

Ağız İçi Sınır Sıcaklık Değerlerinin Termokupl ile *In Vivo* Ölçümü

In Vivo Evaluation of Intra-Oral Temperature Extremes Via Thermocouple

Erdal EROĞLU,^a
Aygül BAYDIR^b

^aProtetik Diş Tedavisi AD,
Süleyman Demirel Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi,

^bDr. Sadık Yağcı Ağız ve Diş Sağlığı
Merkezi, Isparta

Geliş Tarihi/Received: 05.04.2012
Kabul Tarihi/Accepted: 26.09.2012

Yazışma Adresi/Correspondence:
Erdal EROĞLU
Süleyman Demirel Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi AD, Isparta,
TÜRKİYE/TURKEY
prostodontist@hotmail.com

ÖZET Amaç: Ağız içi alt-üst sıcaklık sınır değerlerinin laboratuvar ortamında taklit edilmesi, dental malzemeler için öngörülen çeşitli yaşlandırma protokollerinin temel basamaklarından birini oluşturmaktadır. Ancak, alt-üst sınır sıcaklık değerlerine ilişkin gerçekleştirilen ve bu protokollere esas teşkil eden *in vivo* çalışmalarda farklı sıcaklık değerleri bildirilmektedir. Bu çalışmanın amacı, ağız içi alt-üst sınır sıcaklık değerlerinin termokupl ile *in vivo* olarak tespit edilmesidir. **Gereç ve Yöntemler:** Bu çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi öğrencilerinden gönüllü 50 birey ile gerçekleştirilmiştir. Bireylerin üst çene ölçüleri alınarak çalışma modelleri elde edilmiş ve bu modeller üzerinde 2 mm kalınlığında plastik plaklar kullanılarak splintler yapılmıştır. Uyumlandırılan splintler üzerinde 11-21 numaralı dişlerin bukkal interproksimal yüzüne (a bölgesi), 11-21 numaralı dişlerin palatinal interproksimal yüzüne (b bölgesi), 16 numaralı dişin bukkal yüzüne (c bölgesi) ve 26 numaralı dişin palatinal yüzüne (d bölgesi) ısı algılayıcı (termokupl) yerleştirilmiştir. **Bulgular:** Bu splintler ağızda iken, sıcak ve soğuk içeceklerin tüketimi sırasında ağızda meydana gelen alt-üst sınır sıcaklık değerleri ölçülmüştür. En yüksek üst sınır sıcaklık değeri 53,78°C (a bölgesi) olarak ölçülmüştür. En düşük alt sınır sıcaklık değeri ise 6,07°C (a bölgesi) olarak saptanmıştır. **Sonuç:** Çalışma, termal siklus test protokolü için günümüze kadar yapılan çalışmalarda en sık kullanılan alt-üst sınır sıcaklık değeri olan 5-55°C'nin uygunluğunu desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler: Yüksek ısı; soğuk ısı; ağız

ABSTRACT Objective: Simulation of intraoral cold-hot temperature extremes in laboratories is one of the basic steps of aging protocols for dental materials. However, the *in vivo* studies that assess cold-hot temperature extremes of the aging protocols report different results. The aim of this study is to determine cold-hot intraoral temperature extremes *in vivo* by thermocouple. **Material and Methods:** The study was achieved by 50 volunteer dental students of Suleyman Demirel University Faculty of Dentistry. Upper jaw impressions of subjects were taken, models prepared and 2 mm thick plastic splints were prepared for upper jaw. The splints were adapted to the subjects, and thermal sensors (thermocouple) were placed on four different parts: buccal interproximal surface of teeth 11-12 (region a), palatinal interproximal surface of teeth 11-12 (region b), buccal surface of teeth 16 (region c), and palatinal surface of teeth 26 (region d) of the splints. **Results:** Cold and hot temperature extremes that occurred during consumption of hot and cold drinks were measured by thermocouple. Higher temperature extreme was measured as 53.78°C (region a) and lowest temperature extreme was measured as 6.07°C (region a). **Conclusion:** The results of this study advocate the suitability of 5-55°C as hot and cold temperature extremes commonly used in thermocycling procedures in the studies up to date.

