yapılan elementlerin yaşlara göre dağılımı.

Grup (yaş)	N	Sr (ppm)		Ca (%)		P (%)		Ca/P (%)	
		X	ss	X	ss	X	ss	X	ss
yaş $\leq 1$	8	574.14	198.06	34.42	8.29	13.78	3.42	2.52	0.49
1 > yaş < 3	6	817.22	161.92	38.50	0.93	16.90	1.44	2.29	0.17
3 $\geq$ yaş $\leq 10$	10	626.13	176.73	36.75	6.21	16.40	3.04	2.26	0.09
10 > yaş < 15	6	789.25	126.13	37.74	3.81	16.25	1.57	2.31	0.12
15 $\geq$ yaş $\leq 30$	20	674.18	168.60	40.56	2.25	18.49	1.36	2.20	0.10
30 > yaş $\leq 45$	20	734.66	114.10	40.91	3.37	18.10	2.07	2.27	0.17
45+	20	757.79	170.36	41.23	2.20	18.30	1.32	2.26	0.11
Toplam	90	708.30	216.35	39.38	10.21	17.45	2.39	2.27	0.20
Referans		<1000		36-40		18.00		2.27	-
Toprak		139.85	11.97	10.63	2.09	4.30	2.12		

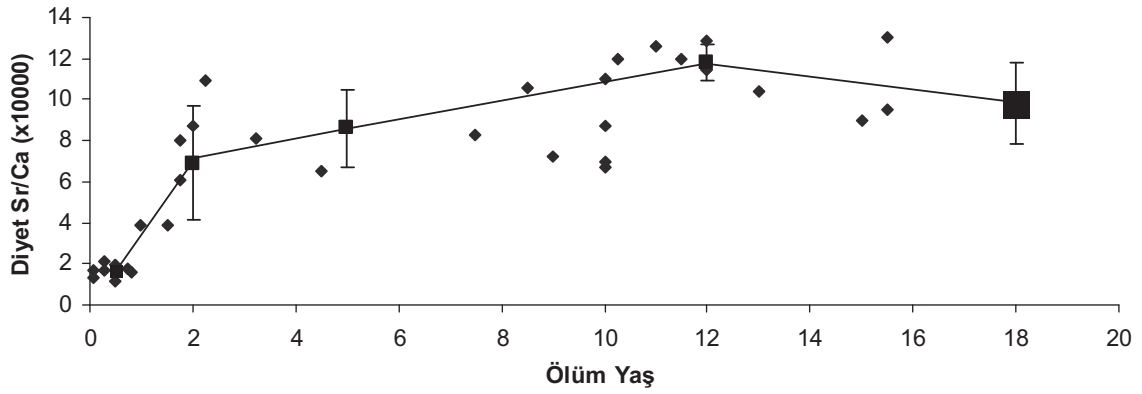
**Tablo II.** İkiztepe kemik ve diyet Sr/Ca (x10000) oranları.

Grup	N	Kemik Sr/Ca (x10000)		Diyet Sr/Ca (x10000)*	
		X	ss	X	ss
yaş < 1	8	1.8	0.3	1.7	0.3
1 $\geq$ yaş < 3	6	2.1	0.4	6.9	2.8
3 $\geq$ yaş $\leq 10$	10	1.7	0.4	8.6	1.9
10 > yaş < 15	6	2.1	0.2	11.8	0.9
15 $\geq$ yaş $\leq 30$	20	1.7	0.4	9.2	2.2
30 > yaş $\leq 45$	20	1.8	0.3	10.1	1.9
45+	20	1.8	0.4	10.2	2.1

\*Diyet Sr/Ca (x10000) oranları Gözlenmiş Oran (GO) olarak da adlandırılmaktadır.



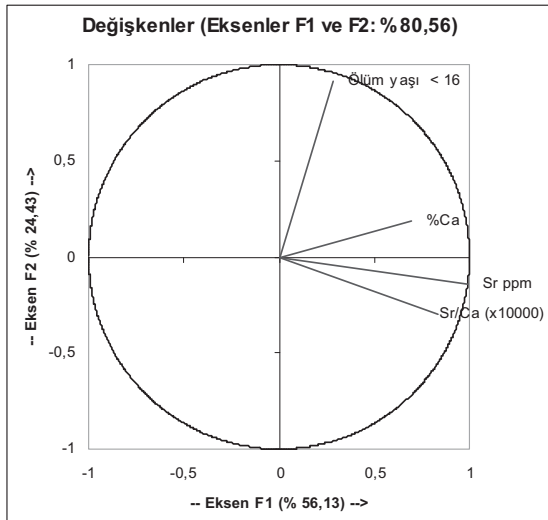
Şekil 2. Kemik Sr/Ca (x10000) oranlarının ölüm yaşı 15 yaşa kadar olan bireyler arasındaki dağılımı.



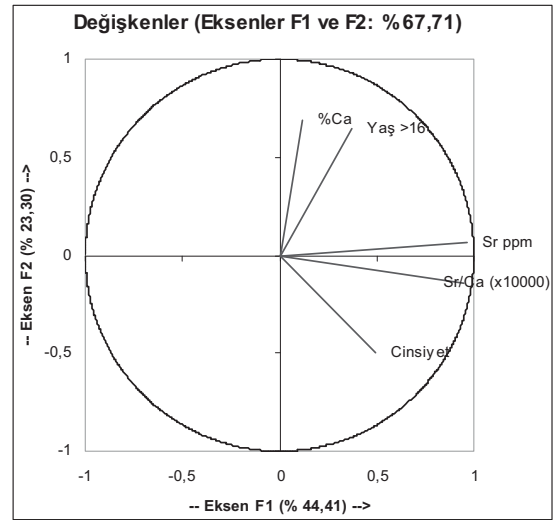
Şekil 3. Diyet Sr:Ca (x10000) oranlarının ölüm yaşı 15 yaşa kadar olan bireyler arasındaki dağılımı.

oranı bir ile iki yaş arasında hızlı bir şekilde artarak  $6.9 \times 10^{-3}$  olur ve yetişkinlerin değerlerine benzemeye başlar (Tablo II ve Şekil 3).

