

DENTAL ANTROPOLOJİK ÇALIŞMALARDA MİKRO AŞINMA ANALİZLERİYLE BESLENME ALIŞKANLIKLARININ BELİRLENMESİ

DETERMINING DIETARY HABITS THROUGH MICROWEAR ANALYSES IN DENTAL ANTHROPOLOGICAL STUDIES

Makale Bilgisi | Article Info

Başvuru: 13 Şubat 2025	Received: February 13, 2025
Hakem Değerlendirmesi: 28 Şubat 2025	Peer Review: February 28, 2025
Kabul: 17 Mayıs 2025	Accepted: May 17, 2025

DOI: 10.22520/tubaar.1639365

Serpil ÖZDEMİR ÖZBEY*

ÖZET

Vücudun tüm etkenlere karşı en dayanıklı parçaları olan dişler, uzun yıllar bozulmadan korunabilmektedir; dolayısıyla da birçok dental antropolojik çalışmada önemli veri kaynakları olarak dişlerden yararlanılmaktadır. Canlıların dişleri, onların sağlık yapıları konusunda bilgiler barındırdığı gibi, bu dişlerin detaylı analizleriyle beslenme rejimleri, çevresel ilişkileri ve kültürel yapılarıyla ilgili veriler de elde edilmektedir. Son zamanlarda, dişlerin mine tabakasında gözle görülebilen yıpranmalar şeklinde tanımlanan makro aşınmaların yanı sıra çiğneme yüzeyi üzerinde oluşan mikro aşınma izleri de titizlikle değerlendirilmektedir. Dişlerdeki mikro aşınma izleri; ağza alınan besinlerin içerikleri, sertlikleri, boyutları ve çiğneme kuvveti gibi konulara ilişkin veriler sunmaktadır. Taramalı Elektron Mikroskobu kullanılarak gerçekleştirilen bu çalışmalarda, dişlerin çiğneme yüzeylerini oluşturan fasetler üzerinde farklı değişkenler kullanılarak ayrıntılı bir değerlendirme yapılmaktadır. Elde edilen bulgulardan, ilgili toplumu oluşturan bireylerin yaşamlarını sürdürdükleri dönemdeki besinleri, besinlerin içerikleri, besinleri hazırlama teknikleri ve tüketme şekilleri hakkında bilgiler edinilmektedir. Ayrıca gerçekleştirilen bu çalışmalarla; yaş, cinsiyet, makro aşınma izleri gibi faktörlerin mikro aşınma izlerine etkileri de araştırılmaktadır. Ancak bu alanda yapılan çalışmaların az sayıda olması gelecekte bu alanda daha fazla araştırmaya yapılmasını gerekli kılmaktadır.

Anahtar Kelimeler : Mikro Aşınma, Makro Aşınma, Faset, Yaş, Cinsiyet

* Dr., Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü, Kazılar ve Araştırmalar Dairesi Başkanlığı, Ankara / Türkiye
e-posta: serpilozdemirozbey@gmail.com, ORCID: 0009-0004-9550-3467.



ABSTRACT

Being the most resistant parts of the body against all factors, teeth can be preserved intact for many years; therefore, teeth are used as important data sources in many dental anthropological studies. The teeth of living organisms contain information about their health and data regarding their diet, environmental relations and cultural structures can be obtained through detailed analysis of these teeth. Recently, in addition to macrowear, which is defined as visible wear on the enamel layer of the teeth, microwear marks on the chewing surface have also been meticulously evaluated. Microwear scars on teeth provide data on the contents, hardness, size and chewing force of the food taken into the mouth. In these researches with Scanning Electron Microscopy, the facets that make up the chewing surfaces of the teeth are evaluated in detail using different variables. Via such findings, information is obtained about the foods, nutrient contents, food preparation techniques and consumption patterns of the individuals of the relevant community during their lifetime. In addition, these studies also investigate the effects of factors such as age, gender, macrowear scars on microwear scars. However, the relatively low number of studies in this field warrants further research in this area in the future.

Keywords: Microwear, Macro Wear, Facet, Age, Sex

GİRİŞ

İnsanlık tarihinin aydınlatılmasında veya adli bir vakanın sonuçlandırılmasında insan iskeletlerinin her bir parçası önemli veri kaynağı olarak kullanılmaktadır. Dişler de bu veri kaynaklarının önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Vücudun tüm etkenlere karşı en dayanıklı parçaları olan dişler, uzun yıllar bozulmadan korunabilmekte ve kazılarda yoğun olarak ele geçirilmektedir.

Dental antropolojik çalışmalarla dişlerin morfolojik yapısının ve kalıtsal varyasyonların belirlenmesinin yanı sıra, toplumları oluşturan bireylerin biyokültürel akrabalık ilişkileri, ağız sağlıkları, ağız sağlığı ile yaşam biçimi ve beslenme alışkanlıkları arasındaki ilişkiler de ortaya konulmaktadır.

Dişler, beslenme sırasında ve sonrasında ağız içerisinde hastalıklara neden olan faktörlerden dolayı birçok patolojik lezyona maruz kalmaktadır. Bu lezyonlar, canlıların ağız ve diş sağlıkları, yaşam biçimleri, çevreleriyle olan ilişkileri gibi konularda bilgi edinilmesine olanak sağlamaktadır. Günümüzde karşılaşılan; diş çürüğü, periapikal lezyon, diş eti çekilmesi, hypoplasia gibi birçok diş ve çene hastalığı eski dönemlerde yaşamış olan insanlarda da rapor edilmiştir. Diş aşınmaları da bu rahatsızlar arasında yer alan önemli bir olgu olup, Antik dönem insanların besin rejimleri, yaşam tarzları ve yaptıkları işler hakkında bilgi verebilecek potansiyele sahip önemli veri kaynakları arasında yer almaktadır (Özdemir Özbey, 2024).

Dişlerin çiğneme yüzeyinde oluşan harabiyet olarak tanımlanan diş aşınmaları; diş dokularının sertliği, genetik yapı, çiğnemenin şiddeti, çene kaslarının gücü, yenilen besinlerin nitelikleri, besin hazırlama yöntemleri, yaş ve cinsiyet gibi birçok etmenden kaynaklı olabilir (Turner, 1979). Arkeolojik kazılardan elde edilen dişler üzerinde gerçekleştirilen dental antropolojik çalışmalarla, avcı-toplayıcılıkla geçinen toplumların dişlerinin, tarımla geçinen toplumların dişlerinden daha farklı aşınma modelleri sergilediği ortaya konmuştur. Bu toplumları oluşturan insanların farklı yaşam biçimleri, yedikleri farklı besin maddeleri ve dişlerinin farklı kullanımlarına bağlı olarak, dişlerindeki aşınmaların derecelerinde de farklılıklar gözlenmektedir. Yapılan dental antropolojik çalışmalarda; kesici dişlerini besinlerini kesme ve koparmada kullanan avcı toplumların dişlerinin daha fazla aşındığı; tarımla geçinen ve ağırlıklı tahılla beslenen toplumların ise yanak dişlerinin çiğnemeye bağlı olarak daha çok aşındığı görülmüştür. Günümüz insanların diş aşınmalarının daha çok rafine gıdalarla beslenmelerine bağlı olarak, geçmişte yaşamış insanların diş aşınmalarına göre daha az yoğunlukta olduğu çeşitli araştırmalarla ortaya konmuştur (Özbek, 2007).

DİŞLERDE MİKRO AŞINMA

Diş minesinin aşınmaya maruz kalan bir doku olduğu bilinmektedir. Canlıların diş yüzeylerinde onların beslenmelerine bağlı olarak oluşan makro aşınmaların yanı sıra, gözle görülemeyecek derecede oluşmuş mikro aşınmalara da rastlanılmaktadır. Dental mikro aşınmalar, diş minesi üzerinde oluşan ve mikroskop altında incelenerek görsel ve sayısal olarak değerlendirilen oluşumlardır. Bu oluşumlara ilişkin hem canlı hem de fosil örnekler üzerinde yapılan çalışmalarla; dental mikro aşınma izlerinin biçimlerinin, tüketilen besinlerin içerisinde bulunan ve aşınmaya neden olan maddelerin boyutlarını ve sertlik derecelerini yansıttığı ortaya konulmuştur (Gordon, 1982; Teaford ve ark., 2001; Grine, 1981; Maas, 1991). Örneğin; yaprak ve sert parçacıklar içeren besinlerle beslenen yaşayan primat türlerinin diş yüzeylerindeki mikro aşınma izlerindeki farklılıkları ortaya koymak üzere yapılan bir çalışmada; sert besinlerle beslenen türlerin azı dişlerinin mine yüzeyinde daha büyük boyutlarda ve daha yoğun miktarlarda çukurluklar gözlenmişken; yaprakla beslenen türlerin azı dişlerinin mine yüzeyinde yoğun çizikler gözlenmiştir (Teaford, 1994; Ungar, 1998).