Key Words: Hot temperature; cold temperature; mouth

Türkiye Klinikleri J Dental Sci 2013;19(1):9-16

Dental malzemeler ağız içinde kullanıma sunulmadan önce belirli protokoller çerçevesinde *in vivo*, *in vitro* ya da hayvan deneyleri ile test edilir. En güvenilir sonuçları vermelerine rağmen pahalı ol-

maları, gözlem sürelerinin uzun olması, kolay kontrol edilememeleri ve aynı zamanda uyulması gereken etik ve yasal kurallar *in vivo* deneylerin uygulanmasını karmaşık bir hale getirmektedir. *İN vivo* deneylerin içerdiği bu handikapların ötesinde kontrol edilebilir, göreceli olarak daha basit, ucuz ve *in vivo* deneyler için geçerli olan etik ve yasal kurallardan muaf olan *in vitro* deneyler tercih edilir hale gelmiştir.¹

İN vitro deneylerin temel amacı, ağız içi koşulları laboratuvar ortamına taşımaktır. Fonksiyonel kuvvetler, tükürük, pH gibi parametrelerin yanı sıra, sürekli değişkenlik gösteren ağız içi sıcaklık da laboratuvar koşullarında oluşturulmaya çalışılır. Dental malzemelerin test edilmesinde en çok kullanılan *in vitro* testlerden biri de termal siklus test protokolüdür. Bu protokolün temel hedefi, restoratif malzemelerin uzun dönemli klinik kullanım koşullarını taklit etmektir.² Ancak, yapılan literatür taramasında, termal siklus test protokolünü oluşturan süreçlerde standart protokoller kullanılmadığı tespit edilmiştir.³ Termal siklus test protokolünü oluşturan temel basamaklardan biri olan alt ve üst sınır sıcaklık değerleri bazı çalışmalarda 5-55°C olarak kullanılırken; 4±1°C ila 65±1°C olarak, uygulanan çalışmalara da rastlanmıştır.⁴⁻⁹ Ağız içi alt ve üst sınır sıcaklık değerlerinin tespiti için yapılan çalışmalara ek olarak alt ve üst sınır sıcaklık değerlerinin tespiti için gerçekleştirilen *in vivo* çalışmalarda da çelişkili sonuçların varlığı gözlenmiştir (Tablo 1).

Uluslararası Standartlar Örgütü [International Organization for Standardization (ISO)]ve Ameri-

kan Diş Hekimleri Birliği [American Dental Association (ADA)] termal siklus test protokolünde alt ve üst sınır sıcaklık değerlerinin 5-55°C olarak uygulanması gerektiğini bildirmesine karşın, üst sınır sıcaklık değeri olarak 70°C gibi oldukça yüksek bir ağız içi sıcaklık simülasyonu kullanan çalışmalara da rastlanmıştır.¹⁰

Bu çalışmanın amacı, ağız içi alt ve üst sınır sıcaklık değerlerinin termokupl ile *in vivo* olarak tespit edilmesidir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi (SDÜ) Diş Hekimliği Fakültesinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya SDÜ Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi öğrencilerinden 18-20 yaş aralığında 24'ü kadın, 26'sı erkek olmak üzere toplam 50 gönüllü birey katılmıştır. Bireyler, Dünya Tıp Birliği Helsinki Bildirgesi doğrultusunda sözlü olarak bilgilendirilmiş ve her birinden yazılı onam formu alınmıştır. Çalışma için SDÜ Tıp Fakültesi Etik Kurulundan onay alınmıştır. Sıcak ve soğuk içeceklere karşı aşırı duyarlılığı olan, ağızda ısı iletimini etkileyecek kadar geniş dolgu ya da restorasyon bulunan, periodontal hastalığa sahip ve bulantı refleksi olan ve sabit ortodontik tedavi gören bireyler çalışmaya dâhil edilmemiştir.

Çalışmaya katılan 50 bireyden fabrikasyon dişli kaşıkla ve aljinat ölçü maddesi (Features Tulip Alginate, Cavex, Hollanda) kullanılarak üst çene ölçüsü alınmış ve çalışma modelleri elde edilmiştir. Elde edilen modeller üzerinde 2 mm kalınlığında plastik plaklar (Essix C+® - 125 mm Square, Dentsply, ABD) ısı ve basınçla (Drufomat Scan 115v-Silver, Dentsply, ABD) şekillendirilerek splintler yapılmıştır (Resim 1).

Bu splintler diş eti seviyesinden 1 mm yukarıda olacak şekilde kesilmiş ve bireylerin ağızına takılarak gerekli uyumlamalar yapılmıştır. Splintler bireylerin ağızında iken her bireye su içirilmiş ve yutkunma sorunu yaşayan bireylerde düzeltmeler yapılmıştır.

Uyumlama işlemleri bittikten sonra, her bir splint üzerinde,

TABLO 1: Ağız içi alt ve üst sınır sıcaklık değerini ölçen çalışmalar.