Sr, Ca ve kemik Sr/Ca oran değerlerinin on altı yaşından küçük ve büyük bireyler arasında birbirleriyle olan ilişkisinin ortaya konabilmesi için PCA analizi yapılmıştır (Şekil 4 ve 5).



Şekil 4. On altı yaşından küçük bireyler arasındaki element ilişkileri.



Şekil 5. On altı yaşından büyük bireyler arasındaki element ilişkileri.

Elementler arasındaki ilişkilerin sayısal değerleri analiz sonucunda oluşan korelasyon matrisinde verilmiştir (Tablo III ve IV). Analiz sonucunda oluşan grafiklerin yorumlanabilmesi için grafiklere ait bazı özelliklerin bilinmesi önemlidir. Aynı düzlem içinde bulunan elementlerin birbirleriyle ilişkisi pozitif yöndedir. Diğer bir deyişle ortalamaları doğru orantılı artmaktadır. Elementlerin artış eğrileri birbirine ne kadar yakınsa aradaki ilişki o kadar anlamlı demektir. Birbirine zıt düzlemlerde ise ilişki negatiftir. Birinin yoğunluğu artarken diğeri azalmaktadır. Aralarında doksan derecelik açı olan düzlemlerde ise elementlerin yoğunlukları arasında bir ilişkiden söz edilemez. Şekil 4'den anlaşılabilceği gibi on altı yaşından küçük bireyler için veriler arasındaki değişkenliğin %80.56'sı F1 ve F2 fonksiyonlarınca açıklanmaktadır. Cinsiyet değişkeninin de eklenerek on altı yaşından büyük bireyler için yapılan PCA analizinde ise F1 ve F2 fonksiyonları değişkenliğin % 67.71'ini açıklamaktadır (Şekil 5). On altı yaşından küçük bireyler arasında kemik Sr/Ca oranı ve Sr arasındaki ilişki yüksek bulunmuştur ( $r=0.875$ ), (Tablo III). On altı yaşından büyük bireyler arasında kemik Sr/Ca oranının Sr ile ilişkisi  $r=0.953$  olarak tespit edilmiştir (Tablo IV). Bu grupta diğeri bir yüksek ilişki kemik Sr/Ca oranı ile cinsiyet değişkeni arasındadır ( $r=0.327$ , Tablo IV).

### Tartışma

Toprakta gömülü kalmanın getirdiği değişimleri kapsayan diajenez, paleodiyet çalışmalarında araştırmacıların karşısına çıkan önemli bir

sorundur<sup>43</sup>. Analizleri yapılan elementlerden hangilerinin kirlenmeyi gösterdiği, hangilerinin beslenmeyi yansıttığı, yorumlar için önemlidir. Arkeolojik kemiklerin element içeriklerinin gömü sonrası ne yönde değiştiğini belirlemenin çeşitli teknikleri vardır. Araştırmacılar, genelde birkaç yöntemi bir arada kullanarak gömü sonrası değişimlerin kemikler üzerindeki etkisini belirlemektedir<sup>1,44</sup>.

Uzun süreler gömülü kalan kemiklerin mineral içeriklerinin diajenezle nasıl değiştiği genellikle kemiklerin Ca/P oranı kullanılarak tartışılmaktadır<sup>45</sup>. Modern kemikler üzerinde yapılan çalışmalarla ortaya konmuş olan Ca/P değerleri, analizler sonucu elde edilmiş değerlerle karşılaştırılmaktadır<sup>46</sup>. Modern kemiklerin Ca/P oranları 2.21 ile 2.27 arasında değişmektedir<sup>47</sup>. İkiztepe'de ortalama Ca/P oranları 2.20 ile 2.52 aralığındadır (Tablo I). Özellikle bir yaş altı bebeklerde ortalama Ca/P oranı 2.52 ile referans değerden sapma göstermektedir. Buna karşın bir ile üç yaş arasındaki bebek ve çocuklarda Ca/P oranı 2.29 değeriyle referans değerden çok az sapma gösterir. Bebek ve çocuklara ait kemiklerin gözenekli yapısı, daha az kemik yoğunluğu ve sahip olduğu çok miktardaki amorf yapılar, daha fazla gömü sonrası değişimlere yol açabilmektedir<sup>1,15,39,40</sup>. Bu çerçevede bir yaş altı bireylerin analiz değerlerinin nasıl yorumlanacağı akla gelmektedir. Elde edilen analiz sonuçları tamamen gömü sonrası değişimlerin mi yoksa biyojenik süreçlerin işaretlerini de içeriyor mu sorununu açıklığa kavuşturmak gerekmektedir. Bu amaç doğrultusunda, bebek ve çocukların

**Tablo III.** On altı yaşından küçük bireylere ait korelasyon matrisi.

Grup	Ölüm yaşı <16	% Ca	Sr ppm	Sr/Ca (x10000)
Yaş <16	1.000			
% Ca	0.165	1.000		
Sr ppm	0.155	0.654	1.000	
Sr/Ca (x10000)	0.100	0.210	0.875	1.000

$p < 0.05$ .

**Tablo IV.** On altı yaşından büyük bireylere ait korelasyon matrisi.

Grup	Cinsiyet	Erişkin (Yaş>16)	% Ca	Sr(ppm)	Sr/Ca (x10000)
Cinsiyet	1.000				
Erişkin (Yaş>16)	-0.071	1.000			
% Ca	-0.015	0.125	1.000		
Sr ppm	0.326	0.263	0.199	1.000	
Sr/Ca (x10000)	0.327	0.229	-0.097	0.953	1.000

$p < 0.05$ .

kemiklerinden elde edilen Sr ve Ca element miktarlarının topraktan elde edilen değerlerle karşılaştırılması yararlıdır<sup>48</sup>.