Azı dişlerin yüzeyindeki mikro aşınma izleri, türler arası beslenme ve ekolojik farklılıklara ilişkin bilgiler barındırmaktadır (Ungar & Teaford, 1996; Galbany & Pérez-Pérez, 2004; Galbany ve ark., 2009). Örneğin, Cercopithecoidea primat grubundan Colobus yaprak yiyen maymunları; Cercopithecus spp. meyve yiyenler ve Papio anubis açık savan ortamlarından gelen karasal toplayıcılarla karşılaştırıldığında düşük mikro aşınma oranı göstermiştir (Galbany & Pérez-Pérez, 2004; Galbany ve ark., 2005). Yapılan bir diğer çalışmada ise Afrika büyük maymunlarının (*Gorilla gorilla* ve *Pan troglodytes*) alt tür düzeyindeki ekolojik adaptasyonlarının mikro aşınma izlerine yansıdığı görülmüştür (Galbany ve ark., 2009). Habitat kullanımındaki bu farklılıklar, fosil hominin örneklerinin ekolojik çeşitliliklerini ortaya çıkarmak için kullanılabilecek önemli veri kaynaklarıdır.

Mikro boyuttaki dental aşınma izleri, beslenme kategorilerinin belirlenmesi ve besinlerin aşındırıcılığına dair çıkarımlarda bulunmak için kullanılabilmektedir. Bu doğrultuda, yaşayan primatlarda dental mikro aşınma yıpranması ile beslenme davranışları arasındaki ilişkiyi belirlemek, atalarımızın beslenme düzenine dair çıkarımlarda bulunmak için önemlidir (Galbany ve ark., 2005; Galbany ve ark., 2009; Teaford, 1994; Teaford & Ungar, 2007).

Miyosen sonrası homininlerine ilişkin yapılan çalışmalarda, diş yüzeylerinde gözlenen mikro aşınma izleri, bu canlıların geniş bir diyet yelpazesine sahip olduğunu göstermiştir (Teaford & Ungar, 2000; Galbany

ve ark., 2005). Ayrıca, Erken Pliyosen dönemi Afrika hominini *Australopithecus anamensis*'in azı dişi üzerinde gözlenen mikro aşınma izlerinin, şempanze ve goril türlerine benzediği belirlenmiş; aynı cinsten olan afarensis türlerinde de benzer diyet modelleri tanımlanmıştır. A. Afarensis'in diş yüzeylerinde gözlenen mikro aşınma izleri, beslenme tipi iyi belgelenmiş birkaç yaşayan primat türünün dişlerindeki mikro izlerle karşılaştırıldığında, türler arasında hem buccal hem de occlusal yüzeylerde gözlenen mikro aşınma izlerinin benzer diyet modellerini işaret ettiği sonucunu ortaya koymuştur (Grine ve ark., 2006; El-Zaatari ve ark., 2005; Estebanz ve ark., 2009). Pleistosen homininlerinin buccal mikro aşınma izleri modern avcı-toplayıcı gruplarla karşılaştırıldığında yeni ve farklı bakış açıları ortaya çıkmıştır. Sonuçlar, Neandertallerde buccal diş yüzeylerinde daha yüksek mikro aşınma yoğunluğunun, modern popülasyonlardan çok daha fazla aşındırıcı diyetlerle ilişkili olduğunu ve tamamen etobur bir diyet hipotezini desteklemediğini göstermiştir (Pérez-Pérez ve ark., 1999; 2003).

İnsan dişleri üzerinde gerçekleştirilen aşınma ve özellikle mikro aşınma analizleri özel bir çalışma konusudur. Bu alanda gerçekleştirilen çalışmalarda; tarım öncesi ve modern sanayileşmiş toplumlar arasında yapılan kıyaslamalarda, mikro aşınma izlerinden yola çıkılarak, tüketilen besinlerin türleri ve bunları hazırlama teknikleri ile besinlerin içerdiği maddelerin aşındırıcılığı açısından farklılıklar gözlendiği görülmüştür (Gügel ve ark., 2001; Kaifu ve ark., 2003). Modern sanayileşmiş toplumların daha rafine ve işlenmiş yiyecekler tüketmesi, dişlerin aşınma yoğunluğunda önemli azalmalara sebep olmuştur. Bu durum geçmiş ve günümüz toplumlarının diş aşınma oranlarının, o toplumların sosyal davranışları ile bağlantılı olduğunu kanıtlar niteliktedir.

Dişlerde Mikro Aşınma Çalışmalarının Tarihçesi

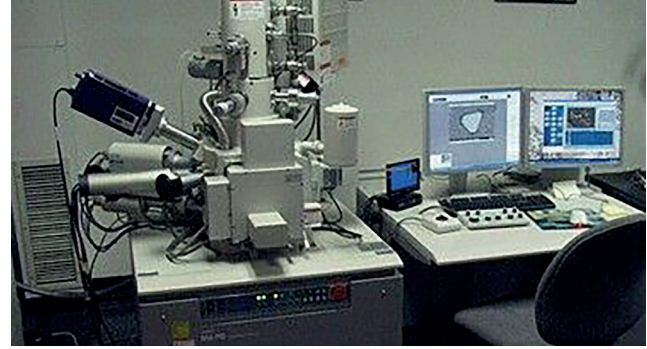
Günümüz teknolojisi doğrultusunda her geçen gün yeni tekniklerle ve daha ayrıntılı analizlerle desteklenen antropolojik çalışmalar, çok önemli bilimsel veriler ortaya koymaktadır. Son yıllarda Taramalı Elektron Mikroskopunun (SEM) gelişmesiyle birlikte gerek diş örneklerinin gerekse değerlendirilen replika malzemelerinin ayrıntılı görüntülenmesi, dental mikro aşınma çalışmalarına yeni boyutlar kazandırmıştır (Fig. 1).

Dişler üzerindeki mikro aşınma izlerine ilişkin ilk çalışmalar, dişlerin çiğneme yüzeylerindeki mikro izlerin sadece görsel olarak değerlendirilmesi esasına dayanmıştır. İlk dönem çalışmalarıyla çenelerin nasıl hareket ettiği ve azı dişlerinin nasıl kapandığı konuları üzerinde durularak, bu bilgilerle beslenme şekilleri belirlenmeye çalışılmıştır (Simpson, 1933). 1970'li yılların ortalarından itibaren SEM kullanılmaya başlanması ile bu alanda yapılan çalışmalar genel olarak

hayvanlarda beslenmeye dayalı tür farklılıkları ve tür ayrımlarını konu edinmiştir. Zamanla birçok araştırmacı SEM kullanarak dental mikro aşınma yöntemini çeşitli hayvanlar ile yaşayan ve nesli tükenmiş primatlar üzerinde uygulamaya başlamıştır (Rensberger, 1978; Walker ve ark., 1978).

Figür 1

Taramalı Elektron Mikroskobu^{1*} / Scanning Electron Microscope (SEM)



Paranthropus ve *Australopithecus*ların süt dişleri üzerinde yapılan bir çalışmada, dişlerin yüzeyinde gözlenen mikro aşınma izlerinin bu iki farklı tür arasında çiziklerin yönüyle ilgili farklılık gösterdiği ortaya konmuş; bu farklılığın da beslenme alışkanlıklarından çok dişlerdeki morfolojik farklılıktan kaynaklı olduğu belirtilmiştir (Grine, 1977). Otçullar ve kısmen böcekçil kemiriciler üzerinde gerçekleştirilen bir diğer çalışmada da çiğneme yüzeylerinde gözlenen mikro aşınma izleri, otçul beslenmeye bağlı oluşan parlak çizikler olarak tanımlanmıştır (Rensberger, 1978). Otçul bir memeli olan hyraxların yağışlı ve kuru havalardaki diyet farklılıklarını ortaya koymak üzere yapılan çalışmada da; türün diş yüzeylerindeki mikro izlerin, yağışlı havada tüketilen otlardan kaynaklı ince paralel çizikler şeklinde, kuru havalarda yemek zorunda olduğu yapraklardan dolayı daha çok çukurluklar şeklinde gözlendiği tespit edilmiştir (Walker ve ark., 1978). Ayrıca primatlar üzerinde yapılan çalışmalarda sert meyve tüketen türlerin dişlerinde, yumuşak meyve tüketen türlere göre daha fazla çukurluk olduğu görülmüştür (Grine & Kay, 1988; Teaford, 1985).