İlk isim	Yayın yılı	Ölçülen en düşük sınır sıcaklık değeri	Ölçülen en yüksek sınır sıcaklık değeri
Nelsen	1952	9°C	52°C
Longman	1986	13°C	50°C
Palmer	1992	1°C	58,5°C
Michailescu	1995	4,3°C	48,4°C
Youngson	1998	Nicel değer belirtilmemiş	
Youngson	2000	15,4°C	68°C
Ernst	2004	13,7°C	52,8°C
Barclay	2005	0°C	70°C



RESİM 1: Üst çene modeli üzerine ısı ve basınçla şekillendirilmiş plastik splint.
(Renkli hali için Bkz. <http://dishekimligi.turkiyeklinikleri.com/>)

- 11-21 numaralı dişlerin bukkal interproksimal (a bölgesi),
- 11-21 numaralı dişlerin palatinal interproksimal (b bölgesi),
- 16 numaralı dişin bukkal ve (c bölgesi)
- 26 numaralı dişin palatinal yüzüne olmak üzere (d bölgesi) toplam dört adet K tipi termokupl yerleştirilmiştir (Resim 2 ve 3).

Termokupl, sıcaklık farkına bağlı olarak bir voltaj oluşturan iki farklı metal arasındaki bağlantıdır. Termokupllar sıcaklık ölçümü ve kontrolü amacıyla oldukça yaygın olarak kullanılan ısı algılayıcılar ve aynı zamanda ısıyı elektrik enerjisine çevirmek amacıyla da kullanılabilirler. Ucuz, değiştirilebilir, standart bağlantılara uyabilen ve oldukça geniş bir aralıkta sıcaklık ölçümü yapabilen algılayıcılar. En önemli dezavantajları, 1°C'den düşük sistem hatalarının fark edilmesinin güç olmasıdır. K tipi termokupllar 1952 yılından beri ağız içi sıcaklık değişimlerini ölçmek amacıyla kullanılmaktadır.¹¹ Bu sebeple avantaj ve dezavantajları hakkında bilgi sahibi olunan bir ısı algılayıcısıdır. Ayrıca ölçüm yaptıkları sıcaklık aralığının uygun olması (-50 ila +200°C), sebebiyle de ağız içi sıcaklık ölçümlerinde en sık tercih edilen ısı algılayıcılardan biridir. Dış ortamdan çabuk etkilenmeleri termokuplar için bir dezavantaj oluşturabilir. Bu nedenle ölçüm sırasında yakından takip edilmeleri gerekmektedir.¹¹ Çalışmamızda da, termokupl ile yapılan ölçümler sırasında atipik değerler ölçülmüş ve bu nedenle ölçümlerin tekrarlanması ya da termokuplların değiştirilmesi gerekmiştir.

Çalışmada kullanılacak termokupllar, splintler üzerindeki belirlenmiş bölgelere (a-b-c-d bölgeleri) silikon tabancası (EL-SA Glue Gun, Zhejiang Machinery & Equipment, I/E Co, Ltd, Çin) ve çubuk silikon (Somafix Glue Stick 11,3 mm x 300 mm, Çin) kullanılarak sabitlendi. Termokuplların veri toplayıcı ile (Datalogger-ACR Systems, ABD) ile bağlantısı sağlandı (Resim 4). Dezenfekte edilip yıkanan splintler deneklerin üst çenelerine yerleştirildi. Her 8 saniyede bir, ölçüm değeri alınacak şekilde sıcak ve soğuk ölçümler tamamlandı. Ölçüm sonuçları veri kaydedici bir program aracılığıyla kaydedildi (ACR Trendreader Software, ABD).

Alt ve üst sınır sıcaklık değerlerinin termokupl ile tespitinde elde edilen değerlerin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapmaları belirlendi.



RESİM 2: K tipi termokupl.
(Renkli hali için Bkz. <http://dishekimligi.turkiyeklinikleri.com/>)



RESİM 3: Üzerine termokupl yerleştirilmiş plastik splintin ağızdaki görüntüsü.
(Renkli hali için Bkz. <http://dishekimligi.turkiyeklinikleri.com/>)



RESİM 4: Üzerinde algılayıcı bulunan plastik splintin veri kaydedici ve bilgisayar bağlantısı.

(Renkli hali için Bkz. <http://dishekimligi.turkiyeklinikleri.com/>)

TABLO 2: Termokupl ile ölçülen üst sınır sıcaklık değerleri.