Kemiklerden elde edilen analiz sonuçlarının biyojenik aralıkta olması ve topraktaki düzeylerinden yüksek değerde tespit edilmesi, analiz sonuçlarının biyojenik izler taşıdığı şeklinde yorumlanmaktadır<sup>48</sup>. Sr elementinin yetişkinlere ait modern kemiklerdeki ortalama değeri 100 ile 300 ppm arasında tespit edilmiştir<sup>18,47,49</sup>. Arkeolojik kemikler üzerinde yapılan analizlerde elde edilen değerler eğer 1000 ppm'den büyükse gömü sonrası değişimlerin etkili olduğu kabul edilmektedir<sup>43,48,50</sup>. Ca elementinin yetişkin bireylere ait modern kemiklerdeki ortalama miktarı ise %36 ile %40 arasında değişen aralıkta yer almaktadır<sup>18,47,51</sup>. Tablo I'den anlaşılacağı gibi İkiztepe topluluğunda ortalama kemik Sr değeri bütün yaş aralıklarında, modern kemik değerlerinden daha yüksek, ancak 1000 ppm değerinden oldukça küçüktür. Ca elementinin kemiklerdeki ortalama düzeyi bütün yaş aralıklarında çok az sapmalar olmakla birlikte modern kemikler için elde edilen referans aralığı ile uyumludur. Sr ve Ca elementlerinin kemikteki ortalama değerleri ise topraktaki değerlerinden daha yüksektir (Tablo I).

Yukarıda tartışıldığı üzere, Ca/P oranı da, bir yaş altındaki bebekler dışında, diğer yaş aralıklarında gömü sonrası değişimlerin hafif düzeyde gerçekleşmiş olabileceğine işaret etmektedir. Buna rağmen Sr ve Ca elementlerinin kemiklerdeki düzeyinin topraktaki düzeylerinden yüksek olması ve modern ile arkeolojik kemikler için oluşturulan referans değerler arasında yer alması diajenez sürecinin etkisinin düşük olduğunu desteklemektedir. Bu çerçevede Sr ve Ca elementlerinin İkiztepe kemiklerindeki düzeylerinin biyojenik işaretler içerdiği söylenebilir.

Şekil 2'den anlaşılacağı üzere İkiztepe topluluğunda bir yaş altında yer alan bireyler, topluluğun geri kalan bireyleri ile karşılaştırıldığında düşük ortalama kemik Sr/Ca değerine sahiptir ( $1,8 \times 10^{-3}$ ). Kemik Sr/Ca oranı bir ile iki yaş arası düzenli bir şekilde artış gösterir. Topluluğun genellikle karşılaştırıldığında iki yaş civarındaki bireyler en yüksek kemik Sr/Ca değerlerini vermektedir. İki yaşından itibaren düşüşe geçen kemik Sr/Ca oranı ileriki yaşlarda tekrardan yükselişe geçer ve sekiz ile on yaş arasında yetişkinlerin değerlerine benzemeye başlar. Bir yaş

altındaki bireylere ait düşük kemik Sr/Ca oranının düzenli olarak artması ve iki yaş civarında ise düşmeye başlaması fizyolojik temelli olduğu kabul edilmekte, bebek ve çocukların sindirim sisteminde Ca'nın lehine Sr'ye karşı yaşla birlikte geliştirilen ayrımcılıkla ilişkilendirilmektedir<sup>29</sup>.

Kemik Sr/Ca oranında izlenen değişim örüntüsünün anne sütüne ek olarak alınan besinlerle ilişkili olduğunu yapılan istatistiksel analizlerle test etmek mümkündür. On altı yaşından küçük olan 33 birey için yapılan PCA analizinde kemik Sr/Ca oranı Sr elementiyle yüksek korelasyon içindedir ( $r = 0.875$ ; Tablo III ve Şekil 4). Bu sonuç, anne sütüne ek olarak alınan besinlerin Sr/Ca oranının, anne sütünden daha yüksek olmasıyla ilişkilendirilmektedir. Rosenthal<sup>32</sup> insan sütündeki Sr/Ca oran aralığını 0.14 ile 0.35 (mg/gr) arasında tespit etmiştir. Bu düşük oranın elde edilmesinin temelinde yetişkinlerin (annenin) sindirim sisteminde ve meme bezlerinde Sr'ye karşı gösterilen ayrımcılık yatmaktadır<sup>23</sup>. Diğer taraftan tüketilen besinlerin türüne bağlı olarak, katı besinlerin Sr/Ca oranı göreceli olarak daha yüksektir. Tahılların da içinde olduğu birçok bitkisel besin, bitkilerin stronsiyuma ayrımcılık yapmamasından kaynaklı olarak, karasal beslenme zinciri içinde en yüksek Sr/Ca oranına sahiptir (3,0 - 6,0 Sr mg/Ca gr)<sup>52</sup>. Etin Sr/Ca oranı da bitkilerden düşük olmakla birlikte sütten yüksektir<sup>52</sup>. On altı yaşından büyük olan bireyler için cinsiyet değişkeninin de eklenerek oluşturulan PCA analizinde kemik Sr/Ca oranında görülen Sr kaynaklı değişimlerin ( $r = 0.953$ ) yaştan ( $r = 0.229$ ) çok cinsiyetle ( $r = 0.327$ ) ilişkili olduğu görülmektedir (Tablo IV ve Şekil 5). Bu sonuç yetişkinlerde yaşla birlikte kemik Sr/Ca oranında belirgin bir farklılaşmanın olmadığı yönündeki modern kemikler üzerine yapılan çalışmalarla da uyumludur<sup>53-55</sup>. Bütün bu veriler, bebek ve çocukların Sr/Ca oranlarının, modern bireyler üzerinde yapılan çalışmalardan elde edilen genel örüntüye uyduğunu<sup>53-55</sup>, dolayısıyla, elde edilen diajenezden çok biyojenik izleri taşıdığı ve beslenme modelindeki değişimin belirlenmesinde kullanılabileceği söylenebilir. Buradan hareketle araştırmamızın bir sonraki evresini oluşturan ek besinlerin diyetle ne zaman girdiği ve sütten kesme sürecinin tahmini olarak hangi yaş civarında tamamlandığını tartışmak yerinde olacaktır.