Eskimoların sert deriyi kesici dişleriyle sürekli koparıp-çiğnemelerine bağlı olarak, kesici dişlerinde yoğun miktarlarda mikro aşınma izleri görüldüğü belirtilmiştir (Ryan, 1979). Ön dişlerini tımar için kullanan primatların dişlerinde de karakteristik mikro

1 *Scanning Electron Microscopy (SEM): Taramalı elektron mikroskobu odaklanmış bir elektron demeti ile numune yüzeyini tarayarak görüntü elde eden bir elektron mikroskobu türüdür. Elektronlar numunedeki atomlarla etkileşerek numune yüzeyindeki topografi ve kompozisyon hakkında bilgiler içeren farklı sinyaller üretir. Bu sinyaller ilgili detektörlerce toplanarak bilgisayar ekranına aktarılır ve görüntü elde edilir (<https://arum.ogu.edu.tr/Sayfa/Index/65/taramali-elektron-mikroskobu-sem>).

aşınma şekilleri tespit edilmiştir (Rose ve ark., 1981). Şempanze dişleri üzerinde yapılan araştırmada ise yaş, cinsiyet, dişin çene içindeki pozisyonu ve faset tipi gibi değişkenlerin, mikro aşınma izlerinin boyutu, dağılımı ve yoğunluğu üzerinde etkili olduğu ifade edilmiştir (Gordon, 1982).

Beslenme şekli bilinen yaşayan primatların dişleri ile soyu tükenmiş olan ve beslenme şekli bilinmeyen Miyosen hominoidlerinden *Sivapithecus*'un dişleri karşılaştırıldığında; sert taneli besinlerle beslenen primatların dişlerinde çukurlukların daha fazla olduğu, yumuşak besinlerle beslenen primatlarda ise çiziklerin daha fazla olduğu görülmüştür. *Sivapithecus*'un dişlerindeki mikro aşınma izlerinin ise şempanzenin diş aşınmalarına benzediği ve beslenme şeklinin bu primatinkine benzer olabileceği belirtilmiştir (Teaford & Walker, 1984). Miyosen hominoidi olan *Griphopithecus alpani*'nin beslenme şeklinin belirlenmesi üzerine yapılan araştırmada, *Griphopithecus alpani* dişlerindeki mikro aşınma izleri incelenerek goril, şempanze ve pongo dişleriyle karşılaştırılmıştır ve beslenme şeklinin pongodan farklı olmadığı, ağırlıklı olarak meyve, nadir olarak olgunlaşmamış sert meyveler ile kabuklu yemişler tükettiğine ilişkin veriler elde edilmiştir (King ve ark., 1999).

İtalya'da Geç Miyosen tarihli ve catarrihini primat türü olan *Oreopithecus bambolin* dişlerindeki mikro aşınma izlerinden bu türün genel olarak yaprakla beslendiği belirlenmiştir (Carnieri & Mallegni, 2003). Nesli tükenmiş "*Cebus apella* ve *Lophocebus albigena*" olan iki primat türünün dişlerinde gözlenen mikro aşınma izleri birbirleriyle karşılaştırılmış ve bu türlerin farklı besin maddeleri tükettikleri, sert kabuklu yemiş tüketen primatın dişlerindeki mikro aşınma izlerinin meyve ile beslenen diğer primata göre daha belirgin olduğu tespit edilmiştir (Scott ve ark., 2005).

Mikro aşınma izlerine ilişkin daha sonraki süreçlerde gerçekleştirilen çalışmalarda; bu izlerin nedenleri, diş yüzeylerini nasıl etkilediği ve kullanılan standartların geliştirilmesi adına birçok araştırma gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda; avcı toplayıcı Tigara, Fuegians, Chumash, Andamanese, Khoe-San, Riet River ve Oakhurst Shelter toplumları (El-Zaatari, 2010), antik Easter Adası insanları (Polet, 2011), Merkez Afrika'daki Pigme avcı-toplayıcıları (Romero ve ark., 2013), Üst Paleolitik dönem insanları (El Zaatari & Hublin, 2014), Alt Magdalenian insanları (García-González ve ark., 2015), Atapuerka'daki ilk Avrupalılar (Perez ve ark., 2017), İtalya Erken Bronz Çağı insanları (Masotti ve ark., 2017), Orta Taş Çağı Magubike insanı (Willoughby ve ark., 2018), Maas Nehri çevresindeki kaya sığınakları ve mağaralarda ele geçen Geç Neolitik çiftçileri (Sherrill & Williams, 2019), 17. yüzyıl

Romanya Lasi şehri insanları (Petraru ve ark., 2020) gibi birçok topluma ait farklı dişlerde buccal, lingual ve occlusal yüzeylerde gözlenen mikro aşınma izleri analiz edilmiştir.

Mikro Aşınma İzlerinin Oluşumuna Neden Olan Faktörler

Dişlerde mikro aşınma izleri üzerinde yapılan analizlerde, bu izlerin temel olarak beslenme alışkanlıklarından kaynaklı olduğu belirlenmiştir (Teaford & Walker, 1984; Boz, 2006; Teaford ve ark., 2001; Grine, 1981). Dişler üzerindeki çizik ve çukurlukların sayıları ile bunların boyutları; beslenme alışkanlıklarındaki değişimleri anlamak ve diş kullanımlarındaki fonksiyonel değişimleri açıklamak için önemli ipuçlarıdır. Fasetlerin niteliği, ağza alınan herhangi bir yabancı madde, çiğneme mekanizması, yiyeceklerin içeriği, çiğneme baskısının derecesi ve yönü, mevsimsel değişimler ve brüksizm gibi faktörler de bu izlerin oluşumuna sebep olarak gösterilmiştir (Maas, 1991; Boz, 2006).

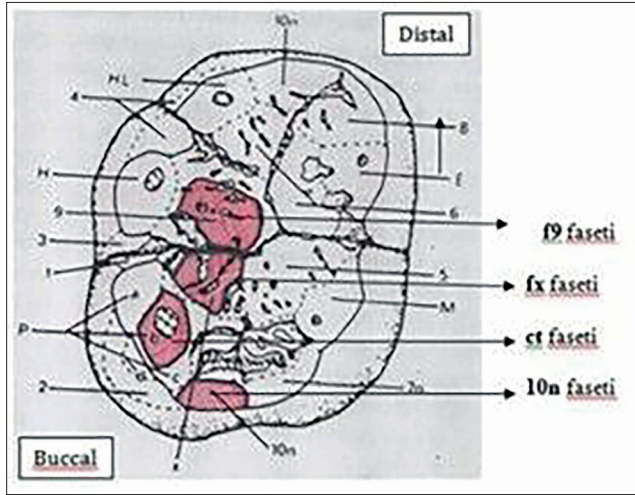
Mikro Aşınma Çalışmalarının Metotları

Makro diş aşınması çalışmalarına göre daha detaylı ve titiz bir çalışma gerektiren mikro aşınma analizleri, diş yüzeyindeki mikro izlerin elektron mikroskobu ile görüntülenmesi esasına dayanmaktadır. Ağız içerisindeki tüm dişler bu yöntemle değerlendirilebilir. Ancak ön dişlerde karşılaşılabilecek mikro aşınma izleri beslenmenin yanı sıra, mesleki alışkanlıklar ve bireysel alışkanlıklara ilişkin bilgiler de verebilmektedir. Ön dişlerde gözlenecek bu türden bir mikro aşınma izi toplumun hem beslenme hem de kültürel yapısına ait veriler barındırabilmektedir. Ancak, büyük ve küçük azı dişleri üzerinde gözlenebilecek mikro aşınma izleri toplumların beslenme şekline ilişkin veriler sunmaktadır (Teaford, 1994; Teaford ve ark., 2001; Molleson ve ark., 1993).

Mikro aşınma izlerine yönelik analizler SEM ve konfokal mikroskop olmak üzere iki farklı cihaz ile gerçekleştirilmektedir. Konfokal mikroskop kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalarda, dişin yüzey dokusu üzerinden yapılan ölçümlerden faydalanılmaktadır (Scott ve ark., 2005; Ungar ve ark., 2003). Konfokal mikroskop altında dişlerin yüzey dokusuna ait veriler üç boyutlu olarak toplanmaktadır. Üç boyutlu görüntüleme ile diş yüzeyindeki yapı ve şekillerin niceliksel olarak değerlendirilmesi, bu şekillerin homojenlik ya da heterojenliği, diş yüzeyinin pürüzlülüğü gibi veriler elde edilmekte; bu verilerden de beslenme rejimi ortaya konmaya çalışılmaktadır (Scott ve ark., 2005; Ungar ve ark., 2003; Sönmez Sözer, 2023).