	En yüksek değer	En düşük değer	Ortalama	Std. sapma
a bölgesi	53,78°C	40,01°C	46,60°C	4,16°C
b bölgesi	51,89°C	37,95°C	44,62°C	3,90°C
c bölgesi	49,21°C	36,72°C	41,50°C	3,31°C
d bölgesi	50,71°C	37,15°C	42,66°C	3,34°C

TABLO 3: Termokupl ile ölçülen alt sınır sıcaklık değerleri.

	En yüksek değer	En düşük değer	Ortalama	Std. sapma
a bölgesi	6,07°C	22,62°C	13,60°C	4,91°C
b bölgesi	6,64°C	22,77°C	13,58°C	4,15°C
c bölgesi	8,46°C	28,05°C	18,83°C	4,64°C
d bölgesi	6,83°C	20,99°C	14,15°C	3,71°C

BULGULAR

Ağız içi alt ve üst sınır sıcaklık değerlerinin ölçüldüğü bu çalışma 50 birey ile gerçekleştirilmiştir. Bireyler, içecekleri içmeye başladıkları sıcaklıklara ve içme sürelerine kendileri karar vermişlerdir.

Bu çalışmada ağız içinde meydana gelen alt ve üst sınır sıcaklık değerleri termokupl ile ölçülmüş-

tür. Bireylerde dört bölgeden termokupl ile ölçülen üst sınır sıcaklık değerleri Tablo 2’de görülmektedir.

Bireylerde üst çenedeki dört bölgeden termokupl ile ölçülen alt sınır sıcaklık değerleri Tablo 3’te görülmektedir.

TARTIŞMA

Ağız içi sınır sıcaklık değerlerinin termokupl ile *in vivo* ölçümünü amaçlayan bu çalışmanın sonuçları, en yüksek sınır sıcaklık değerinin üst santral dişlerin bukkal yüzünde 53,78°C ile alt sınır sıcaklık değerinin ise yine aynı bölgede 6,07°C ile gerçekleştiğini göstermiştir.

Bu çalışma, güvenilirliği artırmak için daha önce aynı amaçla gerçekleştirilen tüm *in vivo* çalışmalardan daha fazla sayıda bireyle (50 kişi) gerçekleştirilmiştir.

Ağız içi alt ve üst sınır sıcaklık değeri ölçmek üzere gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde, ısı algılayıcıların ağız içinde yerleştirildiği bölgeler ve bu algılayıcıların sabit konumda tutulabilmesi amacıyla kullanılan yöntemlerin örtüşmediği gözlenmektedir. Çalışmamızda ısı algılayıcının yer değiştirmesinin olası sonuçlarını engellemek üzere splint kullanılmış ve ısı algılayıcılar splint üzerine sabitlenmiştir.

Bu çalışmada, ağız içi alt ve üst sınır sıcaklık değerlerini tespit etmek amacıyla K tipi termokupl kullanılmıştır. Ağız içi sınır sıcaklık değerlerini ölçen çalışmalar incelendiğinde ısı algılayıcısı olarak Nelsen ve ark. ile Longman ve Pearson bakır konstantan (T tipi) termokupl, Palmer ve ark. termokupl kullanmış, ancak bunun hangi tip olduğunu belirtmemişlerdir.^{2,11,12} Michalesco ve ark. yaptıkları çalışmada, nikel krom/nikel alüminyum termokupl (K tipi) kullanarak ağız içi sıcaklık ölçümü yapmışlardır.¹³ Ağız içi sıcaklık sınır değerleri ölçümü yapan ve yukarıda anılan bu çalışmaların hiçbirinde kullanılan ısı algılayıcılarının hangi sıcaklık aralığında kaç derece hassasiyetle ölçüm yaptığı belirtilmemiştir. Bu durum ölçüm sonuçlarının güvenilirliği açısından sakıncalıdır. Youngson ve ark. ile Youngson ve Barclay, -50°C ile +200°C aralığında $\pm 3^\circ\text{C}$ hassasiyetle ölçüm ya-

pabilen K tipi termokupl kullandıklarını belirtmişlerdir.¹⁴ Ernst ve ark. yılında yaptıkları çalışmada, ısı algılayıcı olarak 0,2 mm çapında, 1 m uzunluğunda iki adet teflon kaplı nikel krom-nikel spiral termal element teli kullanmışlardır.¹⁵ Araştırmacılar, bu algılayıcının -60°C ila +350°C aralığında ölçüm yapabildiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda da, ağız içi sıcaklık sınır değişimi ölçümlerinde sıklıkla tercih edilen K tipi termokupl kullanılmış olması elde edilen sonuçların geçmiş çalışmalarla kıyaslanabilmesine olanak vermiştir.