Hesaplanan diyet Sr/Ca ( $\times 10000$ ) oranının 16 yaşından küçük bireyler arasındaki dağılımı Şekil 3' de verilmiştir. Bir yaş altı bebekler ortalama  $1.7 \times 10^{-3}$  değeri ile topluluğun en düşük düzeyini yansıtır. Hesaplanan diyet Sr/Ca oranlarında bir ile iki yaş arsında hızlı bir artış gözlenir. Bu yaş aralığı aynı zamanda kemik Sr/Ca oranının da düzenli olarak arttığı dönemdir (Şekil 2 ve Tablo II). Takip eden dönemlerde ortalama diyet Sr/Ca değeri  $11.8 \times 10^{-3}$  yükselerek yetişkinlerin ortalama değeri olan  $9.8 \times 10^{-3}$  benzemeye başlar (Tablo II ve Şekil 3). Kemik ve diyet Sr/Ca oranı arasındaki ilişki çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur<sup>23,29</sup>. Bu çalışmalara göre yetişkin memelilerin sindirim sisteminde Sr'ye karşı gösterilen ayrımcılıktan kaynaklı olarak kemik Sr/Ca oranı diyetle alınanın %18–24'ü arasındadır<sup>23,29</sup>. İkiztepe'de oran yetişkinlerde %18.4 değeri ile belirtilen sınır içindedir. Bu sonuç İkiztepelilerin diyetle aldıkları Sr/Ca oranının teoriye uygun olarak kemiklere yansıdığı şeklinde yorumlanabilir. Bu çerçevede İkiztepe'nin diyetinin neleri kapsadığını bilmemiz hem tartışmamıza boyut katması hem de hesaplanan yüksek diyet Sr/Ca oranının ne kadar gerçekçi olduğunun anlaşılması için önemlidir.

İkiztepe yerleşimcilerine sunduğu besin kaynakları açısından çeşitlilik göstermektedir. Besin kaynaklarındaki bu çeşitlilik İkiztepe'nin konumundan kaynaklanmaktadır. Günümüzde İkiztepe höyüğü 6-7 km Karadeniz sahilinden içeride, Bafra Ovası'nda yer alıyorsa da, jeolojik bulgular höyüğün eski zamanlarda Karadeniz'in kıyısında yer aldığı yönündedir<sup>35,35</sup>. Kazılarda ortaya çıkarılan balık omurları ve oltalar, İkiztepelilerin su ürünlerini diyetlerine aldıklarını göstermektedir<sup>35,56</sup>. İkiztepelilere besin sağlayan diğer bir kaynaktaki İkiztepe'yi çevreleyen ormanlık ve sazlık alanlardır. Bu ekosistemlerde yetişen çeşitli otçul ve hepçil hayvanların evcil ve yabanıl türlerine ait kemikler kazılarda ele geçirilmiştir<sup>35,56</sup>. Bu hayvan türleri arasında Cervus elaphus (kızıl geyik), Dama dama (ala geyik), Capreolus capreolus (karaca), Bos taurus (inek ve büyük baş sığır), Ovis aries (koyun), Capra hircus (keçi), Sus scrofa (yaban domuzu ve evcil domuz) ve Aves indet (kuşlar) bulunmaktadır<sup>35,56</sup>. Tahılgillere ait kalıntılara da rastlanılmıştır. Araştırmacılar, Triticum dicocum (emmer/kızılca buğday) Erken Tunç I'de en baskın tahıl türü olduğunu belirlemiştir<sup>57</sup>. Bu çerçevede İkiztepe'nin

hinterlandının potansiyel olarak anne sütünden daha yüksek Sr/Ca oranı olan besinleri İkiztepeliler yerleşimcilerin beslenmesine sunduğu söylenebilir.

İkiztepelilerin söz konusu besin kaynaklarını ne ölçüde diyetlerine aldıklarını belirlemeye yönelik element analizleri yapılmıştır<sup>58</sup>. Yapılan element analizleri, erkeklerin daha çok et ve karasal kökenli proteinleri beslenmelerine aldıklarını, kadınların ise bitkisel besinlere ve su ürünlerine yöneldiğini ortaya çıkarmıştır<sup>58</sup>. Analizlerin ortaya çıkardığı bir diğer konu ise tahılların İkiztepelilerin beslenmesinde önemli bir yer tutmadığıdır<sup>58</sup>. Runia<sup>59</sup> deneysel olarak yetiştirilen tahıl ürünlerinde Sr ve Ca miktarlarını ölçmüş ve bitkilerin yetişmiş olabilecekleri toprakların element içeriğindeki farklılıkları da göz önüne alarak, Sr/Ca oranının  $3 \times 10^{-3}$  ile  $6 \times 10^{-3}$  arasında değiştiğini tespit etmiştir. Büyük ölçüde tahılgillere dayanan bir beslenme sisteminde hesaplanan yetişkinlere ait diyet Sr/Ca oranlarının belirtilen aralık içinde çıkmasını beklemek gerekmektedir<sup>18</sup>. İkiztepe'de hesaplanan diyet Sr/Ca oranları on yaşından büyük bireyler için  $8.6 \times 10^{-3}$  ve  $11.8 \times 10^{-3}$  arasında bulunmuştur (Tablo II). Bu değerler büyük ölçüde tahılla beslenme için önerilen referans aralıktan yüksektir. Bu veriler aynı zamanda, İkiztepe'nin diyetine, tahıllar dışında daha yüksek düzeyde Sr içeren diğer besinlerin girdiğine de işaret eder. Bu çerçevede İkiztepeliler on yaşından büyük çocuklar ve yetişkinler için hesaplanan yüksek  $GO_{\text{kemik-diyet}}$  değerleri uygun gelmekte, dolayısıyla da İkiztepe  $GO_{\text{kemik-diyet}}$  değerlerinin süttan kesme yaşının tahmini için potansiyel içerdiğini desteklemektedir.