Figür 2

Kay ve Hiiemae (1974) Tarafından Oluşturulan Faset Numaralandırma Sistemi^{2*} / *The Facet Numbering System Developed by Kay and Hiiemae*

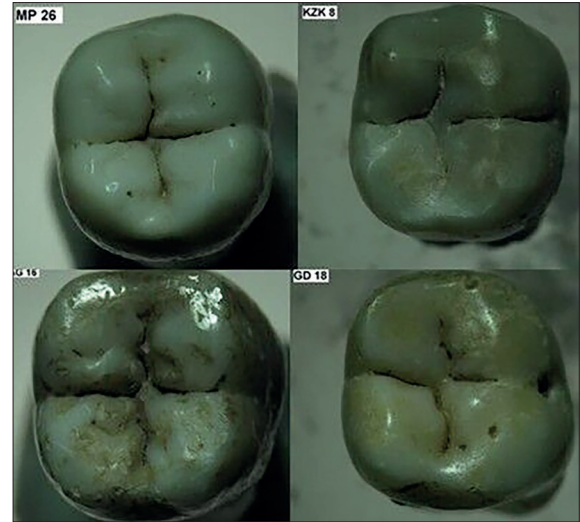


SEM ile gerçekleştirilen analizlerde; diş veya dişlerin buccal, lingual veya occlusal yüzeylerinden yararlanılmaktadır. Bu çalışmalarda çoğunlukla; Kay ve Hiiemae (1974) tarafından oluşturulan, ezme-parçalama faseti “ct” ve öğütme fasetleri “f9”, “fx”, “10n” den oluşan numaralandırma sistemi kabul görüp kullanılmaktadır (Fig. 2). Bu fasetler, çiğneme esnasında ezme-parçalama ve öğütme işlevlerinin diş yüzeylerinde mikro boyuttaki etkilerini ortaya koymaktadır (Gordon, 1980; King, 1997).

Protoconid tüberkülünün tepe kısmında bulunan “ct faseti” genellikle occlusal düzleme paralel şekilde yer alır ve bu faset, ağza alınan yiyeceklerin ilk işlem gördüğü yer olarak tanımlanmıştır (Gordon, 1980; Molleson & Jones, 1991; Molleson ve ark., 1993; Boz, 2006). Alt dişin buccal kısmında ve hypoconid tüberkülü üzerinde yer alan “Faset 9”, hypoconid üzerinde geniş bir bölgeyi kaplaması ve tanımlanması kolay bir faset olmasından dolayı mikro aşınma çalışmalarında en fazla kullanılan faset olarak kabul edilmektedir (Grine, 1987; Grine & Kay, 1988; Teaford, 1985; Teaford & Walker, 1984; Ungar ve ark., 1996; Boz, 2006). Ezme-öğütme faseti olarak tanımlanan “faset x”, çiğneme döngüsünde kuvvet hareketinin ikinci evresinde oluşur ve protoconide disto-lingual olarak eğim yapan bir fasettir (King, 1997; King ve ark., 1999). İncelenen diğer bir faset, protoconid tüberkül tepesinin mesio-lingual kısmına gelen ve dişin mesial kısmına anterior olarak gelişen yüzeydeki “10n faseti”dir. 10n faseti de diğer öğütme fasetleri gibi çiğneme döngüsünde kuvvet hareketinin ikinci evresinde oluşur (Gordon, 1980).

Figür 3

Dişlerin Işık Mikroskopunda Fotoğraflandırılması³ / *Photography of Teeth under Light Microscope*



Dişler üzerinde gerçekleştirilen mikro aşınma analizlerinde; yaşayan insanlar, müzelerde bulunan ünik örnekler ve eski insan toplumlarına ait dişlerin, yüksek kalitede malzemeler kullanılarak replikaları yapılmakta ve dişlerin ayrıntılarını görebilmek için diş kalıpları hazırlanmaktadır (Teaford, 1994). Ancak bazı çalışmalarda, düşük basınçlı mikroskop kullanılmasından ve replika yapım sürecinin uzun ve pahalı bir süreç olmasından dolayı orijinal dişler tercih edilebilmektedir. Ayrıca bazı çalışmalarda, replika malzemeleri için hazırlanan karışımda yapılabilecek hatalardan örnekleme oluşabilecek hava boşlukları (baloncuklar) yanlış değerlendirmelere sebep olacağı düşüncesi ile orijinal malzeme üzerinde çalışılmaktadır (Özdemir ve ark., 2013).

Antik dönem insanların dişlerinde, bazı durumlarda, beslenme ve kültürel alışkanlıklarına bağlı olarak yoğun aşınmalar gözlenmekte ve bu aşınmalardan kaynaklı dişlerin faset sınırları belirginliğini kaybedip yok olmaktadır. Bu tip örnekler, mikro aşınma çalışmalarında sorun teşkil ettiği için değerlendirmeye alınmamaktadır. Bu nedenle mikro aşınma analizlerinde güvenilir sonuçlar elde edilebilmesi adına, örneklem seçiminde hasarlı ve faset sınırları kaybolmuş dişlerin çalışmaya dâhil edilmemiş olmasına dikkat edilmelidir. Ayrıca, arkeolojik kazı çalışmalarında, iskelet ve dişlerin sağlam bir şekilde çıkarılması ve çıkarıldıktan sonra da sağlamlıklarını muhafaza edebilmesi adına bir takım koruyucu ve sertleştirici kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Gerek bu maddeler gerekse yüzeylerde biriken toz ve çamur gibi birikimler, mikroskop altında net bir görüntü elde edilmesine engel olduğu için dişlerin yüzeyleri hassas bir şekilde temizlendikten sonra mikroskop altında değerlendirilmelidir (Fig. 3). Mikroskop değerlendirilmesine hazır olan dişlerin beslenme

2 * Sönmez Sözer 2023, s. 30.

3 Yazarın kendi veri tabanından alıntıdır.

fasetlerinin SEM’de 200 veya 500 büyütme ile görüntüleri alınmakta ve alınan bu görüntüler microwear programında incelenmektedir. Alınan görüntülerde incelenen diş yüzeyinde görülen izler; uzunluk/genişlik oranı kullanılarak çizik ve çukurluk olarak sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflamada farklı araştırmacılar 2:1, 4:1 veya 10:1 gibi farklı oranlar kullanmışlardır. Ancak genel kabul gören ve Grine tarafından önerilen 4:1 oranıdır (Grine, 1986; King, 1997; King ve ark., 1999; Teaford & Robinson, 1989; Teaford & Runestad, 1992). En-boy oranı 4:1’den büyük olanlar “çizik”, küçük olanlar “çukur” olarak tanımlanmaktadır (Grine, 1984; Ungar ve ark., 1994). Bütün izler tanımlandıktan sonra, çizik ve çukurların sayıları, boyutları ve belirlenen toplam mikro izlere oranı değerlendirilerek beslenme hakkında bilgi edinilmektedir.

Dişlerdeki çukurluk ve çiziklerin farklı nedenlerden oluştuğu, iki değişkenin oranlarındaki farklılıkların, aşındırıcı maddenin niteliği hakkında bilgi verdiği çeşitli araştırmacılar tarafından açıklanmıştır (Lewis ve ark., 2000; Ryan, 1979; Teaford, 1991; Walker & Teaford, 1989; Boz, 2006). Sert besinler tüketen türlerin diş yüzeylerinde daha büyük ve daha fazla çukurluklar bulunurken, daha yumuşak besinler tüketen gruplarda daha fazla çizik bulunduğu belirtilmiştir (Gordon, 1984; 1988; Grine, 1986). Dişlerde karşılan çukurluk şeklindeki mikro aşınma izlerinin, genellikle abrazyon (dişlerin yiyeceklerle teması) sonucu ve daha fazla çiğneme gerektiren, sert maddelerden kaynaklı oluştuğu tespit edilmiştir (Strait, 1993; Ryan, 1979; Teaford, 1985). Kemikleriyle birlikte küçük omurgalıları ve sert kabuklu böcekleri tüketen etçillerin dişlerinde; tırtıllar veya omurgalıların etli kısımlarını tüketen ve yumuşak yiyeceklerle beslenen etçillerin dişlerine göre daha fazla çukurluk yüzdesi saptanmıştır (Strait, 1993). Ayrıca sırtlan gibi düzenli olarak kemik tüketen türlerin dişlerinde yüksek oranda çukurluk ve daha az sayıda çizikler belirlenmiştir (Van Valkenburg ve ark., 1990). Diş yüzeylerinde karşılaşılan çizik şeklindeki mikro aşınma izlerinin ise daha çok yumuşak besinlerin tüketilmesi ile atrizyon (dişlerin birbirleriyle teması) sonucu oluştuğu belirlenmiştir. Bu izlerin, yiyecekler içerisinde yer alan fitolitler veya yiyecek üzerine yapışan toz toprak parçacıklarınca oluştuğu pek çok araştırmacı tarafından tespit edilmiştir (Teaford & Lytle, 1996; Peters, 1982).