Ağız içi sıcaklık ölçümlerinde kullanılan bir başka ısı algılayıcısı da termistördür. Barclay ve ark. fonksiyon sırasında ağız içi sıcaklıkların ölçümünün yapıldığı çalışmalarında minyatür tip termistör kullanmışlardır.¹⁶ Araştırmacılar, bu termistörün küçük boyutta, ucuz, hızlı yanıt veren bir ısı algılayıcısı olduğunu ve belirli bir aralıkta sıcaklık ölçümü istendiğinde tercih edildiğini bildirmişlerdir. Ancak, kullanılan termistörün hangi sıcaklık aralığında ve kaç derece hata ile ölçüm yaptığını belirtmemişlerdir.

İnsanların ısıyı ve ağız içi ısı değişimlerini algılama mekanizması tam olarak anlaşılamamıştır. Her ne kadar ağız yakan ya da donduran yiyecekler “yenilemez” olarak nitelendirilse de, ağzın ortalama sıcaklıktaki yiyecek ve içeceklerle yanıt konusunda nesnel bir bilgi bulunmamaktadır. Ağzın ısısız algısı ile ilgili olarak gerçekleştirilmiş bir çalışmada, ağızdaki ısıya duyarlı noktaların bazı bölgelerde (örneğin; dilin medial ve posterior yüzeyi) sığağa karşı duyarsız olduğu ve oral kavitenin genel olarak sıcaktan ziyade soğuk uyarılara karşı daha hassas olduğu bildirilmiştir.¹⁷

Barclay ve ark., dişlerin ve oral mukozanın oldukça gelişmiş bir ısı algılama sistemleri olduğunu, bu nedenle bireylerin uç sıcaklıklarda yiyecek-içecek tüketimini güç bulduklarını belirtmiştir.¹⁶ Bireyin tolere edebildiği sıcaklık aralığı kişilere göre oldukça değişkenlik göstermektedir ve diş sayısı, açığa çıkmış dentin miktarı, oral mukozanın keratinizasyon derecesi, yaş, cinsiyet gibi pek çok faktöre bağlıdır.¹⁶

Bu çalışmada, alt ve üst sınır sıcaklık değerlerinin tespiti için önce bireylerin üst çenelerine üze-

rinde ısı algılayıcısı bulunan splintler yerleştirilmiştir. Daha sonra, ağızda meydana gelecek olan alt ve üst sınır sıcaklık değerlerini ölçmek üzere, sıcak-soğuk su sebilinden sıcak ölçümler için 94°C, soğuk ölçümler için ise 4°C sıcaklığındaki su cam bardağa konmuştur. Daha sonra bireyin tercihine göre sıcak içecek olarak çay ya da granül kahve hazırlanmış ve bireylere içecekleri istedikleri sıcaklıkta içmeye başlayabilecekleri söylenmiştir. Bu da, gerçekleştirilen ölçümlerin gerçek hayatta uyumlu olmasını sağlamaktadır. Nelsen ve ark., çalışmalarında bireylere oldukça sıcak kahve verildiğini ve birkaç saniyede 120 mL (4 ons) kahveyi rahatça içebildikleri sıcaklıkta içeceğin sıcaklığının ölçüldüğünü belirtmişlerdir. Araştırmacılar, kahvenin başlangıç sıcaklığı konusunda herhangi bir bilgi vermemişlerdir. Soğuk içecek olarak ise bir içecek makinesinden 4°C’de su kullanmışlardır. Bireylerin bu sıcaklıktaki suyu rahat içip içemediğinden bahsetmemişlerdir.¹¹ Longman ve Pearson yaptıkları çalışmada, bireylere belirli hacimde su vermiş ve bireylerden rahatsızlık hissetmeden içebildikleri sıcaklığı belirtmelerini istemişlerdir.² Bu sırada suyun sıcaklığını ölçmüşlerdir. Yudumlama sırasında bardaktaki en yüksek değer 74°C olarak ölçülmüştür. Araştırmacılar, bireylerin çoğunluğunun sıcak suyu 55-68°C arasında rahatça içebildiklerini belirtmişlerdir.² Palmer ve ark., sıcak ve soğuk sıvıların ağız içinde meydana getirdiği sınır sıcaklık değerlerini ölçtükleri çalışmada, musluk suyunu mikrodalga fırın içerisinde kaynama derecesi altında ısıtmış (çalışmada -90°C olarak tanımlanmıştır) ve bireylerden suyu ağızlarına yaklaştırmalarını ve rahat içebileceklerini düşündüklerinde bir yudum almalarını istemişlerdir.¹² Ancak, bu araştırmanın gereç ve yöntemler bölümünde mikrodalga fırında ısıtıldıktan sonra servis edilen suyun servis sıcaklığının ve bu suyun içilmeye başlandığı sıcaklığın nasıl ölçüldüğüne dair bir bilgi yer almamaktadır.