Kemik ve diyet Sr/Ca oranları kullanılarak ek besinlerin bebeklerin diyetine girmesiyle başlayan süttan kesme sürecinin takriben hangi yaş civarında tamamlandığının aydınlatılabilmesi için bir yaş altı bebeklerin diyetinin tamamen anne sütünden oluşup oluşmadığının açıklığa kavuşturulması gerekmektedir. İkiztepe'de elde edilen kemik Sr/Ca oranları, bebek ( $1.8 \times 10^{-3}$ ) ve çocukların ( $2.1 \times 10^{-3}$ ) sindirim sisteminde Sr'ye karşı yaşla birlikte geliştirilen ayrımcılığın örüntüsünü ortaya çıkarmakla birlikte, bir yaş altı bebekler için tamamen anne sütüyle beslenme sonucunda beklenen düşük kemik Sr/Ca oranlarının oluşabileceğine işaret etmektedir. Mays<sup>18</sup> göre kemik Sr/Ca oranı diyetten giren yüksek kalsiyumlu besinlerden ters orantılı

olarak etkilendiğini ileri sürmektedir. Burton ve arkadaşlarına<sup>46</sup> göre yüksek kalsiyumlu besinler, diyete giren düşük kalsiyumlu besinlerin kemik Sr/Ca oranı üzerindeki etkisini gölgelemektedir. Anne sütünün kalsiyum düzeyi 200 ile 300 ppm arasındadır<sup>31</sup>. İnek sütünün kalsiyum düzeyi 1000-2000 ppm, karasal kökenli bitkilerin (tahıllar dahil) kalsiyum düzeyi ise 300-600 ppm arasında değişmektedir<sup>32,59</sup>. Verili referans değerlerinden de anlaşılacağı üzere son iki grupta yer alan besinlerin kalsiyum düzeyinin anne sütünden yüksek olmasından kaynaklı olarak, kemik Sr/Ca değeri üzerinde bırakacakları izlerin anne sütünün izleri tarafından gölgelenmesi beklenemez. Eğer son iki grupta yer alan besinler, bir yaş altındaki bebeklerin diyetine doğumu izleyen ilk iki ay içinde girmiş olsaydı, bu yaş grubuna ait kemik Sr/Ca oranlarının hem mevcut değerlerden hem de anne sütü için saptanan referans değerlerinden daha yüksek olmasını gerekirdi. Nitekim Mays<sup>18</sup> Ortaçağ'a tarihlenen iskelet serisi üzerinde yaptığı çalışmada, bebeklere ait ortalama kemik Sr/Ca oranını  $8.55 \pm 1.20 (x 10^{-3})$  olarak tespit etmiş ve bu değer tamamen anne sütüyle beslenme sonucu oluşacak değerden çok daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı karşılaştığı bu durumu, doğumdan sonraki ilk aylardan itibaren bebeklerin diyetinin inek sütü ve tahıllarla desteklendiği biçiminde yorumlamıştır<sup>18</sup>. Sillen ve Smith<sup>23</sup> ise MS 800-1300'e tarihlenen Dor iskelet serisi üzerinde yaptıkları çalışmada, bir yaş altı bebeklere ait ortalama kemik Sr/Ca oranını yaklaşık olarak  $1.8 \times 10^{-3}$  olarak tespit etmişlerdir. Araştırmacılar elde ettikleri düşük kemik Sr/Ca oranını, bebeklerin diyetinin sadece anne sütünden oluşması ile ilişkilendirmişlerdir<sup>23</sup>. İkiztepelili bir yaş altı bebeklere ait  $1.8 \times 10^{-3}$  ortalama kemik Sr/Ca oranı, Sillen ve Smith'in<sup>23</sup> elde ettiği oranla benzerdir. Bu çerçevede İkiztepelili bir yaş altı bebekler için elde edilmiş olan düşük kemik Sr/Ca oranları, bütünüyle anne sütüyle beslenmeye işaret edebilir.

Kemik Sr/Ca oranlarının bir yaş altı bireyler için işaret ettiği diyetin büyük ölçüde anne sütünden oluştuğu yönündeki öncül bulgularımızı diyet Sr/Ca oranları ile test edilebilir<sup>18,23</sup>. İnsan sütünün  $GO_{\text{süt-diyet}}$  oranı 0.1 olarak hesaplanmıştır<sup>13</sup>. İkiztepe'de bir yaş altı bebeklerde hesaplanan  $GO_{\text{kemik-diyet}}$  oranı  $1.7 \times 10^{-3}$  dür (Tablo II). Kemikte gözlenen Sr/Ca

oranının kemik-süt oranı olarak hesaplanan 0,1 değeri ile çarpılması, kemikte gözlenen Sr/Ca oranının ne kadarının anneden kaynaklanmış olabileceğini gösterir<sup>18</sup>. İkiztepe için elde edilen  $1.7 \times 10^{-4}$  Sr/Ca oranı, modern kemikler üzerinde yürütülen çalışmalardan elde edilen referans aralığı olan  $1.4 \times 10^{-4} - 3.4 \times 10^{-4}$  arasında tespit edilmiştir<sup>31,32</sup>. Bu veriler de, kemik Sr/Ca oranı gibi bir yaş altı bebeklerin diyetinin önemli ölçüde anne sütünden oluştuğuna işaret etmektedir.