ANADOLU TOPLUMLARINDA MİKRO AŞINMA ÇALIŞMALARI

Anadolu’da, prehistorik dönem toplumlarının dişlerindeki mikro aşınma izlerine yönelik gerçekleştirilen çalışmalar sınırlı sayıdadır. Anadolu toplumlarından; Çatalhöyük, Aşıklıhöyük, Oylumhöyük ve İkiztepe; Smyrna Agorası, Kyzikos, Minnetpınarı ve Güllüdere; Patara, Kibyra ve Belentepe insanların dişlerindeki mikro aşınma izleri değerlendirilip birbirleriyle karşılaştırılmalar yapılmıştır.

Aşıklıhöyük toplumuna ait dişlerin mikro aşınma izlerine göre, bu toplumun bireylerinin daha az işlenmiş, daha iri taneli ve sert parçacıklar içeren besinlerle beslendiği belirtilmiştir. Çatalhöyük insanların Aşıklı Höyük insanlarına göre daha kolay çiğnenebilen besinler tükettiği; ancak, Tunç dönem tarihli Oylumhöyük ve İkiztepe toplumlarına göre daha büyük boyutta aşınma izlerine sahip olduğu ifade edilmiştir. İkiztepe ve Oylumhöyük toplumlarının ise birbirlerine yakın değerler gösterdiği ortaya konmuştur. Bu durum, bu iki toplumun farklı coğrafik bölgelerde yaşamlarını sürdürmüş olmalarına rağmen benzer besinleri tüketip, benzer yiyecek hazırlama teknikleri kullanmış olabileceklerini düşündürmüştür (Boz, 2006).

Doğu Anadolu toplumları olan Güllüdere ve Minnetpınarı insanların hayvancılığa dayalı bir geçim ekonomisine sahip oldukları bilinmektedir. Ağırlıklı et ile beslendiği düşünülen bu toplumların dişlerinde belirlenen çok sayıda küçük ve orta boyuttaki mikro çukurluklar ile geniş çiziklerin, bu insanların tükettikleri etin kolay çiğnenmediğine, temiz ve katıksız olmadığına işaret ettiği anlaşılmıştır. Ayrıca hem Minnetpınarı hem de Güllüdere topluluklarının yaşam alanlarında tarım yapıldığı da bilinmektedir. Elde edilen sonuçlardan bu insanların topladıkları sert lifli besin maddelerini, topraktan çıkardıkları sert bitki kökleri ile yumruları herhangi bir işleminden geçirmeden doğal haliyle yemiş olduklarını düşündürmüştür (Özdemir ve ark., 2013).

Smyrna Agorası bireylerinin dişlerindeki mikro aşınma izleri, bir diğer batı toplumu olan Kyzikos bireylerinde gözlenen mikro aşınma izleriyle karşılaştırıldığında, toplam şekil sayısının daha fazla olduğu görülmüştür. Smyrna Agorası, kentin konumundan dolayı çok fazla ziyaretçi alan bir liman kentidir. Burada yaşamış olan insanların karışık bir beslenme rejimi uyguladıklarını, buna bağlı olarak da dişlerinde yoğun olarak mikro aşınma izleri görüldüğünü düşündürmüştür. Ayrıca hem Smyrna Agorası hem de Kyzikos bireylerinin dişlerinde çukurluklar çiziklerden daha yoğun gözlenmiştir (Özdemir ve ark., 2013).

Belentepe, Kibyra ve Patara toplumlarının dişleri üzerine yapılan mikro aşınma analizinde, hem toplumların beslenmeleri ortaya konulmaya çalışılmış hem de yerleşim yerinin beslenme şeklinde bir farklılık yaratıp yaratmadığı değerlendirilmiştir. Literatürün aksine en sert besinler tüketen toplumun bir deniz kenarı yerleşimi olan Patara olduğu; dağ yerleşimi niteliğindeki Kibyra’da bireylerin sert parçacıklar içeren, büyük boyutlu besinler tükettiği; dağ-deniz geçişi gibi tepelik bir yerleşime sahip olan Belentepe’nin ise en yumuşak besinlerle beslenen toplum olduğu belirlenmiştir (Sönmez Sözer, 2023).

Anadolu toplumlarına ait dişler üzerinde tespit edilen *mikro aşınma izleri kronolojik olarak değerlendirildiğinde*; neolitik dönemde yaşamış olan Aşıklıhöyük ve Çatalhöyük toplumlarının, Tunç Dönemine tarihlendirilen Oylumhöyük ve İkiztepe toplumlarına göre diş yüzeylerindeki toplam şekil sayısının daha yüksek değerler verdiği (Boz, 2006); Ortaçağ toplumları olan Güllüdere ve Minnetpınarı topluluklarının sonraki döneme tarihlendirilen Kyzikos ve Agora dişlerindeki izlerden daha fazla toplam şekil sayısı gösterdiği (Özdemir ve ark., 2013) anlaşılmıştır. Bu doğrultuda; neolitik dönemden günümüze yaklaştıkça mikro aşınma izlerinde genel anlamda sayısal olarak bir azalma görüldüğü anlaşılmaktadır. Bu alanda yapılan araştırmalar; geçmişte sindirimi zor, diş yüzeylerinin daha fazla yıpranmasına neden olan besin maddeleri tüketildiğin, günümüze yaklaştıkça giderek daha yumuşak ve rafine hale gelen besin maddelerinin tüketildiği sonucunu ortaya koymaktadır. Ancak bu alanda yapılan çalışmaların az sayıda olması bu sonuçların karşılaştırma materyalini kısıtlamaktadır. Dolayısıyla yapılan bu çalışmaların sonuçları tüm Antik dönem Anadolu toplumlarına genellenmesi pek doğru değildir. Bu çalışmalar, genel anlamda bir fikir vermekle birlikte, ileride bu alanda yapılacak çalışmalarla daha net sonuçlara ulaşılacaktır.

Mikro Aşınma İzlerinin Oluşumunda Cinsiyetin Etkisi

Toplumların kültür tarihi boyunca kadın ve erkeğin statülerinde farklılıklar olmuştur. Arkeolojik verilere göre zaman içerisinde ekonomik temellere dayalı olarak değiştiği düşünülen kadın ve erkek arasındaki statü farkının yaşam şekillerine yansıdığı, örneğin kadının ön planda olduğu dönemlerde erkeğe göre daha iyi yiyecekler tüketmiş olabileceklerini düşündürmüştür (Hodder, 1982).

İnsan dişleri üzerinde yapılmış olan mikro aşınma analizlerinde cinsiyet faktörünün ele alındığı pek fazla çalışma yoktur. Indiana prehistorik topluluklarının beslenme alışkanlıklarının araştırıldığı çalışmada Schmidt, cinsiyetin mikro aşınma izlerini etkileyen bir faktör olmadığını belirtmiştir (Schmidt, 2001). Hominoidler ve çeşitli primat türleri üzerinde yapılan çalışmalarda da mikro şekillerin cinsiyetler arasında fark göstermediği belirlenmiştir (Gordon, 1982; King ve ark., 1999).

Anadolu toplumlarından Aşıklıhöyük, İkiztepe, Oylumhöyük ve Çatalhöyük toplumlarında cinsiyetin incelenen toplumlarda mikro aşınma izlerinin oluşumu etkileyen bir faktör olmadığı rapor edilmiştir (Boz, 2006). Kyzikos ve Agora toplumlarına ait mikro aşınma izlerine bakıldığında; erkeklerin dişlerinde gözlenen çiziklerin geniş olduğu tespit edilmiştir. Minnetpınarı insanların

gözlenen mikro aşınma izlerinde cinsiyetler arasında bir fark gözlenmez iken, Güllüdere toplumunda kadınların dişlerinde daha fazla çizik olduğu görülmüş olmakla birlikte bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Özdemir ve ark., 2013). Belentepe, Patara ve Kıbyra toplumlarında da kadın, erkek ve çocuk bireyler arasında belirlenen farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ifade edilmiştir (Sönmez Sözer, 2023).

Dişlerdeki Mikro ve Makro Aşınma Verilerinin Birlikte Değerlendirilmesi

Çatalhöyük ve Aşıklıhöyük toplumlarında, dişlerdeki gözle görülür mine kayıpları olarak bilinen makro diş aşınmaları, mikro aşınma izlerinin oluşumunda, etkili bir faktör olarak rapor edilmişken, İkiztepe ve Oylum Höyük serilerinde mikro aşınma izlerini etkileyen bir faktör olmadığı belirtilmiştir. Toplumlar arasında görülen bu farklılığın sebebinin örneklem sayısındaki azlık ve tüm iskelet serilerinde her bir aşınma derecesinin temsil edilmemesi ile yakından ilişkili olduğu ifade edilmiştir (Boz, 2006).