Barclay ve ark., bireylere sıcak içecek olarak 90°C sıcaklıkta çay ya da kahve ve soğuk içecek olarak da 1°C sıcaklıkta buzlu su vermişlerdir.¹⁶ Bireylerden içme sıcaklıklarına kendilerinin karar vermesi istenmiştir. İçecekler polistren bardaklarda sunulmuştur. Polistren bardak, bireyin içeceği sıvının sıcaklığını algılamasını engellemektedir.

Bu çalışmada, ağız içi alt ve üst sınır sıcaklık değerlerinin ölçümü üst çenede 16 numaralı dişin bukkal yüzü, 26 numaralı dişin palatinal yüzü ve 11-12 numaralı dişlerin bukkal interproksimal ve palatinal interproksimal yüzlerinden yapılmıştır. Benzer çalışmalar incelendiğinde, Longman ve Pearson, Palmer ve ark., Youngson ve ark., Youngson ve Barclay, Ernst ve ark., ile Barclay ve ark., dişin dış yüzeyinden, Michalesco ve ark. sıcaklık sınır değerlerini kavite tabanı, kanal içi ve diş dış yüzeyinden, Nelsen ve ark. ise sıcaklık sınır değerlerini kavite tabanından ölçmüşlerdir.^{2,11-16} Sonuç olarak, ağız içi sınır sıcaklık ölçümü yapılan bu çalışmalarda ölçüm yöntemleri incelendiğinde; sınır sıcaklığı oluşturan sıcak ya da soğuk sıvı ile ısı algılayıcıların temas ettiği bölgelerin örtüşmediği gözlenmektedir. Bu da, sonuçların birbiriyle kıyaslanmasını zorlaştırmaktadır.

Nelsen ve ark., kavite tabanından ve T tipi termokupl ile gerçekleştirdikleri deneyde alt sınır sıcaklık değeri olarak 9°C, üst sınır sıcaklık değeri olarak ise 52°C ölçmüşlerdir.¹¹ Bu çalışmada ise sınır sıcaklık değerleri dört farklı bölgeden ve diş dış yüzeyinden K tipi termokupl ile yapılmıştır. Bu nedenle, iki çalışmada elde edilen sonuçlar birbiriyle kıyaslanamamaktadır. Ancak Nelsen ve ark.'nın kavite tabanından T tipi termokupl ile elde ettikleri sıcaklık, çalışmamızda diş dış yüzeyinden K tipi termokupl ile elde edilen sonuçlara yakındır.

Longman ve Pearson, sınır sıcaklık ölçümlerini çalışmamızda olduğu gibi dişin dış yüzeyinden yapmışlardır.² Ancak, ölçüm yapılan bölgelerde elde ettikleri alt ve üst sınır sıcaklık değerlerini bildirmemiş, en yüksek sıcaklık değişim aralığının üst santral dişlerin labial yüzünde görüldüğünü, bunu 3 ve 4 numaralı dişlerin palatal yüzlerinin takip ettiğini, posterior bölgeye gidildikçe sıcaklığın azaldığını belirtmişlerdir.² Çalışmamızda elde edilen bulgular bu sonuçla uyum göstermektedir.

Palmer ve ark., ölçümleri mandibuler posterior ve maksiller anterior bölgede diş dış yüzeyinden yapmışlardır.¹² Kullandıkları ısı algılayıcının termokupl olduğunu belirtmiş, ancak hangi tip termokupl olduğuna dair bir bilgi vermemişlerdir. En yüksek üst sınır sıcaklık değerini 58,5°C±3,3°C ola-

rak maksiller anterior bölgenin palatinal yüzünde elde etmişlerdir. Palmer ve ark.'nın bildirdiği değer çalışmamızda ölçülen sonuçlardan yüksektir (Çalışmamızda termokupl ile 53,78°C olarak ölçülmüştür). Palmer ve ark., aynı bölgede ölçülen en düşük alt sınır sıcaklık değerini bildirmemişlerdir. Mandibuler posterior bölgede üst sınır sıcaklık değerini 53,1°C±4,1°C ve alt sınır sıcaklık değerini 1°C ±1°C olarak belirtmişlerdir.¹²