İkiztepe'de sıfır ile bir yaş aralığında bulunan bebeklerde  $1.8 \times 10^{-3}$  değerinde olan ortalama kemik Sr/Ca oranı düzenli olarak artarak bir ile üç yaş aralığında  $2.1 \times 10^{-3}$  değerine yükselmektedir (Tablo II, Şekil 2). Belirgin bir artış eğilimini aynı yaş aralığında hesaplanmış diyet Sr/Ca oranlarında da gözlenmektedir (Tablo II, Şekil 3). Sıfır ile bir yaş arasında  $1.7 \times 10^{-3}$  olan ortalama diyet Sr/Ca oranı, yaklaşık dört kat artarak bir ile üç yaş aralığında  $6.9 \times 10^{-3}$  değerine ulaşır (Tablo II, Şekil 3). Sr/Ca oranlarında gözlemlenen bu değişim örgüsüne ek olarak, Şekil 3'ten de anlaşılacağı gibi, diyet Sr/Ca oranlarının sıfır ile bir yaş arasındaki dağılımı homojendir ve değerler bir birine çok yakındır. Benzer bir beslenme gösterdiği düşünülen sıfır ile bir yaş arasındaki bu bireylerin hem kemik Sr/Ca hem de diyet Sr/Ca oranlarındaki ilk sıçramanın bir-iki yaş aralığında gözlenmesi, bir yaşından itibaren Sr açısından yüksek besinlerin beslenmeye girdiğine işaret etmektedir. Nitekim Sr elementinin besinlerden emilmesi, vücuttan atılması ve çeşitli dokulardaki birikimi üzerine yapılmış olan çalışmalar<sup>24,26,27,29,48</sup>, Sr açısından zengin olan besinlerin bebeklerin diyetine ilk kez alınmasıyla hem kemik Sr/Ca oranında hem de diyet Sr/Ca oranında artış olduğunu ileri sürmektedir. Bütünüyle anne sütüyle beslenen bebeklerin besinlerinin desteklenmesi sonucunda meydana gelen kemik Sr/Ca oranlarındaki artışın, bu bireylerin, yetişkinlerden farklı olarak, sindirim sistemlerinde kalsiyumun lehine Sr'ye karşı gösterilen ayrımcılığın gelişmemesinden kaynaklandığı söylenmektedir<sup>24</sup>. Yaşla birlikte çocukların sindirim sisteminde Sr elementine karşı gelişen ayrımcılığın kemik Sr/Ca oranında düşüşe neden olduğu ve ileriki yaşlarda tekrardan yükselişe geçen oranların sekiz ile on yaş arasında yetişkinlerin değerlerine benzediği belirtilmektedir<sup>24,26</sup>. İkiztepe'den elde

edilen Sr/Ca oranlarının yaşa göre farklılaşması ve ortalamalardaki değişim örüntüsü, bu konuda kabul edilen yaygın görüş<sup>24,26,27,29,48</sup> ile bütünüyle uyumludur.

Kemikler üzerinde yapılan analizler sonucunda saptanan serpilim grafiği (Şekil 2 ve 3), ortalama değerler ve bunlardan elde edilen kemik ve diyet Sr/Ca oranları (Tablo I-II), İkiztepe’de bir yaş altı bebeklerin bütünüyle anne sütüyle beslenmiş olabileceklerini, 1-2 yaşları arasında stronsiyum açısından zengin besinlerin alındığını, anne sütünden kesilme sürecinin ise iki yaşında tamamlandığını göstermektedir.

Anadolu eski insan topluluklarında süten kesme yaşı azot kararlı izotopları kullanılarak da belirlenmeye çalışılmıştır. Domuztepe’de yapılan çalışmalarda süten kesmenin bir yaş civarında başladığı ve iki yaşla birlikte tamamlandığı tespit edilmiştir<sup>60</sup>. Çatalhöyük’te yapılan kararlı azot izotopları analizleri ise süten kesmenin 1.5 yaştan önce tamamlandığını göstermiştir<sup>61</sup>. Anadolu insan topluluklarında süten kesme ya da süt emzirme süresi ile ilişkili modern veriler de bulunmaktadır. Ünsal ve arkadaşları<sup>62</sup> ailenin gelir düzeyinin düşmesiyle emzirme süresinin uzayacağını belirtmekle birlikte ortalama olarak emzirme süresini 8.5 ay olarak hesaplamışlardır. Uysal<sup>10</sup> ise bu süreyi ortalama 17 ay olarak hesaplamış ve ailenin eğitim ve gelişmişlik düzeyinin azalması ile bu sürenin uzadığını belirtmiştir. Tunçbilek ve arkadaşları<sup>63</sup> Doğu Anadolu Bölgesi’nde yaptıkları çalışmada emzirme süresini ortalama olarak 20 ay olarak tespit etmişlerdir. Bütün bu veriler, kararlı izotoplar ve element analizlerinden elde edilen bilgilerin modern çalışmalardan elde edilenlerle uyumlu olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, Anadolu eski insan topluluklarında bebek ölümleri, hastalıklar ve büyüme çalışmaları gibi dolaylı veri alanları, süten kesme süresinin iki ile beş arasında gerçekleştiğini öne sürmektedir<sup>6,7,8,9,10,11,12</sup>. Her ne kadar, bu yaş aralığında ortaya çıkan mortalite ve morbidite artışı, süten kesme süreci ile ilişkilendirilmiş ise de, gerek İkiztepe, gerekse Domuztepe ve Çatalhöyük verileri, büyümede geri kalma, mortalite ve morbiditedeki artışın süten kesme süreciyle değil, süten kesme sonrası stresinin bir sonucu olarak değerlendirilebilir.