Kyzikos insanların çene ve dişlerinde yapılan odontolojik incelemelerde, farklı dönemlere ait mezarlardan çıkartılan dişlerin aşınma dereceleri genelde az ya da orta düzeyde olduğu rapor edilmiştir. Bu durum genellikle beslenmeleri tarıma dayalı olan, ancak besinlerinin içerisinde iri ve sert taneli maddeler bulunmayan besinleri tüketen toplumlarda görülmektedir (Gözlük Kırmızıoğlu ve ark., 2009). Verimli toprakları sayesinde zeytincilik, bağcılık ve şarapçılıkta uğraşan ve ekonomik düzeyinin oldukça iyi olduğu düşünülen Kyzikos insanların, yerleşim yerlerinin deniz kenarında olması nedeniyle, bu insanların diyetlerinde deniz ürünlerinin de olduğunu düşündürmüştür. Yapılan mikro aşınma analizinde, bu toplum bireylerinin diş yüzeylerinde ağırlıklı küçük çukurlukların gözlenmesi, az sayıda aşındırıcı bulunduran yumuşak ve lifli besinlerin yendiğini ortaya koymuştur (Özdemir ve ark., 2013).

Smyrna Agorası insanların dişlerinde yapılan makroskobik incelemelerde bu topluluğu oluşturan bireylerin ağız sağlığının çok kötü olmadığı; erkeklerde aşınmanın en fazla 4, kadınlarda 2+ düzeyinde olduğu belirtilmiştir (Sevim ve ark., 2005). Bu sonuç; yapılan çalışmada mikro aşınma kriterlerinin cinsiyetler arası istatistiki olarak anlamlı farklar yaratmadığı görüşünü destekler niteliktedir (Özdemir ve ark., 2013).

Minnetpınarı toplumuna ait odontolojik değerlendirmelerde diş aşınma dereceleri 4-5 düzeyinde gözlemlendiği; bu durum toplumu oluşturan bireylerin orta ve ileri erişkin sayısının fazlalığına bağlandığı; Toros dağı eteğinde yaşayan ve hayvancılıkla uğraştığı düşünülen bu insanların, ağız ve diş sağlığının genel

olarak iyi düzeyde olduğu belirtilmiştir (Yaşar & Sevim Erol, 2009). Hem makro hem mikro aşınma değişkenleri birlikte değerlendirildiğinde ise aşınma değerleri cinsiyetler arasında anlamlı bir farklılık göstermemiştir (Özdemir ve ark., 2013).

Belentepe toplumunun ağız ve diş sağlığını ortaya koymak üzere yapılan çalışmada, toplum genelinde makro aşınma derecesi 4 olarak tespit edilirken (Sönmez Sözer, 2016); Patara (Sevim Erol ve ark., 2016) ve Kibyra (Aladağ, 2020) toplumlarında bu lezyon 4-5 derecesinde gözlenip, bu durum sert ve lifli gıda tüketimi ile fitolit ve aşındırıcı gıda tüketimlerine dayandırılmıştır. Aşınma derecelerinin yoğunluğuna bakıldığında ise bu üç toplumun beslenme rejimi açısından benzer olabileceği, Belentepe toplumunun diğer iki topluma göre daha az sert, lifli gıda tüketmiş olabileceği rapor edilmiştir. Ayrıca; mikro aşınma ve makro aşınma çalışmalarının sonuçları karşılaştırıldığında bazı noktalarda örtüşmeler olsa bile genel olarak sonuçların tam olarak birbirleri ile uyumlu olmadığı ifade edilmektedir (Sönmez Sözer, 2023).

SONUÇ

Tüm canlıların yaşamlarını devam ettirebilmeleri için gerekli olan temel ihtiyaçlarından biri, kuşkusuz onların beslenmeleridir. Dişler her dönem için beslenmeyle ilgili en doğru bilgileri yansıtan önemli belgeler olmuştur. Çeşitli arkeolojik kazılardan elde edilen dişler üzerinde belirlenen makro ve mikro aşınma olarak iki kategoride ele alınan diş aşınmaları diyetin belirlenmesinde önemli kriterlerdendir. Aşınmaların oluşmasında besinlerin türü, sertlikleri, dişlerin genetik yapısı, çiğneme şekli, yaş ve kültürel alışkanlıklar önemli rol oynamaktadır.

Genel olarak toplumun ne tür besinler tükettiği konusunda ipuçları veren dişlerdeki makro aşınmalar, ağız sağlığının göstergeleri olan periapikal lezyonlar, diş taşı ve çürük gibi verilerle desteklendiğinde ilgili toplumların beslenme tarzları hakkında ayrıntılı bilgiler sağlayabilmektedir. Gözle görülebilen ve belirli skalalara bağlı kalarak sınıflandırılan makro aşınmalar dişler üzerinde çok büyük morfolojik farklılıklar göstermezler ve bu izler oldukça yavaş gelişir. Diş minesinin üzerindeki mikro aşınma izleri ise mikroskobik boyutlardadır ve bu izler dişin aşınma hızı ve miktarına ilişkin bilgi barındırmaktadır. Bu mikro izler bireylerin tüm yaşamının toplamından ziyade ölmeye önceki küçük bir zaman dilimine ait ayrıntılı bilgiler verebilecek niteliktedir.

Makroskobik değerlendirmeler ile izotop ve eser element analizlerinin aksine, genel olarak canlının tüm yaşamına dair bilgi verebilme özelliğine sahip mikro aşınma izleri canlının hayatındaki günlük, haftalık ve aylık gibi kısa zaman dilimindeki diş kullanımları ve beslenme

hakkında veri sunmaktadır. Makroskobik olarak diş şekillerinin incelenip değerlendirmeleri, canlının teorik ve evrimsel olarak ne yapabileceği konusunda bilgiler sağlarken; mikro aşınma çalışmaları, söz konusu canlının diyeti ve diş kullanımlarındaki küçük farklılıkları belirleme potansiyeline sahiptir.

Fosil canlılar ve antik dönem ile günümüz toplumlarının diyetlerini ve aralarındaki farklılıkları ortaya koymak amaçlı gerçekleştirilen mikro aşınma analizi çalışmalarının temelini, dişlerin occlusal ve buccal yüzeylerindeki mikro izler oluşturmaktadır. Antik dönem insan toplumlarında ait bireylerin dişlerinde gözlenen dental mikro aşınma izleri, o toplumun kültürel beslenme faktörleri, beslenme şekilleri, yiyecek işleme yöntemleri gibi birçok veriye ulaşılmasına olanak sağlamaktadır. Geçmiş insan beslenme şekillerinin diş mikro aşınma izleri aracılığıyla yeniden yapılandırılması, bu izlerin oluşumunda yaşın, cinsiyetin, makro aşınma izlerinin ne kadar etkili olduğunun ortaya konulması, gelecekte bu alanda daha fazla araştırmaya yapılmasını gerekli kılmaktadır.