Michalesco ve ark., sınır sıcaklık değerlerini kavite tabanı, kanal içi ve diş dış yüzeyinden yapmışlardır.¹³ Diş dış yüzeyinden yapılan ölçümler alt çenede 6-7 numaralı dişler arasından yapılmıştır. Üst sınır sıcaklık değeri olarak 43,1°C, alt sınır sıcaklık değeri olarak ise 4,3°C bildirilmiştir. Araştırmacıların K tipi termokupl ile ağız içinde ölçtükleri alt ve üst sınır sıcaklık değerleri çalışmamızda elde edilen sonuçlardan düşüktür.¹³

Youngsson ve Barclay, en yüksek sıcaklığı alt santral dişlerin lingual yüzeylerinde 68°C olarak ölçmüşlerdir.¹⁴ Ancak, çalışmada alt santral dişlerin lingualinde ölçülen üst sınır sıcaklık değerlerinin ortalaması (63,0°C) ile üst santral dişlerin palatinalinde elde edilen üst sınır sıcaklık değerlerinin ortalaması (63,4°C) birbirine oldukça yakındır. Çalışmamızda alt çeneden ölçüm yapılmamıştır, ancak her iki ısı algılayıcı ile ağız içinde ölçülen üst sınır sıcaklık değerleri Youngson ve Barclay'ın ölçüm sonuçlarından düşüktür (Üst sınır sıcaklık değeri 53,78°C olarak ölçülmüştür). Youngsson ve Barclay, en düşük alt sınır sıcaklık değerini üst santral dişlerin palatinal yüzeylerinde 15,4°C olarak ölçmüştür.¹⁴ Çalışmamızda da, en düşük alt sınır sıcaklık değeri üst santral dişlerin palatinal yüzeylerinde elde edilmiştir. Ancak, çalışmamızda ölçülen değerler araştırmacıların belirttiği değerlerin altındadır (alt sınır sıcaklık değeri 6,07°C). Youngsson ve Barclay, çalışmalarını sadece tek birey ile gerçekleştirmişlerdir.¹⁴ Bu da, çalışmanın istatistiksel olarak güvenilirliğini azaltmaktadır. Ayrıca, çalışmada bireyin içecekleri içmeye başlayacağı ve hangi zaman aralıkları ile içeceği araştırmacılar tarafından belirlenmiştir. Çalışmamızda ise bireyler içecekleri kendi karar verdikleri sıcaklıkta içmeye başlamış ve belirli zaman

aralıkları ile değil, kendi belirledikleri aralıklarla içmeye devam etmişlerdir.

Ernst ve ark. yaptıkları çalışmada, en yüksek üst sınır sıcaklık değerini alt çenede ölçmüşlerdir (52,8°C). En düşük alt sınır sıcaklık değerinin ise üst çenede gerçekleştiğini (13,7°C) bildirmişlerdir.¹⁵ Elde ettikleri üst sınır sıcaklık değeri çalışmamızda elde edilen sonuca yakındır. Alt sınır sıcaklık değeri ise elde edilen sonuçtan yüksektir.

Barclay ve ark., alt anterior dişlerin bukkal yüzünün ve üst anterior dişlerin palatal yüzlerinin en fazla sıcaklık değişimi gösteren bölgeler olduğunu göstermişlerdir.¹⁶ Longman ve Pearson da, yaptıkları araştırmada en yüksek sıcaklık değişiminin üst santral dişlerin labial yüzünde görüldüğünü bildirmişlerdir.² Çalışmamızda alt çeneden ölçüm yapılmamıştır, ancak üst çenede en yüksek sıcaklık değişimi üst santral dişlerin palatal yüzleridir. Barclay ve ark., ağız içi üst sınır sıcaklık değerinin ön dişler bölgesinde 70°C'ye kadar çıkabildiğini, alt sınır sıcaklık değerinin ise aynı bölgede 0°C'ye kadar inebildiğini rapor etmişlerdir.¹⁶ Üst sınır sıcaklık değeri olarak bildirdikleri değer çalışmamızda elde edilen ölçüm sonuçlarından oldukça yüksektir, alt sınır sıcaklık değeri de çalışmamızda elde edilen sonuçlardan farklıdır. Barclay ve ark., alt ve üst sınır sıcaklık değerlerini iki bireyden ölçmeye başlamış ve standardizasyonu sağlamak amacıyla tek bireyle ölçüme devam ettiklerini belirtmişlerdir.¹⁶ Çalışmamızda ise ölçümlerin 50 bireyle gerçekleştirilmiş olması istatistiksel olarak sonuçların güvenilirliğini artırmaktadır.