#### KAYNAKÇA

1. Sandford MK. A reconsideration of trace element analysis in prehistoric bone. In: Saunders SR, Katzenberg MA (eds). *Skeletal Biology of Past Peoples: Research Methods*. New York: Wiley-Liss Inc, 1992: 79-103.
2. Roth EA. Applications of demographic models to paleodemography. In: Saunders SR, Katzenberg MA (eds). *The Skeletal Biology of Past Peoples: Research Methods*. New York: Wiley-Liss, 1992: 175-188.
3. Moggi-Cecchi J, Pacciani E, Pinto-Cisternans J. Enamel hypoplasia and age at weaning in the 19<sup>th</sup>-century, Florence, Italy. *Am J Phys Anthropol* 1994; 93: 299-306.
4. Larsen CS. Bioarchaeological interpretations of subsistence economy and behavior from human skeletal remains. *Adv Archaeol Method Theory* 1987; 10: 339-445.
5. Wall CE. Evidence of weaning stress and catch-up growth in the long bones of a Central California Amerindian sample. *Ann Hum Biol* 1991; 18: 9-22.
6. Özbek M. Son buluntular ışığında Çayönü Neolitik insanları. *Arkeometri Sonuçları Toplantısı* 1990; 5: 161-172.
7. Güleç E. Topaklı popülasyonunun demografik ve paleoantropolojik Analizi. V. Araştırma Sonuçları Toplantısı 1990: 347-357.
8. Güleç E, Duyar İ, Sevim A. Eski Anadolu toplumlarında büyüme (II): Dilkaya Orta Çağ popülasyonunda uzun kemik büyümesi. *Arkeometri Sonuçları Toplantısı* 1992; 8: 227-241.
9. Uysal G. Tibialarda Fizyolojik Stres Göstergeleri Üzerine Epidemiyolojik Bir Araştırma. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antropoloji Anabilim Dalı (Yayınlanmamış Doktora Tezi), 1993.
10. Uysal G. Oylum Höyük çocuklarının paleopatolojik açıdan incelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi 1995; 1-2: 187-206.
11. Erdal YS, Duyar İ. Bazı eski Anadolu toplumlarında uzun kemik büyümesi. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi* 1998; 41: 241-254.
12. Erdal YS. Eski Anadolu toplumlarında çocuk sağlığı ve hastalıkları. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi* 2000; 43: 5-19.
13. Lough SA, Rivera J, Comar CL. Retention of strontium, calcium and phosphorus in human infants. *Proc Soc Exp Biol Med* 1963; 112: 631-636.
14. Aufderheide AC, Rodriguez-Martin C. *The Cambridge Encyclopedia of Human Paleopathology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.
15. Buikstra JE, Frankenberg S, Lambert JB, Xue L. Multiple elements: multiple expectations. In: Price TD (ed). *The Chemistry of Prehistoric Human Bone*. Cambridge: Cambridge University Press, 1989: 155-210.
16. Ezzo JA. Putting the ‘chemistry’ back into archeological chemistry analysis: modeling potential paleodietary indicators. *J Archaeol Sci* 1994; 13: 1-34.
17. Katzenberg, MA, Herring DA, Saunders SR. Weaning and infant mortality: evaluating the skeletal evidence. *Yearbook of Physical Anthropology* 1996; 39: 177-199.