KAYNAKÇA

- Aladağ, B. (2020). *Kibyra Antik kentinden 2013-2018 yılları arasında çıkarılan insan iskeletlerinin paleoantropolojik analizi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Ankara Üniversitesi.
- Boz, B. (2006). *Dişlerde mikro aşınma tekniğinin beslenme alışkanlıklarını belirlemedeki yeri: Eski Anadolu toplumlarından örnekler* [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Carnieri, E. & Mallegni, F. (2003). A new specimen and dental microwear in *oreopithecus bambolii*. *Homo, Vol. 54*(1), 29-35. <https://doi.org/10.1078/0018-442X-00056>
- Cordain, L., Eaton, S. B., Sebastian A., Man N., Lindeberg S., Watkins B. A., O'Keefe J. H. & Brand-Miller J. (2005). Origins and evolution of the western diet: Health implications for the 21st century. *American Journal of Clinical Nutrition, 81*, 341-354. <https://doi.org/10.1093/ajcn.81.2.341>
- El-Zaatari, S., Grine, F. E., Teaford, M. F. & Smith, H. F. (2005). Molar microwear and dietary reconstruction of fossil cercopithecoidea from the plio-pleistocene deposits of South Africa. *Journal of Human Evolution, 51*, 297-319. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2005.03.005>
- El-Zaatari, S. (2010). Occlusal microwear texture analysis and the diets of historical/prehistoric hunter-gatherers. *International Journal of Osteoarchaeology, 20*(1), 67-87. <https://doi.org/10.1002/oa.1027>
- El Zaatari, S. & Hublin, J. J. (2014). Diet of Upper Paleolithic Modern Humans: Evidence from Microwear Texture Analysis. *American Journal of Physical Anthropology, 153*(4), 570-581. <https://doi.org/10.1002/ajpa.22457>
- Estebarez, F., Martinez, L. M., Galbany, J., Turbon, D. & Pérez-Pérez, A. (2009). Testing hypotheses of dietary reconstruction from buccal dental microwear in *Australopithecus Afarensis*. *Journal of Human Evolution, 57*, 739-50. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2009.07.007>
- Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezi. *Elektron Mikroskobu Hizmet Birimi*. <https://arum.ogu.edu.tr/Sayfa/Index/65/taramali-elektron-mikroskobu-sem> adresinden 12.09.2024 tarihinden alınmıştır.
- Galbany, J., Martinez, L. M. & Pérez-Pérez, A. (2004). Tooth replication Techniques, SEM imaging and microwear analysis in primates: Methodological obstacles. *Anthropologie, 42*, 5-12.
- Galbany, J., Moya Sola, S. & Pérez-Pérez, A. (2005). Dental microwear variability on buccal tooth enamel surfaces of extant Catarrhini and Miocene Fossil Dryopithecus Laietanus. *Folia Primatologica, 76*, 325-341. <https://doi.org/10.1159/000089531>
- Galbany, J., Estebarez, F., Martinez, L. M. & Pérez-Pérez, A. (2009). Buccal dental microwear variability in extant African Hominoidea: Taxonomy versus ecology. *Primates, 50*, 221-230. <https://doi.org/10.1007/s10329-009-0139-0>
- García-González, R., Carretero, J. M., Richards, M. P., Rodríguez, L. & Quam, R. (2015). Dietary inferences through dental microwear and isotope analyses of the Lower Magdalenian individual from El Mirón Cave (Cantabria, Spain). *Journal of Archaeological Science, 60*, 28-38. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2015.03.020>
- Gordon, K. (1980). *Dental Attrition In The Chimpanzee (Pan Troglodytes Verus): A Scanning Electron Microscope Study* [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Yale University.
- Gordon, K. D. (1982). A study of microwear on chimpanzee molars – implications for dental microwear analysis. *American Journal of Physical Anthropology, 59*(2), 195–215. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330590208>
- Gordon, K. D. (1988). A review of methodology and quantification in dental microwear analysis. *Scanning Microscopy, 2*, 1139-1147.
- Grine, F. (1977). Analysis of early hominid deciduous molar wear by scanning electron microscopy: a preliminary report. *Proceedings of the Electron Microscopy Society, 7*, 157-158.
- Grine, F. (1981). Trophic differences between gracile and robust australopithecines: a scanning electron microscope analysis of occlusal events. *South African Journal of Science, 77*, 203-230.
- Grine, F. (1984). Deciduous Molar Microwear of South African Australopithecines. D. J. Chivers, B. A. Wood & A. Bilsborough (Ed.), *Food Acquisition and Processing in Primates* (s. 525-534) içinde. Boston. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-5244-1_23
- Grine, F. (1986). Dental evidence for dietary differences in australopithecus and paranthropus: A quantitative analysis of permanent molar microwear. *Journal of Human Evolution, 15*, 783-822. [https://doi.org/10.1016/S0047-2484\(86\)80010-0](https://doi.org/10.1016/S0047-2484(86)80010-0)
- Grine, F. (1987). Quantitative analysis of occlusal microwear in australopithecus and paranthropus. *Scanning Microscopy, 1*(2), 647-656.
- Grine, F., Kay, R. F. (1988). Early hominid diets from quantitative image analysis of dental microwear. *Nature, 333*, 765-768. <https://doi.org/10.1038/333765a0>
- Grine, F. E., Ungar, P. S., Teaford, M. F. & El-Zaatari, S. (2006). Molar microwear in *Paranthropus afarensis*: Evidence for Dietary Stasis through Time and under Diverse Paleoecological Conditions. *Journal of Human Journal, 51*, 297-319. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2006.04.004>
- Gügel, I. L., Grupe, G. & Kunzelmann, K. H. (2001). Simultaneous of Dental Microwear : Characteristic Traces by Opal Phytoliths Give Clues to Ancient Human Dietary Behavior. *American Journal of Physical Anthropology, 114*, 124-138. <https://doi.org/10.1002/1096->

- 8644(200102)114:2<124::AID-AJPA1012>3.0.CO;2-S
- Kaifu, Y., Kasai, K., Townsend, G. C. & Richards, L.C. (2003). Tooth Wear and The Design of the Human Dentition: A Perspective from Evolutionary Medicine. *Yearbook of Physical Anthropology*, 46, 47-61. <https://doi.org/10.1002/ajpa.10329>
- Kay, R. F. & Hiiemae, K. M. (1974). Jaw movement and tooth use in recent fossil primates. *American Journal of Physical Anthropology*, 40, 227-256. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330400210>
- Kırmızıoğlu Gözlük, P., Yaşar, Z. F. & Yiğit, A. (2009). Kyzikos İskeletlerinin Dental Analizi, T.C.Kültür Bakanlığı Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü. 24. *Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, 139-149, Ankara.
- King, T. (1997) *Dental Microwear and Diet in Griphopithecus Alpani* [Yayımlanmış Doktora Tezi, London, University College London].
- King, T., Aiello, L. C. & Andrews, P. (1999). Dental Microwear of Griphopithecus Alpani, *Journal of Human Evolution*. 36(1), 3-31. <https://doi.org/10.1006/jhev.1998.0258>
- Hodder, I. (1982). *Symbols in Action: Ethnoarchaeological Studies of Material Culture*. Cambridge University Press.
- Lewis, P., Gutierrez, M. & Johnson, E. (2000). Ondatra Zibethicus Dental Microwear Patterns as a Potential Tool for Paleoenvironmental Reconstruction. *Journal of Archaeological Science*, 27, 789-798. <https://doi.org/10.1006/jasc.1999.0502>
- Masotti, S., Bogdanic, N., Arnaud, J., Cervellati, F. & Gualdi-Russo, E. (2017). Tooth Wear Pattern Analysis in A Sample of Italian Early Bronze Age Population. Proposal Of A 3-D Sampling Sequence. *Archives of Oral Biology*, 74, 37-45. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2016.10.021>
- Maas, M. C. (1991). Enamel Structure and Microwear : An Experimental Study of The Response of Enamel to Shearing Forces. *American Journal of Physical Anthropology*, 85, 31-50. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330850106>
- Molleson, T., Jones K. (1991). Dental Evidence for Dietary Change at Abu Hureyra. *Journal of Archaeological Science* 18. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(91\)90052-Q](https://doi.org/10.1016/0305-4403(91)90052-Q)
- Molleson, T., Jones K. & Jones S. (1993). Dietary Change and The Effects of Food Preparation on Microwear Patterns in the Late Neolithic of Abu-Hureyra, Northern Syria. *Journal of Human Evolution*, 24, 455-468. <https://doi.org/10.1006/jhev.1993.1031>
- Molnar, D. & Grantt, D. G. (1977). Functional Implications of Primate Enamel Thickness. *American Journal of Physical Anthropology*, 46, 447-454. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330460310>
- Özdemir, S., Yavuz, A. Y. & Sevim Erol, A. (2013). The relationship between microwear on human teeth and nutrition: Samples from ancient Anatolian societies. *Natural Science*, 5(4), 449-457. <https://doi.org/10.4236/ns.2013.54058>
- Özdemir Özbey, S. (2024). Seyitömer Höyüğü Orta Tunç Çağı Topluluğunda Ağız ve Diş Sağlığı. *Arkeoloji Dergisi*, 2(33), 25-44. <https://doi.org/10.51493/egearkeoloji.1544597>
- Pérez-Pérez, A., Bermadez de Castro, J.M., Arsuaga, J.L. (1999). Nonocclusal Dental Microwear Analysis of 300 000 Year-old Homo heidelbergensis Teeth from Sima de los Huesos (Sierra de Atapuerca, Spain). *American Journal of Physical Anthropology*, 108, 433-57. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-8644\(199904\)108:4<433::AID-AJPA5>3.0.CO;2-5](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-8644(199904)108:4<433::AID-AJPA5>3.0.CO;2-5)
- Pérez-Pérez, A., Esparz, V., Bermadez de Castro, J. M., Lumley, M. A. & Turbon, D. (2003). Non-occlusal dental microwear variability in a sample of middle and late pleistocene human populations from Europe and near east. *Journal of Human Evolution*, 44, 497-513. [https://doi.org/10.1016/S0047-2484\(03\)00030-7](https://doi.org/10.1016/S0047-2484(03)00030-7)
- Pérez-Pérez, A., Lozano, M., Romero, A., Martínez, L., Galbany, J., Pinilla, B., Estebanaraz-Sánchez, F. & Arsuaga, J. L. (2017). The diet of the first Europeans from Atapuerca. *Scientific Reports*, 7(1). <https://doi.org/10.1038/srep43319>
- Peters, C. R. (1982). Electron-optical microscopic study of incipient dental micro damage from experimental seed and bone chrushin. *American Journal of Physical Anthropology*, 57, 283-301. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330570306>
- Petraru, O. M., Groza, V. M., Lobiuc, A., Bejenaru, L. & Popovici, M. (2020). Dental microwear as a diet indicator in the seventeenth-century human population from Iasi City Romania. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 12, 1-13. <https://doi.org/10.1007/s12520-020-01159-2>
- Polet, C. (2011). Health and diet of ancient Easter Islanders: Contribution of paleopathology, dental microwear and stable isotopes. *Section of Natural and Medical Sciences*, 1-19.
- Rensberger, J. (1978). Scanning Elektron Microscopy of Wear and Occlusal Events in Some Small Herbivores. Butler P. M. & Joysey K. A. (Ed.), *Development Function and Evolution of Teeth* (s. 415-438) içinde. New York Academic Press.
- Romero, A., Ramírez-Rozzi, F. V., De Juan, J. & Pérez-Pérez, A. (2013). Diet-related buccal dental microwear patterns in central African PYGMY foragers and bantu-speaking farmer and pastoralist populations. *PLoS One*, 8, 12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0084804>
- Rose, K. D., Walker, A. C. & Jacobs L. L. (1981). Functional of the Mandibular tooth comb in living and extinct mammals. *Nature*, 289, 583-585. <https://doi.org/10.1038/289583a0>
- Ryan, A.S. (1979). Wear stration primate teeth: A scanning electron microscope examination. *American Journal of Physical Anthropology*, 50, 155-158. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330500204>
- Schmidt, C. (2001). Dental microwear evidence for a dietary shift between two non-maize-reliant prehistoric human populations from India. *American Journal of Physical Anthropology*, 114, 139-145. [https://doi.org/10.1002/1096-8644\(200102\)114:2<139::AID-AJPA1013>3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/1096-8644(200102)114:2<139::AID-AJPA1013>3.0.CO;2-9)
- Scott, R. S., Ungar, P., Bergstrom, T. S., Brown, C. A., Grine, F., Teaford, M. & Walker, A. (2005). Dental microwear