SONUÇ

Ağız içi alt ve üst sınır sıcaklık değerlerinin programlanabilir K tipi termokupl ile ölçüldüğü bu *in vivo* çalışmada:

1. Çalışmamızda termokupl ile yapılan ölçümlerde ağız içinde gerçekleşen en yüksek üst sınır sıcaklık değeri 53,78°C, en düşük alt sınır sıcaklık değeri ise 6,07°C olarak ölçülmüştür.

2. Ağız içinde en yüksek üst sınır sıcaklık değeri ve en düşük alt sınır sıcaklık değeri üst ön bölgede saptanmıştır. Bu sonuç, içeceklerin ağız içinde en fazla anterior bölgede sıcaklık değişimine neden olduğunu göstermektedir. Sıcak ve soğuk içeceklerin neden olduğu sıcaklık değişimleri posterior bölgeye gidildikçe azalmıştır.

3. Çalışmamızın sonuçları, termal siklus test protokolü için günümüze kadar yapılan çalışmalarda en sık olarak kullanılan ve ADA ve ISO tarafınca da ilgili teknik şartnamelerde tanımlanmış ağız içi sınır sıcaklık değerleri olan 5-55°C'nin uygunluğunu desteklemektedir.

Teşekkür

Bu çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesinin proje desteği ile yürütülmüştür.

Çalışmanın gerçekleştirilmesi sırasında Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü öğretim üyeleri Yrd.Doç.Dr. Mesud Kahriman ve Doç.Dr. Selçuk Çömlekçi'den teknik destek alınmıştır.

KAYNAKLAR

1. Wataha JC. Principles of biocompatibility for dental practitioners. J Prosthet Dent 2001; 86(2):203-9.
2. Longman CM, Pearson PG. Variations in tooth surface temperature in the oral cavity during fluid intake. Biomaterials 1987;8(5): 411-4.
3. Eroğlu E, Baydır A. [Thermocycling procedures in dentistry.] Akademik Dental Diş Hekimliği Dergisi 2010;11(1-2):54-63.
4. Koyutürk AE, Kuşgöz A, Şengün A, Ülker M, Şener Y. [Micro-shear bond strength of two total-etching adhesives to enamel affected by amelogenesis imperfecta]. Türkiye Klinikleri J Dental Sci 2006;12(3):77-82.
5. Matinlinna JP, Lassila LV, Kangasniemi I, Yli-Urpo A, Valittu PK. Shear bond strength of Bis-GMA resin and methacrylated dendrimer resins on silanized titanium substrate. Dent Mater 2005;21(3):287-96.
6. Schmage P, Nergiz I, Hermann W, Özcan M. Influence of various surface conditioning methods on the bond strength of metal brackets to ceramic surfaces. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2003;123(5):540-6.
7. Arici S, Arici N. Effects of thermocycling on the bond strength of a resin modified glass ionomer cement: an in vitro comparative study. Angle Orthod 2003;73(6):692-6.
8. Addison O, Flemming GJ, Marquis PM. The effect of thermocycling on the strength of porcelain laminate veneer (PLV) materials. Dent Mater 2003;19(4):291-7.
9. Nakamura S, Yoshida K, Kamada K, Atsuta M. Bonding between resin luting cement and glass infiltrated alumina-reinforced ceramics with silan coupling agent. J Oral Rehabil 2004; 31(8):785-9.

10. Patel Z, Geerts GA. Temperature changes along a dental implant. *Int J Prosthodont* 2011; 24(1):58-63.
11. Nelsen RJ, Wolcott RB, Paffenberger GC. Fluid exchange at the margins of dental restorations. *J Am Dent Assoc* 1952;44(3):288-95.
12. Palmer DS, Barco MT, Billy EJ. Temperature extremes produced orally by hot and cold liquids. *J Prosthet Dent* 1992;67(3):325-7.
13. Michalesco PM, Marciano J, Grieve AR, Abadie MJ. An in vivo recording of variations in oral temperature during meals: a pilot study. *J Prosthet Dent* 1995;73(2): 214-8.
14. Youngson C, Barclay C. A pilot study of intra-oral temperature changes. *Clin Oral Invest* 2000;4(3):183-9.
15. Ernst CP, Canbek K, Euler T, Willerhausen B. In vivo validation of the historical in vitro thermocycling range for dental materials testing. *Clin Oral Invest* 2004;8(3):130-8.
16. Barclay CW, Spence D, Laird WR. Intra-oral temperatures during function. *J Oral Rehabil* 2005;32(12):886-94.
17. Green BG. Thermal perception on lingual and labial skin. *Perception & Psychophysics* 1984; 36(3):209-20.