18. Mays S. Bone strontium: calcium ratios and duration of breastfeeding in mediaeval skeletal population. *J Archaeol Sci* 2003; 30: 731-741.
19. Fuller BT, Molleson TI, Haris DA, Gilmour LT, Hedges RE. Isotopic evidence for breastfeeding and possible adult dietary differences from Late/Sub-Roman Britain. *Am J Phys Anthropol* 2006; 129: 45-54.
20. Clayton F, Sealy J, Pfeiffer S. Weaning age among foragers at Matjes River Rock Shelter, South Africa, from stable nitrogen and carbon isotope analyses. *Am J Phys Anthropol* 2006; 129: 311-317.
21. Durpas TL, Tocheri MW. Reconstructing infant weaning histories at Roman Period Kellis, Egypt using stable isotope analysis of dentition. *Am J Phys Anthropol* 2007; 134: 63-74.
22. Turner BL, Edwards JL, Quinn EA, Kingston JD, Van Gerve DP. Age-related variation in isotopic indicators of diet at Medieval Kulubnarti, Sudanese Nubia. *Int J Osteoarchaeol* 2007; 17: 1-25.
23. Sillen A, Smith P. Weaning patterns are reflected in strontium-calcium ratios of juvenile skeletons. *J Archaeol Sci* 1984; 11: 237-245.
24. Comar CL, Wasserman RH. Strontium. *Mineral Metabolism*. New York: Academic Press, 1963: 523-572.
25. Schroeder HA, Tipton IH, Nason AP. Trace metals in man: strontium and barium. *J Chronic Dis* 1972; 25: 491-517.
26. Comar CL, Russell RS, Wasserman RH. Strontium-calcium movement from soil to man. *Science* 1957; 126: 485-492.
27. Ellias RW, Hiaro Y, Patterson CC. The circumvention of natural biopurification of calcium along nutrient pathways by atmospheric inputs of industrial lead. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 1982; 46: 2561-2580.
28. Price TD, Swick RW, Chase EP. Bone chemistry and prehistoric diet: strontium studies in laboratory rats. *Am J Phys Anthropol* 1986; 70: 365-375.
29. Rivera J, Harley JH. The HASL bone program: 1961-1964, United States Atomic Energy Commission Health and Safety Laboratory Report 1965; No: 163.
30. Hartsook EW, Hershberg TV. Strontium-calcium discrimination during placental transfer and foetal uptake in rats. *Proc Soc Exp Biol Med* 1973; 143: 343-349.
31. Karchler M, Rossipal E, Micetic-Turk D. Trace element transfer from mother to the newborn- investigations of triplets of colostrums, maternal umbilical cord sera. *Eur J Clin Nutr* 1999; 53: 486-494.
32. Rosenthal HL. Content of stable strontium in man and animal biota. In: Skoryna SC (ed). *Handbook of Stable Strontium*. New York: Plenum Press, 1981: 503-514.
33. Alkım UB, Alkım H, Bilgi Ö. İkiztepe I: Birinci ve İkinci Dönem Kazıları (1974-1975). Ankara: TTK Yayınları, 1988.
34. Bilgi Ö. İkiztepe Kazıları. İçinde: Belli O (ed). *Türkiye Arkeolojisi ve İstanbul Üniversitesi (1932-1999)*. Ankara: Başak Matbaacılık ve Tanıtım Hizmetleri Ltd. Sti, 2000.
35. Bilgi Ö. Prehistorik Çağ' da Orta Karadeniz Bölgesi Madencileri. Hind- Avrupalıların Anavatani Sorununa Yeni Bir Yaklaşım. İstanbul: TASK Vakfi Yayınları, 2001.
36. Bilgi Ö. İkiztepe kazısı 2003 dönemi çalışmaları. Kazi Sonuçları Toplantısı 2005; 26: 21-28.
37. Dengiz O, Özcan H. Samsun-Bafra Ovası Topraklarının CBS yardımıyla Verimlilik Endekslerinin (PI) Belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 2006; 20: 136-142.
38. Lindsay WL. *Chemical equilibria in soil*. New York: Wiley, 1979.
39. Grupe G. Impact of the choice of bone samples on trace element data in excavated human skeletons. *J Archaeol Sci* 1988; 15: 123-129.
40. Lambert JB, Vlasak SM, Thometez AC, Buikstra JE. A comparative study of the chemical analysis of ribs and femurs in Woodland populations. *Am J Phys Anthropol* 1982; 59: 289-294.
41. Szpunar CB, Lambert JB, Buikstra JE. Analysis of excavated bone by atomic absorption. *Am J Phys Anthropol* 1978; 48: 199-202.
42. Buikstra JE, Ubelaker DH. Standards for data collection from human skeletal remains. *Arkansas Archeological Survey Research Series No. 44*. Arkansas: Fayetteville, 1994.
43. Kyle JH. Effect of post-burial contamination on the concentration of major and minor elements in human bones and teeth-the implications for palaeodietary research. *J Archaeol Sci* 1986; 13: 403-416.
44. Mays S. *The Archaeology of Human Bones*. London and New York: Routledge, 1998.
45. Sillen A. Diagenesis of the inorganic phase of cortical bone. In: Price TD (ed). *The Chemistry of the Prehistoric Bone*. Cambridge: Cambridge University Press, 1989: 211-229.
46. Burton JH, Price TD, Middleton WD. Correlation of bone Ba/Ca and Sr/Ca due to biological purification of calcium. *J Archaeol Sci* 1999; 26: 609-616.
47. Hancock RG, Grynepas MD, Akesson K, Obrant KB, Turnquist J, Kessler MJ. Baselines and variabilities of major and trace elements in bone. In: Lambert JB, Grupe G (eds). *Prehistoric Human Bone- Archaeology at Molecular Level*. Berlin: Springer, 1993: 188-201.
48. Radosevich SC. The six deadly signs of trace element analysis: a case of wishful thinking in science. In: Sandford MK (ed). *Investigation of Ancient Human Tissue. Chemical Analyses in Anthropology*. Langhorne, PA: Gordon and Breach Science Publishers, 1993: 269-332.
49. Hodges RM, MacDonald NS, Nusbaum R, et al. The strontium content of human bones. *J Biol Chem* 1950; 185: 519-524.
50. Zapata JC, Perez-Sirvent C, Martinez-Sanchez MJ, Tovar P. Diagenesis, not biogenesis: two late Roman skeletal examples. *Sci Total Environ* 2006; 369: 357-368.
51. Pate D, Brown KA. The stability of bone strontium in the geochemical environment. *J Hum Evol* 1985; 14: 483-491.
52. Sillen A, Kavanagh M. Strontium and paleodietary research: a review. *Yearbook Phys Anthropol* 1982; 25: 67-90.
53. Beninson D, Ramos E, Touzet R. Sr-90 levels in the diets and bones of children. *US AEC Health and Safety Lab Report* 1957; No: 149.

54. Jacobsen N, Alfeim I, Jonsen J. Nickel and strontium distribution in some mouse tissues. Passage through placenta and mammary glands. *Res Commun Chem Path* 1978; 20: 571-585.
55. Knizhinikov VA, Marie AN. Strontium metabolism in man. In: Lenihan JM, Loutit JH, Martin H (eds). *Strontium Metabolism*. New York: Academic Press, 1967: 71-82.
56. Tekkaya İ, Payne S. The mammalian fauna of İkiztepe. İçinde: Alkım UB, Alkım H, Bilgi Ö (eds). *İkiztepe I: Birinci ve İkinci Dönem Kazıları*. Ankara: Türk Tarih Kurumu Yayınları, 1988: 227-244.
57. Zeist W. Paleobotanical remains from İkiztepe. İçinde: Alkım UB, Alkım H, Bilgi Ö (eds). *İkiztepe I: Birinci ve İkinci Dönem Kazıları*. Ankara: Türk Tarih Kurumu Yayınları, 1988: 121-124.
58. Özdemir K. İkiztepe Tunç Çağı topluluğunda element analiziyle beslenme yapısının belirlenmesi. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antropoloji Anabilim Dalı (Yayınlanmamış Doktora Tezi), 2008.
59. Runia LT. Strontium and calcium distribution in plants: effect on palaeodietary studies. *J Archaeol Sci* 1987; 14: 599-608.
60. [http://www.arch.cam.ac.uk/ukas07/downloads/UKAS\\_Abstract\\_Book\\_FINAL.pdf](http://www.arch.cam.ac.uk/ukas07/downloads/UKAS_Abstract_Book_FINAL.pdf)
61. Richards MP, Pearson JA, Molleson TL, Russell N, Martin A. Stable isotope evidence of diet at Çatalhöyük, Turkey. *J Archaeol Sci* 2001; 30: 67-76.
62. Ünsal H, Atlıhan F, Özkan H, ve ark. Toplumda anne sütü verme eğilimi ve buna etki eden faktörler. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi* 2005; 48: 226-233.
63. Tunçbilek E, Üner S, Ulusoy M. Türkiye’de emzirme: demografik, sosyo-ekonomik yönleri ve çocuk ölümleri ile ilişkisi. *Nüfusbilim Dergisi* 1982; 4: 7-39.