- texture analysis shows within species diet variability in fossil hominins. *Nature Letters*, 436, 693-695. <https://doi.org/10.1038/nature03822>
- Sevim, A., Gözlük, P., Durgunlu, Ö., Özdemir, S. & Taşlıalan, M. (2005). Symrna Agorası iskeletlerinin paleoantropolojik analizi. T.C. Kültür Bakanlığı Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü, 21. *Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, 125-140.
- Sevim Erol, A., Yavuz, A. Y. & Mutlu, H. (2016). Antik patara toplumunun dişlerindeki makro aşınma sıklığı ile beslenme ilişkisi. *Havva İşkan'a Armağan: Lykiarkhissa Festschrift für Havva İşkan*. Ege Yayınları.
- Sherrill, K. & Willams, F. L. (2019). Dietary reconstruction of late neolithic farmers from the meuse river basin of Belgium using dental microwear. *Georgia Journal of Science*, 77(1), 51.
- Simpson G. (1933). Paleobiology of Jurassic Mammals. *Paleobiol* 5, 127-158.
- Sönmez Sözer, Ç. (2023). *Farklı antik dönem toplumlarında karşılaştırmalı dental mikro aşınma analizi* [Yayınlanmamış Doktora Tezi]. Ankara Üniversitesi.
- Strait, S. G. (1993). Molar microwear in extant small-bodied faunivorous mammals: An analysis of feature density and pit frequency. *American Journal of Physical Anthropology*, 92, 63-79. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330920106>
- Teaford, M. F. & Walker, A. (1984). Quantitative differences in dental microwear between primate species with different diets and a comment on the presumed diet of sivapithecus. *American Journal of Physical Anthropology*, 64(2), 191-200. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330640213>
- Teaford, M. F. (1985). Molar microwear and diet in the genus cebus. *American Journal of Physical Anthropology*, 66, 363-370. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330660403>
- Teaford, M. F. & Robinson, J. G. (1989). Seasonal or ecological differences in diet and molar microwear in Cebus Nigrivittatus. *American Journal of Physical Anthropology*, 80, 391-401. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330800312>
- Teaford, M. F. (1991). *Dental microwear: What can it tell us about diet and dental function?*. Advances in Dental Anthropology.
- Teaford, M. F. & Tylenda, C. A. (1991). A new approach to the study of tooth wear. *Journal of Dental Research*, 70(3), 204-207. <https://doi.org/10.1177/00220345910700030901>
- Teaford, M. F. & Runestad, J. A. (1992). Dental microwear and diet in Venezuelan primates. *American Journal of Physical Anthropology*, 88, 347-364. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330880308>
- Teaford, M. F. (1994). Dental microwear and dental function. *Evolutionary Anthropology*, 13, 17-30. <https://doi.org/10.1002/evan.1360030107>
- Teaford, M. F. & Lytle J. D. (1996). Diet-induced changes in rates of human tooth microwear: A case study involving stone-ground maize. *American Journal of Physical Anthropology*, 100, 143-147. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-8644\(199605\)100:1<143::AID-AJPA13>3.0.CO;2-0](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-8644(199605)100:1<143::AID-AJPA13>3.0.CO;2-0)
- Teaford, M.F., Ungar, P.S. (2000). Diet and the evolution of the earliest human ancestors. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(25), 13506-13511. <https://doi.org/10.1073/pnas.260368897>.
- Teaford, M. F., Larsen, C. S., Pastor, R. F. & Noble, V. (2001). *Pits and scratches microscopic evidence of tooth use and masticatory in La Florida*. Bioarchaeology of Spanish Florida: The Impact of Colonialism University Press of Florida.
- Teaford, M. F. & Ungar, P. S. (2007). Dental Adaptations of African Apes. W. Kenke, W. Rothe (Ed.), *Handbook of Paleoanthropology, Vol. 1: Principles, methods and approaches* (s. 1107-1132) içinde. Springer-Verlag.
- Turner, C. G. (1979). Dental anthropological indications of agriculture among the jomon people of central Japan. *American Journal of Physical Anthropology*, 51(4), 619-635.
- Ungar, P. S. (1994). Incisor microwear of sumatran anthropoid primates. *American Journal of Physical Anthropology*, 94(3), 339-363. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330940305>
- Ungar, P. S. & Teaford, M. F. (1996). Preliminary examination of non-occlusal dental microwear in antropoids: Implications for the study of fossil primates. *American Journal of Physical Anthropology*, 100, 101-113. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-8644\(199605\)100:1<101::AID-AJPA10>3.0.CO;2-4](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-8644(199605)100:1<101::AID-AJPA10>3.0.CO;2-4)
- Ungar, P. S., Brown, C. A., Bergstrom, T .S. & Walker, A. (2003). Quantification of dental microwear by tandem scanning confocal microscopy and scale-sensitive fractal analysis. *The Journal of Scanning Microscopy*, 25. <https://doi.org/10.1002/sca.4950250405>
- Walker, A., Hoeck, H. N. & Perez, L. (1978). Micro wear of mammalian teeth as an indicator of diet. *Science*, 201, 908-910. <https://doi.org/10.1126/science.684415>
- Walker, A. & Teaford, M. (1989). Inferences from quantitative analysis of dental microwear. *Folia Primatologica*, 53(1-4), 177-189. <https://doi.org/10.1159/000156415>
- Willoughby, P. R., Compton, T., Bello, S. M., Bushozi, P. M., Skinner, A. R. & Stringer, C. B. (2018). Middle stone age human teeth from magubike rockshelter, Iringa Region, Tanzania. *PloS One*, 13(7). <https://doi.org/10.1007/s10437-017-9254-2>
- Valkenburgh, B., Teaford, M. F. & Walker, A. (1990). Molar microwear and diet in large carnivores-inferences concerning diet in the sabretooth cat, smiodon-fatalis. *Journal of Zoology*, 222, 319-340. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1990.tb05680.x>
- Yaşar, Z. F. & Sevim Erol, A. (2009). Minnetpınarı İnsanlarının Ağız ve Diş Sağlığı. T.C. Kültür Bakanlığı Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü, 24. *Arkeometri Sonuçları Sempozyumu*, 193-203.